

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

17068 REAL DECRETO 1039/1991, de 28 de junio, por el que se aprueba la «Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EH-91)».

La «Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EH-88)» fue aprobada por Real Decreto 824/1988, de 15 de julio.

La Comisión Permanente del Hormigón, de carácter interministerial, que fue creada al amparo del Decreto 2987/1968, de 20 de septiembre y reestructurada conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1424/1981, de 22 de mayo, está encargada de la redacción y revisión de la citada Instrucción, y ha estimado necesario efectuar modificaciones en algunos de sus artículos, bien para adecuarlos a la actual situación de la tecnología o bien para mejorar y aclarar su redacción, todo ello en base a la experiencia adquirida, a las observaciones que ha venido recibiendo y a los estudios que los grupos de trabajo creados a tal efecto han realizado.

Por otra parte la pertenencia a la Comunidad Económica Europea hace necesario introducir en la Instrucción las cláusulas oportunas para que los productos legalmente fabricados y comercializados en un Estado miembro de la Comunidad, que sean conformes con las especificaciones técnicas en vigor en tal Estado, siempre que éstas tengan un nivel de seguridad equivalente al que exige la Instrucción, puedan ser utilizados.

En su virtud, a iniciativa de la Comisión Permanente del Hormigón, cumplidos los trámites previstos en el Real Decreto 568/1989, de 12 de mayo, por el que se regula la remisión de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas, con informe favorable de la Junta Consultiva de Contratación Administrativa, a propuesta del Ministro de Obras Públicas y Transportes y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 28 de junio de 1991

DISPONGO:

Artículo 1.º Se aprueba la «Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EH-91)» que estará constituida por la EH-88 con las modificaciones que figuran como anexo del presente Real Decreto.

Art. 2.º El ámbito de aplicación de esta Instrucción comprende con carácter obligatorio todas las obras, tanto de las Administraciones Públicas como las de carácter privado, así como los productos prefabricados de hormigón.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera.-Los proyectos aprobados por las Administraciones Públicas o visados por Colegios Profesionales antes de la fecha de entrada en vigor del presente Real Decreto, se regirán por la Instrucción vigente en el momento de la aprobación de aquellos y podrán servir de base a la ejecución de las obras correspondientes, siempre que éstas se inicien antes de un año a partir de la publicación de este Real Decreto.

Segunda.-La ejecución de las obras comprendidas en la disposición transitoria anterior se realizará de acuerdo con la Instrucción vigente en el momento de la aprobación, pudiendo no obstante aplicar la nueva Instrucción en aquellos puntos que no impliquen modificación del proyecto o del contrato.

Tercera.-Si las obras no se iniciarán en el plazo fijado en la disposición transitoria primera sus proyectos deberán ser modificados de acuerdo con los preceptos de esta Instrucción.

Cuarta.-Las obras que se encuentren iniciadas en la fecha de publicación del presente Real Decreto se continuarán con arreglo a la Instrucción que les haya servido de base, salvo acuerdo entre las partes contratantes.

DISPOSICION FINAL

El presente Real Decreto entrará en vigor a los dos meses de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid a 28 de junio de 1991.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Obras Públicas y Transportes.
JOSE BORREL FONTELLES

ANEXO

Artículo 4.º. Documentos del proyecto

4.1. Generalidades

En las obras que contrate o ejecute el Estado o sus Organismos Autónomos se estará a lo dispuesto en el texto articulado de la Ley de Contratos del Estado, en el Reglamento General de Contratación del Estado y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado vigentes.

Todo proyecto comprenderá :

- Memoria, que considerará las necesidades que deberán satisfacerse y los factores de todo orden que haya que tener en cuenta.
- Planos, de conjunto y de detalle, necesarios para que la obra quede perfectamente definida.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, donde se hará la descripción de las obras y se regulará su ejecución.
- Presupuesto integrado o no por varios parciales, con expresión de los precios unitarios descompuestos, estados de cubriciones o mediciones y los detalles precisos para su valoración.
- Programa del posible desarrollo de los trabajos, en tiempo y coste óptimo, de carácter indicativo, en los casos en que sea necesario.

En los casos de proyectos de "Obras de reparación menores" y de "Obras de conservación", el proyectista podrá simplificar los documentos relacionados tanto en su número como en su contenido, siempre que la obra quede totalmente definida y justificada en todas sus partes y en su valor. En todos los casos los distintos documentos que en su conjunto constituyan un Anteproyecto, Estudio o Proyecto de cualquier clase deberán estar definidos en forma tal que otro facultativo competente distinto del autor de aquel, pueda interpretar o dirigir con arreglo al mismo los trabajos correspondientes.

4.2. Memoria.

4.2.1. Normas generales

Serán factores que habrá que considerar en la Memoria los sociales, económicos y estéticos así como las justificaciones de la solución adoptada, en sus aspectos técnico y económico y de las características de todas y cada una de las obras proyectadas. Se indicarán en ella los datos previos, métodos de cálculo, niveles de control previstos y ensayos efectuados, cuyos detalles y desarrollo se incluirán en anejos especiales.

También figurarán en otros anejos: el estudio del terreno de cimentación, los materiales y los ensayos realizados con los mismos, la justificación del cálculo y los precios adoptados, las bases fijadas para la valoración de las unidades de obra y de las partidas alzadas propuestas y el presupuesto de las obras y el importe previsible de las expropiaciones necesarias y de restablecimiento de servicios y servicios afectados, en su caso.

4.2.2. Anejo de cálculo

En la memoria de todos los proyectos deberá figurar un Anejo de Cálculo, en donde se justifique razonadamente, con arreglo a las normas prescritas en esta Instrucción, el cumplimiento de las condiciones que se exigen a la estructura en su conjunto y cada una de las partes en que puede suponerse dividida, con objeto de garantizar la seguridad y el buen servicio de la misma.

Su presentación debe ser tal, que los cálculos puedan reproducirse por terceros. A tal efecto se indicará:

- a) Las simplificaciones efectuadas sobre la estructura real, para transformarla en una ideal de cálculo, que se describirá detalladamente, indicando el tipo estructural adoptado para el conjunto y sus partes, incluyendo dimensiones, características mecánicas de las secciones necesarias, tipos de conexiones en los nudos y condiciones de sustentación.
- b) Se incluirán las indicaciones necesarias para identificar el elemento que se calcula mediante las oportunas referencias a los planos o a los croquis suplementarios.
- c) Las características resistentes y de deformación supuestas para los materiales de la estructura y, en su caso, para el terreno que la sustenta.
- d) Las acciones consideradas, las posibles combinaciones y los coeficientes de seguridad a tener en cuenta en cada caso.
- e) El tipo de análisis efectuado. En particular, se precisará si es estático o dinámico, lineal o no lineal, así como el tipo de discretización efectuado en la estructura (barras, elementos finitos, bandas finitas, etc.)

Cuando no se utilice la notación de esta Instrucción, se darán las equivalencias entre los símbolos empleados y los definidos en la misma. Si no es posible dar esta equivalencia se definirán detalladamente dichos símbolos.

Cuando los cálculos sean complementados por estudios experimentales sobre modelo, deberán realizarse con técnicas apropiadas y por personal especializado. En este caso, se detallarán dichos estudios en un apartado del Anejo de Cálculo.

COMENTARIOS

Se recomienda utilizar dibujos, siempre que sea conveniente para aclarar la descripción de la estructura.

Entre las características de los materiales pueden citarse los diagramas tensión-deformación, módulos de elasticidad, resistencias, tensiones admisibles, coeficientes de retracción, fluencia y térmicos, y en su caso, tensión admisible del terreno.

Los niveles de control elegidos están asociados al valor de los coeficientes de seguridad asignados, por lo que deben cuidarse su adopción y viabilidad.

4.2.3. Cálculos en ordenador

4.2.3.1. Utilización de programas

Cuando se efectúen cálculos con ayuda de ordenador, el Anejo de Cálculo se complementará con apartados específicos que contengan las diferentes etapas resueltas con programas distintos, debiendo dichos apartados constituir unidades completas y ordenadas.

De cada programa utilizado se indicará su identificación, su objeto y su campo de aplicación.

COMENTARIOS

Debe tenerse presente que el autor del proyecto es, en todo caso, responsable de los cálculos efectuados en ordenador, por lo que deberá poner especial cuidado en el control de los mismos.

En particular se llama la atención sobre el problema que entraña el uso de programas integrados, no suficientemente transparentes, para el proyecto automático de estructuras.

No es aconsejable el uso de programas sin contar con una documentación de los mismos, que defina como mínimo:

- Título, versión y fecha de la misma.
- Nombre y titulación del autor o autores.
- Nombre y razón social de la organización distribuidora.
- Ejemplos de estructuras resueltas.

Es importante contar con una asistencia técnica por parte del autor o del distribuidor del programa, que garantice la eliminación de errores o defectos de funcionamiento.

4.2.3.2. Presentación de datos y resultados

El listado de datos contendrá tanto los datos introducidos por el proyectista como los generados por el programa, de forma que queden defi-

nidas todas las características geométricas, mecánicas, de carga y de sustentación de la estructura considerada, debiendo contener indicaciones concretas sobre notación, unidades y criterios de signos de las magnitudes utilizadas.

El listado de resultados contendrá lo necesario para describir el estado tenso-deformacional de la estructura, incluyendo:

- Componentes de los desplazamientos, referidas a ejes generales, en un número de puntos suficiente para caracterizar la configuración deformada.
- Componentes de esfuerzos en un número de puntos suficientes para permitir el diseño de cada elemento.
- Componentes de las reacciones de apoyo.

COMENTARIOS

Es conveniente incluir dibujos de la estructura considerada, de las acciones a las que está sometida y de los diagramas de esfuerzos resultantes, a ser posible realizados por el mismo programa.

Es conveniente que todos los listados de resultados en forma tabular, lleven en su encabezamiento la notación y unidades para cada magnitud considerada, y que el mismo encabezamiento se repita en cada página distinta.

4.3. Planos

Los planos deberán ser lo suficientemente descriptivos para la exacta realización de la obra, a cuyos efectos se podrá deducir también de ellos los planos auxiliares de obra o de taller y las mediciones que sirvan de base para las valoraciones pertinentes.

Las dimensiones en todos los planos se acotarán en metros y con dos cifras decimales, por lo menos. Como excepción los diámetros de armaduras, tuberías, etc., se expresarán en milímetros, colocando detrás del símbolo \varnothing la cifra que corresponda.

Deberán poder efectuarse, salvo en casos especiales, las mediciones de todos los elementos sin utilizar más dimensiones que las acotadas. En particular, de no incluirse despiece detallado de las armaduras, deberán poder deducirse directamente de los planos todas las dimensiones geométricas de las mismas, mediante las oportunas notas o especificaciones complementarias que las definan inequívocamente.

Contendrán, en su caso, detalles de los dispositivos especiales, tales como los de apoyo u de enlace.

Igualmente, cuando proceda, se harán indicaciones sobre las contraflechas que convenga establecer en los encofrados de acuerdo con el proceso de ejecución propuesto.

Por último, en cada plano figurará, en la zona inferior derecha del mismo, un cuadro con las características resistentes del hormigón y de los aceros empleados en los elementos que este plano define, así como los niveles de control previstos.

COMENTARIOS

Las prescripciones incluidas acerca de la unidad en que deben expresarse las cotas, tienden a facilitar la rápida comprensión de los planos, así como a simplificar el trabajo de delineación, ya que permiten prescindir de las indicaciones m, cm, etc.

Cuando se deba acotar un número exacto de metros deberá escribirse, de acuerdo con lo prescrito en el apartado que se comenta, la cifra correspondiente seguida de coma y dos ceros.

4.4. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

A los efectos de regular la ejecución de las obras, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá consignar expresamente o por referencia a los pliegos de prescripciones técnicas generales que resulten de aplicación, las características que hayan de reunir los materiales que se vayan a emplear, especificando, si se juzga oportuno, la procedencia de los materiales naturales, cuando ésta defina una característica de los mismos, y ensayos a que deben someterse para comprobación de las condiciones que han de cumplir; las normas para elaboración de las distintas unidades de obra; las instalaciones que hayan de exigirse; las precauciones que deban adoptarse durante la construcción; y los niveles de control exigidos para los materiales y ejecución. En ningún caso contendrán estos pliegos declaraciones o cláusulas de carácter económico que deban figurar en el Pliego de Cláusulas Administrativas. En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá, específicamente, los siguientes datos relativos a los materiales que habrán de utilizarse en obra:

- Tipo, clase y características especiales, en su caso, del cemento.
- Tipos de acero.
- Resistencia especificada para el hormigón.

Si, como es frecuente, para una misma obra se prevén distintos tipos de un mismo material, se detallarán separadamente cada uno de ellos, indicándose las zonas en que habrán de ser empleados.

Cuando para un material se exijan características especiales cuya determinación haya de hacerse mediante métodos de ensayo no incluidos en la presente Instrucción, este Pliego deberá fijar, de un modo concreto, los valores que deban alcanzar dichas características y los procedimientos de ensayo que hayan de seguirse para medirlos.

Cuando el proceso de ejecución de la obra requiera condiciones especiales, éstas deberán detallarse al máximo, indicándose entre ellas:

- disposición de cimbras y encofrados, cuando no sean los usuales;
- proceso de hormigonado, con especial referencia a las juntas (de retracción, de hormigonado, etc.).
- proceso de desencofrado y descimbramiento;
- tolerancias dimensionales.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares exigirá, cuando se estime oportuno, que en el lugar adecuado de la obra se coloque una placa que indique el valor máximo de la carga para la cual se propone la utilización de la estructura. La colocación de la citada placa puede resultar oportuna en obras en las que convenga llamar la atención del usuario sobre la magnitud de las cargas.

Igualmente detallará las formas de medición y valoración de las distintas unidades de obra y las de abono de las partidas alzadas, establecerá el plazo de garantía y especificará las normas y pruebas previstas para las recepciones.

COMENTARIOS

En cuanto a las prescripciones técnicas de ejecución bastará, normalmente, con hacer referencia a los correspondientes artículos de la presente Instrucción, completándolos cuando sea necesario con aquellas condiciones particulares que se estime oportuno establecer. Bien entendido que, en ningún caso, dichas condiciones particulares podrán resultar incompatibles con lo prescrito en esta Instrucción, salvo clara, razonada y excepcional justificación.

Las tolerancias dimensionales deberán ser compatibles con las condiciones de ejecución previstas.

Con respecto a las decisiones derivadas del control de resistencia del hormigón (véase 69.4), en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares o en el Pliego de Condiciones de cada obra cuando no exista aquél, se pueden especificar posibles penalizaciones económicas, en particular para el caso en que resulte

$$f_{ck} > f_{est} \geq 0,9 f_{ck}$$

4.5. Presupuesto

El Presupuesto estará integrado o no por varios parciales, con expresión de los precios unitarios descompuestos, estados de cubriciones o mediciones y los detalles precisos para su valoración.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se basará en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto

sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Se considerarán costes indirectos: los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para los obreros, laboratorios, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquellos que figuran en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el técnico autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su posible plazo de ejecución.

En particular deberá figurar de forma explícita el coste del control, obtenido de acuerdo con los niveles adoptados para el mismo.

Se denominará presupuesto de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas.

En el caso de Obras del Estado o de sus Organismos Autónomos, se tendrán en cuenta, además, las normas complementarias de aplicación al cálculo de los precios unitarios que para los distintos proyectos elaborados por sus servicios haya dictado cada Departamento Ministerial.

4.7. Modificaciones del proyecto

En los casos en que el proyecto experimente modificaciones a lo largo de la ejecución de la obra, se rectificarán convenientemente cuantas veces sea necesario los cálculos, planos y demás documentos afectados por esas modificaciones, de tal manera que la obra terminada resulte exactamente definida en los documentos rectificadas finales.

5.1. Cementos utilizables

Podrá utilizarse cualquier tipo de cemento con tal de que cumpla el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de cementos.

También podrán utilizarse los cementos legalmente fabricados y comercializados en un Estado miembro de la Comunidad Económica Europea que sean conformes a las especificaciones en vigor en tales Estados, siempre que éstas tengan un nivel de seguridad equivalente al que exige la Reglamentación Española.

La resistencia del cemento no será inferior a 250 kp/cm^2 y deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se le exigen en el artículo 10º.

El empleo del cemento aluminoso deberá ser objeto, en cada caso, de estudio especial, exponiendo las razones que aconsejan su uso y observándose estrictamente las especificaciones contenidas en el Anejo 4.

El suministrador enviará los documentos de identificación del cemento de acuerdo con el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de cementos.

Con respecto al contenido de ión cloro, se tendrá en cuenta lo prescrito en 10.1.

COMENTARIOS

En tanto no existen unas especificaciones vinculantes en el ámbito de la Comunidad Europea, el articulado exige al cemento que cumpla la Reglamentación Española.

La constatación del cumplimiento del nivel de seguridad equivalente por parte de los cementos procedentes de un Estado miembro de la Comunidad Económica Europea se comprobará según lo dispuesto en la Reglamentación en materia de normalización y homologación de cementos.

En general y de modo especial en el caso de que vaya a utilizarse en la construcción de elementos prefabricados, resulta conveniente que el cemento posea características adecuadas para que pueda ser sometido a tratamiento hidrotérmico u otro análogo, con el fin de conseguir un rápido fraguado y endurecimiento.

En el Anejo 3 de esta Instrucción se incluyen algunas recomendaciones relativas al empleo de los cementos.

7.1. Generalidades

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

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se

encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En cualquier caso se cumplirán las condiciones de 7.3.

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

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Se entiende por "arena" o "árido fino", el árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7.050); por "grava" o "árido grueso", el que resulta retenido por dicho tamiz, y por "árido total" (o simplemente "árido" cuando no haya lugar a confusiones), aquél que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

Los áridos deberán llegar a obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones.

Artículo 8º. Otros componentes del hormigón

También pueden utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que se justifique mediante los oportunos ensayos, que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de armaduras.

Con respecto al contenido de ión cloro, se tendrá en cuenta lo prescrito en 10.1.

El empleo de aditivos y adiciones no puede hacerse en ningún caso sin la expresa autorización del Director de Obra.

También podrán utilizarse los aditivos y adiciones legalmente fabricados y comercializados en un Estado miembro de la Comunidad Económica Europea que sean conformes con las especificaciones en vigor en tal Estado, siempre que éstas tengan un nivel de seguridad equivalente al que se exige en esta Instrucción.

8.2. Adiciones

Como adiciones al hormigón en el momento de su fabricación se podrán utilizar las cenizas volantes.

Las cenizas volantes son los residuos sólidos que se recogen por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores de centrales termoeléctricas alimentadas por carbones pulverizados.

La fabricación del hormigón con adiciones se realizará en Central con control de producción según 15.2.3 en cuyo caso será preceptivo la realización de los ensayos previos del Artículo 67º o bien en Central que esté en posesión de un Sello o Marca de Conformidad oficialmente homologado u otro sello de calidad de un país miembro de la CEE que tenga un nivel equivalente. Asimismo y con carácter previo la Central de hormigonado dispondrá de resultados de ensayos de permeabilidad, carbonatación y determinación del pH así como otros que puedan resultar de interés para la utilización del hormigón.

Se podrán utilizar cenizas volantes como adición en el momento de la fabricación del hormigón, cuando se utilice cemento del tipo I-O, admitiéndose también el tipo I cuando el componente adicional sea exclusivamente filler calizo.

Las cenizas volantes cumplirán las especificaciones de la Norma UNE 83.415/87:

- Contenido de humedad. Determinado según UNE 83.431/86.
- Contenido en SO_3 Determinado según UNE 83.432/86.
- Pérdida por calcinación. Determinada según UNE 83.433/86.
- Finura. Determinada según UNE 83.450/86.
- Índice de actividad resistente. Determinado según UNE 83.451/86.
- Demanda de agua. Determinada según UNE 83.452/88.
- Estabilidad de volumen. Determinada según UNE 83.453/88.

Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección de Obra. En estructuras de edificación la cantidad máxima de cenizas volantes adicionadas no excederá del 35% del peso de cemento. La cantidad mínima de cemento se especifica en el Artículo 14º.

COMENTARIOS

El empleo de cenizas volantes como componentes en la fabricación de cementos, es siempre de mayor garantía que su utilización como adición en la fabricación del hormigón.

Al ser las cenizas volantes un subproducto de la industria no se tiene la garantía de su regularidad, por lo que es preciso, por parte de la Central de hormigonado, el control de recepción de los diferentes suministros, con el fin de comprobar que las posibles variaciones de su composición no afectan al hormigón fabricado con las mismas.

Las cenizas con alto contenido de óxido de calcio pueden dar origen a problemas de expansión del hormigón, por lo que se recomienda extremar en este caso las precauciones y controles comprobando especialmente el contenido de cal libre y la finura de las cenizas.

En la Norma UNE 83.414/90 se dan recomendaciones para la adición de cenizas volantes a los hormigones fabricados con cementos tipo I.

Artículo 9º. Armaduras

9.1. Generalidades

Las armaduras para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras lisas
- Barras corrugadas
- Mallas electrosoldadas.

Los diámetros nominales de las barras lisas y corrugadas se ajustarán a la serie siguiente:

4- 5- 6- 8- 10- 12- 16- 20- 25- 32- 40 y 50 mm.

Los diámetros nominales de los alambres, lisos o corrugados, empleados en las mallas electrosoldadas se ajustarán a la serie siguiente

4- 4,5- 5- 5,5- 6- 6,5- 7- 7,5- 8- 8,5- 9- 9,5- 10- 11- 12- 13 y 14 mm

Las barras y alambres no presentarán defectos superficiales, grietas ni apladuras.

La sección equivalente no será inferior al 95 por 100 de su sección nominal, en diámetros no mayores de 25 mm.; ni al 96 por 100 en diámetros superiores.

A los efectos de esta Instrucción, se considerará como límite elástico, f_y , del acero el valor de la tensión que produce una deformación remanente del 0,2 por 100.

Se prohíbe la utilización de alambres lisos trefilados como armaduras, excepto como componentes de mallas electrosoldadas.

Los alambres corrugados que cumplan sólo las condiciones exigidas para ellos como componentes de mallas electrosoldadas podrán utilizarse como armadura transversal en viguetas prefabricadas o en elementos prefabricados no estructurales.

En los documentos de origen figurarán la designación y características del material, según los correspondientes apartados 9.2, 9.3 y 9.4. El cumplimiento de estas características se acreditará mediante un sello o una marca de calidad reconocidos por la Administración o bien por un certificado del fabricante.

También podrán utilizarse las armaduras legalmente fabricadas y comercializadas en un Estado miembro de la Comunidad Económica Europea que sean conformes con las especificaciones en vigor en tal Estado, siempre que éstas tengan un nivel de seguridad equivalente al que se exige en esta Instrucción.

COMENTARIOS

Los productos denominados "alambres" se asimilan a barras lisas o corrugadas, cuando cumplan las condiciones de estas (UNE 36.097/81, UNE 36.068/88 y UNE 36.038/1/88).

Se entiende por diámetro nominal de una barra corrugada el número convencional que define el círculo respecto al cual se establecen las tolerancias. El área del mencionado círculo es la sección nominal de la barra.

Se entiende por sección equivalente de una barra corrugada, expresada en centímetros cuadrados, el cociente de su peso en gramos, por 7,85 veces su longitud en centímetros. El diámetro del círculo cuya área es igual a la sección equivalente se denomina diámetro equivalente.

La determinación de la sección equivalente de una barra debe realizarse después de limpiarla cuidadosamente para eliminar las posibles escamas de laminación y el óxido no adherido firmemente.

En general, en el caso de los aceros de dureza natural, salvo si se trata de barras de pequeño diámetro, el límite elástico coincide con el valor aparente de la tensión correspondiente al escalón de cedencia que para estos aceros está netamente definido. Cuando los aceros no presentan este escalón (como ocurre con todos los estirados en frío y algunos de dureza natural) o aparece poco definido, es necesario recurrir al valor convencional prescrito en el articulado. En todos los casos puede emplearse para el límite elástico la designación f_y .

En general, las barras lisas son recomendables para aquellos casos en los que se necesita poder realizar fácilmente las operaciones de doblado y desdoblado (por ejemplo, armaduras en espera) o en los que se precisan redondos de superficie lisa (pasadores en juntas de pavimentos de hormigón, por ejemplo). Por el contrario cuando se desea una resistencia elevada y/o una buena adherencia con el hormigón es siempre aconsejable el empleo de barras corrugadas, de alambres corrugados o de mallas electrosoldadas, con las limitaciones que fija el articulado.

Los alambres corrugados se fabrican por laminación en frío, y con los procesos actuales de producción suelen presentar tres filas de nervios longitudinales, lo que los distingue de las barras corrugadas cuya fabricación se efectúa siempre por laminación en caliente, seguida o no de un proceso de deformación en frío. Las características de los alambres corrugados son prácticamente las mismas que las de las barras excepto en el caso de diámetros gruesos ($\varnothing \geq 11 \text{ mm}$) que suelen presentar una adherencia al hormigón ligeramente inferior (véase 9.4, 40.5 y 41.4).

En cuanto a las mallas electrosoldadas, su empleo suele ser especialmente apropiado en elementos superficiales (losas, láminas, etc.).

De un modo general se recomienda utilizar en obra el menor número posible de diámetros distintos y que estos diámetros se diferencien al máximo entre sí.

Los diámetros que componen la serie recomendada para las barras tienen la ventaja de que pueden diferenciarse unos de otros a simple vista. Además, la sección de cada uno de esos redondos equivale aproximadamente a la suma de las secciones de los dos redondos inmediatamente precedentes, lo que facilita las distintas combinaciones de empleo. Por otra parte, la utilización de esta misma serie está recomendada, actualmente en toda Europa.

Es conveniente que los fabricantes utilicen unas fichas de datos con las características correspondientes a los aceros de su fabricación, comprendiendo como mínimo:

- Designación comercial
- Fabricante
- Marcas de identificación
- Tipo de acero
- Condiciones técnicas de suministro

Y las siguientes características garantizadas:

- Diámetros nominales
- Masas por metro
- Características geométricas del corrugado
- Características mecánicas
- Características de adherencia
- Condiciones de soldeo, en su caso
- Recomendaciones de empleo

9.3 Barras corrugadas

Barras corrugadas a los efectos de esta Instrucción son las que presentan, en el ensayo de adherencia por flexión descrito en el Anejo 5 "Homologación de la adherencia de barras corrugadas" una tensión media de adherencia τ_{bm} y una tensión de rotura de adherencia τ_{bu} que cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

Diámetros inferiores a 8 mm:

$$\begin{aligned} \tau_{bm} &\geq 70 \\ \tau_{bu} &\geq 115 \end{aligned}$$

Diámetros de 8 mm a 32 mm, ambos inclusive:

$$\begin{aligned} \tau_{bm} &\geq 80 - 1,2 \varnothing \\ \tau_{bu} &\geq 130 - 1,9 \varnothing \end{aligned}$$

Diámetros superiores a 32 mm:

$$\tau_{bm} \geq 42$$

$$\tau_{bu} \geq 69$$

donde τ_{bm} y τ_{bu} se expresan en kp/cm^2 y ϕ en mm.

Las características de adherencia serán objeto de homologación mediante ensayos realizados en laboratorio oficial. En el certificado de homologación se consignarán obligatoriamente los límites admisibles de variación de las características geométricas de los resultados. Estas características geométricas deben ser verificadas en el control de obra, después de que las barras hayan sufrido las operaciones de enderezado, si las hubiere.

Para las barras cuya adherencia haya sido homologada, tanto soldables como no soldables, será suficiente que cumplan el apartado 8 "Geometría del corrugado" de la UNE 3606S/88.

Estas barras cumplirán además las condiciones siguientes:

—Las características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante, de acuerdo con las prescripciones de la Tabla 9.3.a.

—Ausencia de grietas después de los ensayos de doblado simple a 180°, y de doblado-desdoblado a 90°. (Apartado 9.2 y 9.3 de la UNE 36.06S/I/88 y apartado 10.3 de la UNE 3606S/88) sobre los mandriles que corresponda según tabla 9.3.b.

—Llevar grabadas las marcas de identificación establecidas en el apartado 11 de la UNE 36.06S/I/88 y apartado 12 de la UNE 3606S/88, relativas a su tipo y marca del fabricante.

Tabla 9.3.a

Características mecánicas mínimas garantizadas de las barras corrugadas

| Designación | Clase de acero | Límite elástico f_y en kp/cm^2 no menor que | Carga unitaria de rotura f_s en kp/cm^2 no menor que (1) | Alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diámetros no menor que | Relación f_s/f_y en ensayo no menor que (2) |
|-------------|------------------|---|--|--|---|
| AEH 400 N | Dureza natural | 4100 | 4500 | 16 | 1,05 |
| AEH 400 F | Estirado en frío | 4100 | 4500 | 14 | 1,05 |
| AEH 400 S | Soldable | 4100 | 4500 | 14 | 1,05 |
| AEH 500 N | Dureza natural | 5100 | 5600 | 14 | 1,05 |
| AEH 500 F | Estirado en frío | 5100 | 5600 | 12 | 1,05 |
| AEH 500 S | Soldable | 5100 | 5600 | 12 | 1,05 |
| AEH 600 N | Dureza natural | 6100 | 6700 | 12 | 1,05 |

| Designación | Clase de acero | Límite elástico f_y en kp/cm^2 no menor que | Carga unitaria de rotura f_s en kp/cm^2 no menor que (1) | Alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diámetros no menor que | Relación f_s/f_y en ensayo no menor que (2) |
|-------------|------------------|---|--|--|---|
| AEH 600 F | Estirado en frío | 6100 | 6700 | 10 | 1,05 |

(1) Para el cálculo de los valores unitarios se utilizará la sección nominal.

(2) Relación mínima admisible entre la carga unitaria de rotura y el límite elástico obtenido en cada ensayo.

Tabla 9.3.b
DIAMETRO DE LOS MANDRILES

| Designación | Doblado simple | | | | Doblado-desdoblado | | | |
|-------------|----------------------|------------------|------------------|----------|--|------------------|------------------|----------|
| | $\alpha = 180^\circ$ | | | | $\alpha = 90^\circ \quad \beta = 20^\circ$ | | | |
| | $d \leq 12$ | $12 < d \leq 16$ | $16 < d \leq 25$ | $d > 25$ | $d \leq 12$ | $12 < d \leq 16$ | $16 < d \leq 25$ | $d > 25$ |
| AEH 400N | 3 d | 3,5 d | 3,5 d | 4 d | 6 d | 7 d | 7 d | 8 d |
| AEH 400F | 3 d | 3,5 d | 3,5 d | 4 d | 6 d | 7 d | 7 d | 8 d |
| AEH 400S | 2,5 d | 3 d | 4 d | 5 d | 5 d | 6 d | 8 d | 10 d |
| AEH 500N | 4 d | 4,5 d | 4,5 d | 5 d | 8 d | 9 d | 9 d | 10 d |
| AEH 500F | 4 d | 4,5 d | 4,5 d | 5 d | 8 d | 9 d | 9 d | 10 d |
| AEH 500S | 3 d | 4 d | 5 d | 6 d | 6 d | 8 d | 10 d | 12 d |
| AEH 600N | 5 d | 5,5 d | 5,5 d | 6 d | 10 d | 11 d | 11 d | 12 d |
| AEH 600F | 5 d | 5,5 d | 5,5 d | 6 d | 10 d | 11 d | 11 d | 12 d |

siendo:

- d = diámetro nominal de la barra.
- α = ángulo de doblado.
- β = ángulo de desdoblado.

Si el acero es apto para el soldeo, el fabricante indicará las condiciones y procedimientos en que éste debe de realizarse.

La aptitud del acero para el soldeo se comprobará de acuerdo con el 71.5. En el caso de que el acero sea del tipo S no es necesario comprobar la aptitud de soldeo.

COMENTARIOS

La forma y dimensiones de los resaltes para conseguir una alta adherencia es potestativa del fabricante. Se recomienda que si se fabrican aceros de distinto límite elástico la forma del corrugado sea diferente.

El procedimiento para medir la adherencia entre el acero y el hormigón es siempre convencional, al igual que la definición de la tensión T_b de adherencia.

Por ello se trata este tema refiriéndolo al método de ensayo incluido en el Anejo 5 "Homologación de la adherencia de barras corrugadas", donde se definen las tensiones T_{bm} y T_{bu} y el procedimiento operativo.

La homologación significa el reconocimiento de que el acero cumple con las condiciones exigidas. Como se indica en el Anejo 5 los ensayos de

homologación comprenden, para cada forma de corrugado y límite elástico, tres series de ensayos de 25 probetas cada serie, referidas a los diámetros 8, 16 y 32 mm, respectivamente. Para la elaboración de las probetas se parte de un total de 25 barras de 10 m de longitud, por cada diámetro.

Una vez homologada la adherencia de un acero basta comprobar en obra, mediante un control geométrico, que los resaltes o corrugas están dentro de los límites que figuran en el certificado.

Se recomienda que el fabricante garantice un diagrama característico tensión-deformación del acero, hasta la deformación 10 por 1.000 basado en una amplia experimentación.

Se recuerda que la aptitud al soldo de un acero va íntimamente ligada con el procedimiento que se utilice para soldar.

Independientemente de las marcas indicativas del límite garantizado, previstas en UNE 36.068/88 y UNE 36.088/I/88, se recomienda que las barras se suministren a obra con un extremo marcado en pintura, de acuerdo con el siguiente código:

| Tipo de acero | Color |
|---------------|----------|
| AEH 400 | Amarillo |
| AEH 500 | Rojo |
| AEH 600 | Azul |

Las condiciones exigidas a las barras corrugadas coinciden en lo esencial con las definidas en las UNE 36.068/88 y UNE 36.088/I/88.

9.4. Mallas electrosoldadas

Mallas electrosoldadas, a los efectos de esta Instrucción, son aquellas que cumplen las condiciones prescritas en la norma UNE 36.092/I/81.

Se entiende por malla corrugada la fabricada con alambres corrugados que cumplen las condiciones de adherencia especificadas en 9.2 y lo especificado en la tabla 9.4. Se entiende por malla lisa la fabricada

TABLA 9.4.

Características mecánicas mínimas garantizadas de los alambres que forman las mallas electrosoldadas

| Designación de los alambres | Ensayo de tracción (1) | | Alargamiento de rotura (%) | Relación f_u/f_y | Ensayo de doblado simple $\alpha=180^\circ$ (5) diámetro del mandril D | Ensayo de doblado-desdoblado $\alpha=90^\circ$ $\beta=20^\circ$ (6) diámetro del mandril D' |
|-----------------------------|---|--|----------------------------|--------------------|--|---|
| | Límite elástico f_y (kp/cm ²) | Carga unitaria f_s (kp/cm ²) | | | | |
| AEH 500 T | 5100 | 5600 | (3) | (4) | 4 d (7) | 3 d (7) |
| AEH 600 T | 6100 | 6600 | 8 | (4) | 5 d (7) | 10 d (7) |

(1) Valores característicos inferiores garantizados.
 (2) Para la determinación del límite elástico y la carga unitaria se utilizará como divisor de las cargas el valor nominal del área de la sección transversal.
 (3) $A \geq 20 - 0,02 f_y \leq 5 \%$ siendo:
 A = alargamiento de rotura
 f_y = límite elástico medido en cada ensayo.

$$\frac{f_{si}}{f_y} \geq 1,05 - 0,1 \left[\frac{f_y}{f_{yk}} - 1 \right] \leq 1,03$$

siendo:
 f_{yi} = límite elástico medido en cada ensayo.
 f_{si} = carga unitaria obtenida en cada ensayo.
 f_{yk} = límite elástico garantizado.
 (5) α = ángulo de doblado
 (6) β = ángulo de desdoblado
 (7) d = diámetro nominal del alambre

con alambres lisos trefilados que cumplen lo especificado en la tabla 9.4 pero que no cumplen las condiciones de adherencia de los alambres corrugados.

Cada panel debe llegar a obra con una etiqueta en la que se haga constar la marca del fabricante y la designación de la malla.

COMENTARIOS

Las mallas electrosoldadas corrugadas se designarán de la forma siguiente:

$$ME s_1 \times s_2 B \emptyset L d_1 - d_2 AEH X l \times b$$

Las mallas electrosoldadas lisas se designarán de la forma siguiente:

$$ME s_1 \times s_2 B \emptyset L d_1 - d_2 AEH X L l \times b$$

siendo:

s_1, s_2 = Las separaciones entre alambres longitudinales y transversales respectivamente, expresadas en centímetros.

B = El distintivo del tipo de ahorro, que consistirá en sustituir la letra B por A, si el ahorro es estándar y por E, si es especial, suprimiéndose la letra B si la malla no tiene barras de ahorro de borde.

d_1, d_2 = Los diámetros de los alambres longitudinales y transversales, respectivamente, expresados en milímetros. Cada diámetro d_1 o d_2 irá seguido de la letra D en las mallas dobles y por la letra P en las mallas de pares.

X = Límite elástico en N/cm².

l = Distancia expresada en metros de la longitud del panel para las mallas no estándar.

b = Distancia expresada en metros de la anchura del panel para las mallas no estándar.

Ejemplo de designación de una malla electrosoldada: Designación de una malla electrosoldada de alambre corrugado de alta adherencia y límite elástico 5100 kp/cm² con separación entre ejes de alambres longitudinales de 150 mm y entre ejes de los transversales de 200 mm, diámetro de los alambres longitudinales 10 mm, diámetro de los alambres transversales 6,5 mm, longitud del panel 5 m y anchura 2 m, con ahorro estándar.

MF 15 x 30A Ø 10 - 6,5 AEH 500 T 5 x 2

Debe tenerse en cuenta que la identificación de los diámetros en obra debe realizarse con especial cuidado, ya que de otra forma, al variar los diámetros de medio en medio milímetro, pueden producirse errores de identificación, en especial con mallas corrugadas.

Se recomienda que el fabricante garantice un diagrama característico, tensión-deformación de los alambres hasta la deformación 10 por 1000 basado en una amplia experimentación.

9.5. Suministro y almacenamiento

Cada partida de acero irá acompañada de los oportunos certificados de homologación y garantía, facilitados por el fabricante, en los que se indiquen los valores límites de las diferentes características expresadas en 9.2, 9.3 y 9.4 que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en esta Instrucción.

El fabricante facilitará además, si se le solicita, copia de los resultados de los ensayos correspondientes a la partida servida.

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, la armadura se protegerá adecuadamente contra la lluvia, la humedad del suelo y la eventual agresividad de la atmósfera ambiente. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse que no presenta alteraciones perjudiciales.

En el momento de su utilización, las armaduras deben estar limpias, sin sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

COMENTARIOS

En general la barra recta se considera la forma más conveniente de suministro. Se toleran, sin embargo, otras formas habituales en la práctica, siempre que se cumplan las limitaciones de diámetro de doblado prescritas en las UNE 36.068/88, 36.088/1/88 y 36.097/1/81.

En el caso de un almacenamiento prolongado, el Director de Obra, si lo estima necesario, podrá exigir la realización de los ensayos precisos para comprobar que los aceros no presentan alteraciones perjudiciales.

Una ligera capa de óxido adherente (que no desaparece al frotar con cepillo de alambre) en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización.

10.2. Condiciones del hormigón

Las condiciones o características de calidad exigidas al hormigón se especificarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, siendo siempre necesario indicar las referentes a su resistencia a compresión, su docilidad y tamaño máximo del gramo, y cuando sea preciso, las referentes a su resistencia a tracción, contenido máximo y mínimo de cemento, absorción, peso específico, compactación, despiece, permeabilidad, aspecto externo, etc.

Tales condiciones deberán ser satisfechas por todas las unidades de producto componentes del total, entendiéndose por unidad de producto la cantidad de hormigón fabricada de una sola vez. Normalmente se asociará el concepto de unidad de producto a la amasada, si bien, en algún caso y a efectos de control, se podrá tomar en su lugar la cantidad de hormigón fabricado en un intervalo de tiempo determinado y en las mismas condiciones esenciales. En esta Instrucción se empleará la palabra "amasada" como equivalente a unidad de producto.

A los efectos de esta Instrucción, cualquier característica de calidad medible de una amasada, vendrá expresada por el valor medio de un número de determinaciones (igual o superior a tres) de la característica de calidad en cuestión, realizadas sobre partes o porciones de la amasada.

10.3. Características mecánicas

Las características mecánicas de los hormigones empleados en las estructuras, deberán cumplir las condiciones impuestas en el Artículo 26º.

La resistencia del hormigón a compresión, a los efectos de esta Instrucción, se refiere a la resistencia de la unidad de producto o amasada y se obtiene a partir de los resultados de ensayos de rotura a compresión, en número igual o superior a tres, realizados sobre probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, de veintiocho días de edad, fabricadas a partir de la amasada, conservadas con arreglo al método de ensayo indicado en UNE 83.301/84, refrentadas según UNE 83.303/84 y rotas por compresión, según el método de ensayo indicado en UNE 83.304/84.

En aquellos casos en los que el hormigón no vaya a estar sometido a sollicitaciones en los tres primeros meses a partir de su puesta en obra, podrá referirse la resistencia a compresión a la edad de 90 días.

En ciertas obras o en alguna de sus partes, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares puede exigir la determinación de las resistencias a tracción f_{ct} o a flexotracción f_{ctf} del hormigón, mediante ensayos normalizados.

Si no se dispone de resultados de ensayos, podrá admitirse que la resistencia característica $f_{ct,k}$ a tracción en función de la resistencia de proyecto a compresión f_{ck} viene dada por la fórmula:

$$f_{ct,k} = 0,45 \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

donde $f_{ct,k}$ y f_{ck} están expresadas en kg/cm^2

COMENTARIOS

La definición dada para la resistencia del hormigón a compresión no es más que un convenio que permite asociar, a cada unidad de producto o amasada de hormigón, un valor relacionado con el concepto físico de resistencia del material que, aun distinto de aquél, es lo suficientemente representativo para el fin práctico de esta Instrucción.

En lo anterior se presupone la homogeneidad completa del hormigón componente de cada amasada, lo cual implica atribuir a errores propios de los métodos de ensayo (momento y forma de la toma de la muestra, ejecución de la probeta, transporte y conservación, etc.), las discrepancias en los resultados obtenidos al operar con partes de la amasada. Cuando la desviación entre los resultados de una misma unidad de producto sobrepase ciertos límites parece razonable no concederles absoluta representatividad sin haber realizado una verificación del proceso seguido.

Actualmente pueden considerarse en tal situación resultados que difieran de la media en ± 15 por 100.

En UNE 83.306/85 se especifican los medios y procedimientos a emplear para determinar la resistencia a rotura por tracción indirecta f_{lt} (ensayo brasileño) de probetas cilíndricas de hormigón. La resistencia a tracción f_{ct} viene dada por:

$$f_{ct} = 0,85 f_{lt}$$

La determinación de la resistencia a flexotracción f_{ctf} está normalizada en UNE 83.305/86.

Artículo 13º. Colocación de las armaduras

13.1. Generalidades

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones del proyecto, sujetas entre sí y al encofrado o molde de manera que no puedan experimentar movimiento durante el vertido y compactación del hormigón, y permitan a éste envolverlas sin dejar coqueas.

En vigas y en elementos análogos, las barras que se doblen deberán ir convenientemente envueltas por cercos o estribos en la zona del codo.

Esta disposición es siempre recomendable, cualquiera que sea el elemento de que se trate. En estas zonas, cuando se doblen simultáneamente muchas barras, resulta aconsejable aumentar el diámetro de los estribos o disminuir su separación.

Se autoriza el uso de la técnica de la soldadura para la elaboración de la ferralla, siempre que la operación se realice con las debidas garantías y normas de buena práctica, el acero sea apto para la soldadura y se efectúe previamente a la colocación de la ferralla en el encofrado. Los cercos o estribos se sujetarán a las barras principales mediante simple atado u otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura una vez situada la ferralla en los moldes o encofrados.

Cuando exista el peligro de que se puedan confundir unas barras con otras, se prohíbe el empleo simultáneo de aceros de características mecánicas diferentes. Se podrán utilizar, no obstante, en un mismo elemento dos tipos diferentes de acero, uno para la armadura principal y otro para los estribos.

En la ejecución de las obras se cumplirá en todo caso, lo indicado en 40º "Anclaje de las armaduras" y 41º "Empalme de las armaduras".

COMENTARIOS

Los calzos y apoyos provisionales de las armaduras en los encofrados o moldes deben ser de hormigón, mortero, plástico u otro material apropiado, desaconsejándose el empleo de los de madera. Tampoco es conveniente utilizar para estos fines elementos metálicos si han de quedar vistos, pues podrían perjudicar la durabilidad de la obra, o su buen aspecto.

Si los calzos son de hormigón, éste deberá ser en cuanto a resistencia, permeabilidad, higroscopicidad, dilatación térmica, etc. de una calidad comparable a la del utilizado en la construcción de la pieza. Análogamente, si son de mortero, la calidad de éste será semejante a la del mortero extraído del hormigón de la obra.

Cuando se utilicen apoyos de plástico, para asegurar su buen enlace con el hormigón de la pieza, aquellos deberán presentar orificios cuya sección total sea al menos equivalente al 25% de la superficie bruta del calzo.

Aún cuando no exista peligro de confusión de barras, debe evitarse, en la medida de lo posible, el empleo simultáneo, como armaduras longitudinales las de acero de características diferentes. Además, deben acopiarse separadamente las barras de distinto tipo o proceso de fabricación, y las barras soldables de las que no lo son.

Una forma de evitar confusiones en obra es marcar con distintos colores las barras de aceros diferentes siguiendo el código de colores de la UNE 36.039/I/88 (véase comentario de 9.3).

13.2.1. Barras aisladas**COMENTARIOS**

En el caso en que se disponga varias capas de barras como armadura, se recomienda aumentar prudencialmente las separaciones mínimas del artículado.

13.2.2. Grupos de barras

Se llama grupo de barras a dos o más barras puestas en contacto.

- A) Como norma general, se podrán colocar grupos de hasta tres barras como armadura principal, siempre que sean corrugadas. Cuando se trate de piezas comprimidas, hormigonadas en posición vertical, y cuyas dimensiones sean tales que no hagan necesario disponer empalmes en las armaduras, podrán colocarse grupos de hasta cuatro barras corrugadas.
- B) En los grupos de barras para determinar las magnitudes de los recubrimientos y las distancias libres a las armaduras vecinas, se considerará como diámetro de cada grupo el de la sección circular de área equivalente a la suma de las áreas de las barras que lo constituyan. Estas magnitudes se medirán a partir del contorno real del grupo.
- C) En los grupos, el número de barras y su diámetro serán tales que el diámetro equivalente del grupo, definido en la forma indicada en el párrafo anterior, no sea mayor que 50 mm, salvo en piezas comprimidas que se hormigonen en posición vertical en las que podrá elevarse a 70 mm la limitación anterior. En las zonas de solapo el número máximo de barras en contacto en la zona del empalme será de cuatro.

COMENTARIOS

Para facilitar la puesta en obra del hormigón, resulta ventajoso, a veces, adoptar las disposiciones previstas en los puntos A) y C). Tales disposiciones son aconsejables tan sólo con hormigones de buena calidad, debiendo, además asegurar el buen recubrimiento de las barras mediante un cuidadoso vibrado de la masa en las zonas de hormigón vecinas.

15.2.8. Servicio de control de calidad de producción

La central dispondrá de un servicio de laboratorio propio o contratado, que le permita realizar los ensayos previstos para el control de calidad de producción.

15.2.9**COMENTARIOS**

Cuando el hormigón se designa por dosificación el utilizador recaba para sí la responsabilidad de la resistencia que el mismo alcance, a

diferencia del otro caso en que dicha responsabilidad corresponde al suministrador.

Por ello, es recomendable especificar el hormigón preparado por resistencia, salvo en casos de hormigones especiales.

Se recuerda que la homogeneidad del hormigón es una característica exigible en todos los casos, y que la forma de comprobarla viene establecida en el último párrafo de 15.2.5.

La responsabilidad derivada del empleo de un determinado tipo de aditivo y/o de adición corresponde al utilizador en el caso de que sea éste quien lo/s especifique y del suministrador en caso contrario.

Si el utilizador no hiciere indicación expresa acerca del empleo o prohibición sobre el uso de aditivos y/o adiciones, el suministrador puede emplearlos, informando de ello previamente al utilizador y garantizando en cualquier caso el hormigón suministrado.

15.2.9.1 Definición

Se entiende por hormigón preparado aquél que se fabrica en una central que no pertenece a las instalaciones propias de la obra y está inscrita en el Registro Industrial según Orden Ministerial de 3 de agosto de 1979 del Ministerio de Industria y Energía. Esta inscripción estará a disposición del utilizador y de las Administraciones competentes.

Deberá cumplir, en consecuencia, además de las especificaciones del presente apartado, todo lo prescrito en los apartados 15.2.1 a 15.2.8.

Artículo 19º. Hormigonado en tiempo caluroso

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa.

Los materiales almacenados con los cuales vaya a fabricarse el hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá éste del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseque.

Si la temperatura ambiente es superior a 40º C o hay un viento excesivo se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa del Director de Obra, se adopten medidas especiales, tales como enfriar el agua, amasar con hielo picado, enfriar los áridos, etc.

COMENTARIOS

Se entenderá por tiempo caluroso aquel en que se produzca cualquier combinación de altas temperaturas, baja humedad relativa y alta velocidad del viento, que tiendan a empeorar la calidad del hormigón o que puedan conferir propiedades no deseadas.

Para reducir la temperatura de la masa de hormigón se recomienda recurrir al empleo de agua fría o hielo.

Cuando el hormigonado se efectúe a temperatura superior a los 40° C será necesario regar continuamente las superficies del hormigón durante diez días por lo menos, o tomar otras precauciones especiales, para evitar la desecación de la masa durante su fraguado y primer endurecimiento.

Artículo 23º. Observaciones generales respecto a la ejecución

23.1. Adecuación del proceso constructivo al proyecto

Se adoptarán las medidas necesarias para conseguir que las disposiciones constructivas y los procesos de ejecución se ajusten en todo a lo indicado en el proyecto.

En particular, deberá cuidarse de que tales disposiciones y procesos sean compatibles con las hipótesis consideradas en el cálculo, especialmente en lo relativo a los enlaces (empotramientos, articulaciones, apoyos simples, etc.).

Todas las manipulaciones y situaciones provisionales y, en particular, el transporte, montaje y colocación de las piezas prefabricadas, deberán ser objeto de estudios previos. Será preciso también justificar que se han previsto todas las medidas necesarias para garantizar la seguridad, la precisión en la colocación y el mantenimiento correcto de las piezas, en su posición definitiva, antes y durante la ejecución y, en su caso, durante el endurecimiento de las juntas construidas en obra.

Si el proceso constructivo sufre alguna modificación sustancial deberá ser objeto de un nuevo estudio a nivel de proyecto.

23.2. Acciones mecánicas durante la ejecución

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

Cuando la construcción de las obras de lugar a fases sucesivas de desdoblado, o de puesta en carga, puede ser necesario determinar las sollicitaciones correspondientes a un cierto número de estas fases.

COMENTARIOS

La actuación prematura de cargas estáticas o dinámicas, de valor excesivo, puede originar daños de diversa índole que se reflejan, normalmente, en una fisuración o deformación inadmisibles de los elementos ya hormigonados y que es imprescindible evitar. La acumulación de materiales (acopio de ladrillos en forjados de edificación, por ejemplo) y la trepidación originada por ciertas máquinas auxiliares de obra, son dos de las causas que pueden provocar tales daños en aquellos elementos sobre los que actúan directamente esas cargas, especialmente si dichos elementos no han alcanzado aún su resistencia prevista.

Como norma general, se admite superponer las deformaciones calculadas (en lugar de las tensiones) correspondientes a las sucesivas fases constructivas. De esta forma, y utilizando los diagramas tensiones-deformaciones de los materiales, se pueden tener en cuenta adaptaciones que resultan favorables desde el punto de vista económico.

24.2. Durabilidad del hormigón

Durabilidad de un elemento de hormigón es su capacidad de comportarse satisfactoriamente frente a las acciones físicas, químicas agresivas y proteger adecuadamente las armaduras y demás elementos metálicos embebidos en el hormigón durante la vida de servicio de la estructura. La durabilidad debe conseguirse a través de un adecuado proyecto, construcción y mantenimiento del elemento.

Por lo que respecta a la durabilidad del hormigón, deberá elegirse cuidadosamente en el proyecto el tipo y clase del cemento que haya de ser empleado, según las características particulares de la obra o parte de la misma de que se trate y la naturaleza de las acciones o ataques que sean de prever en cada caso. Si se emplean distintos tipos de cementos en una misma obra, se tendrá presente lo indicado en los últimos párrafos de los Artículos 15º y 17º.

En cuanto a los áridos, deberá comprobarse que cumplen las limitaciones indicadas en el Artículo 7º y, de modo especial, las relativas a reactividad con los álcalis del cemento.

Con independencia de las precauciones señaladas, que tienen un carácter marcadamente preventivo, deberán adoptarse medidas especiales de protección del hormigón ya endurecido, mediante revestimientos o tratamientos superficiales adecuados, en función de la naturaleza e intensidad de las acciones nocivas actuantes.

COMENTARIOS

En la protección frente a los agentes físicos y químicos agresivos, las medidas preventivas suelen ser las más eficaces y menos costosas. Por ello, la durabilidad es una cualidad que debe tenerse en cuenta durante la realización del proyecto, estudiando la naturaleza e intensi-

dad potencial previsible del medio agresivo y eligiendo los materiales, dosificaciones y procedimientos de puesta en obra más adecuados en cada caso.

Entre las muchas variables que influyen en los fenómenos de carácter agresivo, la compactación del hormigón es una de las más importantes y todo lo que se haga por aumentarla redundará en una mayor durabilidad del elemento correspondiente.

Por otra parte, la elección del tipo y clase del cemento o cementos que vayan a emplearse, es otro extremo con repercusión directa en la durabilidad del hormigón.

Por último, se reseñan a continuación las sustancias que, de un modo genérico, poseen carácter agresivo para el hormigón:

- a) sales que posean olor amoniacal o que, por su carácter ácido, enrojecen el papel azul de tornasol humedecido con agua destilada;
- b) líquidos que desprendan burbujas gaseosas, posean olor nauseabundo, dejen residuos cristalinos o terrosos al evaporarlos o que por su carácter ácido enrojecen el papel azul de tornasol; aguas muy puras o de alta montaña y aceites vegetales;
- c) tierras o suelos con humus o sales cristalizadas; sólidos secos o húmedos cuyas dispersiones acuosas enrojecen el papel azul de tornasol.

24.4. Limitaciones a los contenidos de agua y de cemento

COMENTARIOS

Una condición para garantizar la durabilidad del hormigón, así como su colaboración a la protección de las armaduras frente a la corrosión consiste en obtener un hormigón con una permeabilidad reducida. Para obtenerla son decisivos la elección de una relación agua/cemento suficientemente baja, la compactación idónea del hormigón, un contenido adecuado de cemento y la hidratación suficiente de éste, conseguida por un cuidadoso curado.

Las limitaciones al contenido de cemento y agua del hormigón (esta última, a través de la limitación de la relación agua/cemento) dadas en el articulado junto con los recubrimientos establecidos en 13.3., son en general suficientes para conseguir la citada garantía.

Existen procedimientos directos como el ensayo para la determinación de la profundidad de penetración de agua, según lo indicado en UNE 83.309/90, cuya realización se recomienda en casos especiales, determinados por las características de la obra o por la especial agresividad

del ambiente. En este sentido se considera suficientemente impermeable el hormigón si cumple:

Profundidad máxima de penetración ≤ 50 mm

Profundidad media de penetración ≤ 30 mm

Se recuerda (Artículo 14º) que el contenido máximo de cemento del hormigón está limitado a 400 kg/m³, salvo casos excepcionales.

31.1. Estados límites últimos

La nota (1) de pie de los cuadros 31.1 y 31.3 quedará redactada de la siguiente manera:

Este nivel de control sólo puede utilizarse para obras de ingeniería de pequeña importancia, para edificios de viviendas de una o dos plantas, o en aquellos edificios de viviendas de hasta cuatro plantas en los que el hormigón sólo se destine a elementos trabajando a flexión con luces moderadas. Con este nivel de control, no se adoptará en el cálculo una resistencia de proyecto mayor de 175 kp/cm².

45.3. Cálculo de las flechas instantáneas

Para el cálculo de la flecha instantánea, se define como momento de inercia equivalente de una sección el valor I_e dado por la fórmula:

$$I_e = \left(\frac{M_f}{M_0} \right)^3 I_b + \left(1 - \left(\frac{M_f}{M_0} \right)^3 \right) I_f \geq I_b$$

siendo:

M_f = Momento nominal de fisuración de la sección, que se calcula mediante la expresión:

$$M_f = \frac{f_{ct} \cdot I_b}{\gamma_1}$$

donde f_{ct} es la resistencia a flexotracción que se puede tomar igual a $0,8 \sqrt{f_{ctj}^2}$ para f_{ctj} y $f_{ctk,j}$ en kp/cm².

γ_1 = Distancia del c.d.g. de la sección bruta, (es decir, considerando el hormigón sin fisuras y no teniendo en cuenta las armaduras), a la fibra extrema en tracción.

M_0 = Momento flector aplicado en la sección en el estado de carga para el que se calcula la flecha.

I_b = Momento de inercia de la sección bruta respecto al eje perpendicular al plano medio de la pieza, que pase por su c.d.g. Si se desea, se podrá usar en su lugar el momento de inercia de la sección homogeneizada I_h obtenido añadiendo al anterior el de las armaduras multiplicado por el coeficiente de equivalencia $n = E_s/E_c$, donde E_s es el módulo de elasticidad del acero y E_c el

módulo instantáneo de deformación del hormigón a la edad de la puesta en carga.

I_f = Momento de inercia de la sección fisurada, es decir, despreciando la zona de hormigón sometida a tracción y homogeneizando las áreas de las armaduras multiplicándolas por el valor $\alpha = \frac{E_s}{E_{c,j}}$

donde:

E_s = Módulo de elasticidad del acero

$E_{c,j}$ = Módulo de deformación del hormigón para cargas instantáneas a la edad j, definido en 26.7.

Si $M_a \leq M_f$ se tomará $I_e = I_g$

-Para piezas simplemente apoyadas se adoptará como inercia media ponderada a lo largo de la luz el valor I_e correspondiente a la sección central.

Para voladizos el valor correspondiente a la sección de arranque.

En el caso de vigas hiperestáticas se adoptarán los valores siguientes:

-Vanos interiores de dinteles continuos:

$$I_e = 0,70 I_{em} + 0,15 (I_{e1} + I_{e2})$$

-Vanos con un extremo apoyado y el otro continuo:

$$I_e = 0,85 I_{em} + 0,15 I_{ec}$$

En las expresiones anteriores, I_{em} es el valor de I_e correspondiente a la sección en el punto medio de la luz, I_{e1} e I_{e2} los correspondientes a los apoyos, e I_{ec} el relativo al apoyo continuo en el caso de vano con un extremo apoyado y el otro continuo.

45.4 Cálculo de las flechas diferidas

Las flechas adicionales diferidas, producidas por cargas de larga duración, resultantes de las deformaciones por fluencia y retracción, se pueden estimar, salvo justificación más precisa, multiplicando la flecha instantánea correspondiente por el factor

$$\lambda = \frac{E_c}{1 + 50 \rho'}$$

donde:

$\rho' = A' / (bd)$, siendo A' el área de la armadura comprimida, b el ancho de la cara comprimida y d el canto útil.

Para piezas simplemente apoyadas se adoptará como valor de ρ' para el cálculo de λ , el correspondiente a la sección central.

Para voladizos, el valor correspondiente a la sección de arranque.

En el caso de piezas hiperestáticas, se adoptarán los valores siguientes:

- Vanos interiores de dinteles continuos:

$$\rho' = 0,70 \rho'_c + 0,15 (\rho'_{e1} + \rho'_{e2})$$

- Vanos con un extremo apoyado y el otro continuo:

$$\rho' = 0,85 \rho'_c + 0,15 \rho'_{ec}$$

En las expresiones anteriores, ρ'_c es el valor de la cuantía en el punto medio de la luz; ρ'_{e1} y ρ'_{e2} los correspondientes a los apoyos, y ρ'_{ec} el relativo al apoyo continuo en el caso de vano con un extremo continuo y el otro apoyado.

ξ_j = Coeficiente función de la dirección de aplicación de la carga que viene indicado en la tabla:

| | |
|--------------|-----|
| 5 o más años | 2,0 |
| 1 año | 1,4 |
| 6 meses | 1,2 |
| 3 meses | 1,0 |
| 1 mes | 0,7 |
| 2 semanas | 0,5 |

Para edad j de carga y t de cálculo de la flecha, el valor de ξ_j a tomar en cuenta para el cálculo de λ es $\xi_j(t) = \xi_j(j)$.

En el caso de que la carga se aplique por fracciones P_1, P_2, \dots, P_n , se puede adoptar como valor de ξ_j el dado por:

$$\xi_j = (\xi_{j1} P_1 + \xi_{j2} P_2 + \dots + \xi_{jn} P_n) / (P_1 + P_2 + \dots + P_n)$$

61.2.2 Armadura principal

Se tomará como valor del área de la armadura principal A_s el mayor de los valores siguientes:

$$A_s = A_{sf} + A_{sn}$$

$$A_s = \frac{2}{3} A_{sv} + A_{sn}$$

$$A = 0,04 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d$$

Siendo:

A_{sf} = Armadura necesaria para resistir el momento flector

A_{sn} = Armadura necesaria para resistir la tracción horizontal

A_{sv} = Armadura necesaria para resistir el esfuerzo cortante

b = Anchura de la ménsula en la cara del pilar

61.2.2.3 Cálculo de A_{sv}

La armadura de cortante A_{sv} viene dada por la expresión:

$$A_{sv} = \frac{V_d}{f_{yd} \cdot \cotg \theta} \quad (1) \text{ con } f_{yd} \leq 4.200 \text{ kp/cm}^2$$

debiéndose verificar además que:

$$\tau_d = \frac{V_d}{b \cdot d} \leq 0,17 f_{ck} \leq 50 \text{ kp/cm}^2 \quad (2)$$

En la expresión (1) anterior, θ es el ángulo de inclinación sobre el plano P de las compresiones oblicuas. El valor de este ángulo se deducirá de las expresiones siguientes:

$\cotg \theta = 1,4$ si se hormigona la ménsula monolíticamente con el pilar

$\cotg \theta = 1,0$ si se hormigona la ménsula sobre el hormigón del pilar endurecido.

$\cotg \theta = 0,7$ para el caso anterior, pero con rugosidad débil de la superficie del hormigón endurecido.

COMENTARIOS

La expresión (1) anterior resulta de aplicar la teoría de corte-fricción al plano P, adoptando como ángulo de la armadura A_{sv} con el citado plano P, 90° . Es decir, el articulado asume que la armadura de corte se dispone horizontal (véase Artículo 61.2.3).

La expresión (2) anterior es equivalente a la limitación de compresiones en las bielas (véase Artículo 39.1.2).

61.2.3 Armaduras secundarias

Cálculada el área total A_{sv} necesaria para resistir el esfuerzo cortante de cálculo V_d , de acuerdo con lo indicado en el Artículo 61.2.2.3., se colocarán estribos horizontales según se indica a continuación (ver figura 61.2.3.).

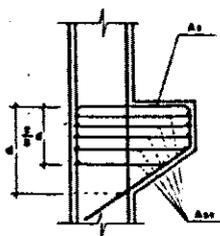


Figura 61.2.3

-si $A_{sv} > \frac{2}{3} A_{sv}$, se dispondrá un área de estribos horizontales $A_{se} = 0,5 A_{sv}$

-si $A_{sv} < \frac{2}{3} A_{sv}$, se dispondrá un área de estribos horizontales $A_{se} = \frac{1}{3} A_{sv}$

La armadura así obtenida, A_{se} , se deberá distribuir uniformemente en los 2/3 superiores del canto útil, contados a partir de la armadura A_s (ver Figura 61.2.3.).

COMENTARIOS

De acuerdo con lo indicado en el articulado, entre la armadura $A_s - A_{sh}$ y la A_{se} se cubre siempre el estado de corte-fricción.

Artículo 63. Control de los componentes del hormigón

El control de los componentes del hormigón se realizará de la siguiente manera:

a) En el caso de hormigones fabricados en una central que disponga de un servicio de laboratorio propio, o de un laboratorio contratado que cumpla con lo establecido en el Real Decreto 1230/1989 de 13 de octubre y disposiciones que lo desarrollan, no será necesaria la realización de ensayos de recepción en obra de los materiales componentes, siendo obligación de la central el control de estos materiales.

b) En el caso de hormigones no fabricados en central o bien fabricados en una central que no cumpla con lo prescrito en a) se estará a lo dispuesto en los apartados de este Artículo.

63.1.2. Ensayos

La toma de muestras se realizará según el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos.

Antes de comenzar el hormigonado o si varían las condiciones de suministro se realizarán los ensayos físicos, mecánicos y químicos previstos en el Pliego antes citado, además de los previstos en su caso en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Al menos una vez cada tres meses de obra; y cuando lo indique el Director de Obra, se comprobará al menos: pérdida al fuego, residuo insoluble, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen, según las normas de ensayo establecidas en el referido Pliego.

Cuando el cemento posea un Sello o Marca de Conformidad oficialmente homologado o procediendo de un Estado miembro de la Comunidad Económica Europea tenga un Sello o Marca de Conformidad reconocido como equivalente por la Administración, la Dirección de Obra podrá eximir de las exigencias de los dos párrafos anteriores, siendo sustituidas por una copia de los documentos de identificación del cemento indicados en 5.1.

En cualquier caso deberán conservarse muestras preventivas.

63.4.1. Especificaciones

COMENTARIOS

Las prescripciones del articulado vienen a establecer, en espera de una homologación general de los aditivos, una homologación para cada obra en particular, que permite seleccionar al comienzo de la misma las

marcas y tipos que pueden emplearse a lo largo de ella sin que sus efectos sean perjudiciales para las características de calidad del hormigón o para las armaduras. Se recomienda que los ensayos sobre aditivos se realicen de acuerdo con las UNE 83.205/85, 83.206/85, 83.207/85, 83.208/85, 83.209/86, 83.225/86, 83.226/86, 83.227/86, 83.240/86, 83.254/87, 83.255/87, 83.256/87, 83.257/87, 83.258/87 y 83.259/87.

Como, en general, no será posible establecer un control permanente sobre los componentes químicos del aditivo en la marcha de la obra, control por otra parte no prescrito aunque sí recomendado cuando sea posible, se establece que el control que debe realizarse en obra sea la simple comprobación de que se emplean aditivos aceptados en la fase previa, sin alteración alguna.

Se comprobará que las características de la adición empleada no varían a lo largo de la obra. Se recomienda que la toma de muestras y el control sobre las cenizas volantes se realicen de acuerdo con las UNE 83.421/87 y 83.422/86.

69.1. Generalidades

Estos ensayos son preceptivos en todos los casos y tienen por objeto comprobar, a lo largo de la ejecución, que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto.

El control podrá realizarse en dos modalidades:

- Control total (control al 100 por 100), cuando se conozca la resistencia de todas las masadas.
- Control estadístico del hormigón, cuando solo se conozca la resistencia de una fracción de las masadas que se controlan. En este caso, en función del valor adoptado para γ_c y de acuerdo con el Artículo 31º, se establecen tres niveles de control estadístico de la calidad del hormigón:

- control estadístico a nivel reducido
- control estadístico a nivel normal
- control estadístico a nivel intenso

En ambas modalidades los ensayos se realizan sobre probetas ejecutadas en obra conservadas, refrentadas y rotas según UNE 83.301/84, UNE 83.303/84 y UNE 83.304/84.

Para edificación los ensayos de control del hormigón, serán realizados por laboratorios que cumplan lo establecido en el Real Decreto 1230/1989 de 13 de octubre de 1989 y disposiciones que lo desarrollan.

69.3.1. Ensayos de control a nivel reducido

En este nivel el control se realiza por medición de la consistencia del hormigón, fabricado de acuerdo con dosificaciones tipo.

Con la frecuencia que se indique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o por el Director de Obra, y con no menos de cuatro determinaciones espaciadas a lo largo del día se realizará un ensayo de consistencia, según el Artículo 65º.

De la realización de tales ensayos quedará en obra la correspondiente constancia, a través de los valores obtenidos y decisiones adoptadas en cada caso.

Esta modalidad de control es de aplicación exclusivamente a obras en que la resistencia característica exigida en el proyecto no sea superior a 175 kp/cm^2 , se empleen dosificaciones tipo, con un mínimo de 300 kg de cemento, de clase 35, por metro cúbico de hormigón, y en cuyo proyecto se haya adoptado $\gamma_c = 1,70$, en correspondencia con el Artículo 31º.

Para elementos de hormigón en masa, se podrá reducir la dosificación mínima a 250 kg de cemento, de clase 35, conservando las restantes prescripciones del párrafo anterior.

69.3.2. Ensayos de control a nivel normal

Esta modalidad de control es de aplicación a obras en cuyos proyectos se haya adoptado para γ_c un valor $\gamma_c \geq 1,5$ en correspondencia con el Artículo 31º.

A efecto de control, salvo excepción justificada, se dividirá la obra en partes sucesivas (lotes) inferiores cada una al menor de los límites señalados en el cuadro 69.3.2.a. No se mezclarán en un mismo lote elementos de función resistente distinta, es decir, que pertenezcan a columnas distintas del cuadro.

El control tiene por objeto determinar si el hormigón de cada lote es aceptable con arreglo a los criterios de esta Instrucción.

El control se realiza determinando la resistencia de N masadas (véase 10.2) en número $N \geq 2$ y frecuencia que fijará el Director de Obra de no estar prevista en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, tomadas al azar entre los componentes de la obra sometida a control. Cuando el lote abarque a dos plantas, el hormigón de cada una de ellas deberá dar origen al menos a una determinación.

En todo caso, el contratista podrá utilizar un número de determinaciones superior al mencionado anteriormente, siendo a su costa el sobre-coste del ensayo.

Ordenados los resultados de las determinaciones de resistencia de las N masadas controladas en la forma:

$$r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_m \leq \dots \leq r_N$$

se define como resistencia característica estimada, en este nivel, la que cumple las siguientes expresiones:

$$\text{Si } N < 6; \quad f_{est} = k_N \cdot x_1$$

$$\text{Si } N \geq 6; \quad f_{est} = 2 \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_{m-1}}{m-1} - \frac{1}{m} k_N x_1$$

siendo:

k_N = Coeficiente dado en el cuadro 69.3.2.b en función de N y del tipo de instalación en que se fabrique el hormigón

x_1 = Resistencia de la amasada de menor resistencia

m = 1/2 si N es par

$$N - 1$$

$m = \frac{N-1}{2}$ si N es impar

$$2$$

el lote sometido a control será aceptable si se verifica que:

$$f_{est} \geq f_{ck}$$

Cuadro 69.3.2.a

| Límite superior | Tipo de elementos estructurales | | |
|-----------------------|--|--|---|
| | Elementos comprimidos (pilares, muros portantes, etc.) | Elementos en flexión simple (vigas, forjados, muros de contención, etc.) | Mazcos (zapatas, entribos de puente, bloques, etc.) |
| Volumen de hormigón | 50 m ³ | 100 m ³ | 100 m ³ |
| Número de masas (1) | 25 | 50 | 100 |
| Tiempo de hormigonado | 2 semanas | 2 semanas | 1 semana |
| Superficie construida | 1.000 m ² | 1.000 m ² | — |
| Número de plantas | 2 | 2 | — |

(1) Este límite no es obligatorio en obras de edificación.

En el caso de hormigones fabricados en central de hormigón preparado en posesión de un Sello de Calidad oficialmente reconocido, se podrá reducir el muestreo al 50% de los lotes, realizando éste al azar, siempre y cuando se den además las siguientes condiciones:

- Los resultados de control de producción exigidos por el Sello están a disposición del utilizador y sus valores son satisfactorios.

- El número mínimo de lotes que deberá muestrearse en obra será de tres, correspondiendo a los lotes relativos a los tres tipos de elementos estructurales que figuran en el cuadro 69.3.2.a; en caso de que haya más lotes corresponderán preferentemente a elementos trabajados a compresión.

- En el caso de que en algún lote la f_{est} fuese menor que la resistencia característica de proyecto se muestrearán en obra el 100% de los lotes hasta que cuatro lotes consecutivos obtengan resultados correctos.

Cuadro 69.3.2.b

Valores de k_N

| N | Hormigones fabricados en central con laboratorios según 63.a | | Otros casos (63.b) |
|---|--|--|--------------------|
| | Con Sello de Calidad oficialmente reconocido | Sin Sello de Calidad oficialmente reconocido | |
| 2 | 0,90 | 0,88 | 0,76 |
| 3 | 0,93 | 0,91 | 0,81 |
| 4 | 0,95 | 0,93 | 0,86 |
| 5 | 0,96 | 0,95 | 0,89 |
| 6 | 0,97 | 0,96 | 0,92 |
| 7 | 0,98 | 0,97 | 0,94 |
| 8 | 0,99 | 0,98 | 0,96 |

COMENTARIOS

Se consideran en este nivel los casos frecuentes en que las determinaciones de resistencia de las masas componentes de la parte de obra sometida a control no responden a criterios sistemáticos, en su número ni en su frecuencia. Es posible, por lo tanto, que puedan introducirse errores en la fabricación del hormigón, de trascendencia para su resistencia, no fácil ni inmediatamente detectables. Para reducir en lo posible tales efectos, se establece que γ_c sea igual o superior a 1,5.

En realidad, en este nivel, la función para determinar la resistencia característica estimada sería $f_{est} = k_N \cdot x_1$, con los significados establecidos para k_N y x_1 . Tal función exige conocer el coeficiente de variación δ de la población para poder aplicarse con toda corrección, puesto que k_N es función de tal coeficiente de variación y del número n. Sin embargo, como para que la estimación de δ tenga una fiabilidad aceptable es necesario que se controle un número de masas n superior al que habitualmente se emplea, y, como por otra parte, a partir de $N=6$ las diferencias entre los valores k_N para el mismo valor de N y diferentes coeficientes de variación es inferior al 5 por 100, se ha preferido ligar los valores de k_N al tipo de control con que se fabrica el hormigón, desligándolo del cálculo de δ , mediante la aceptación previa de las siguientes hipótesis:

a) que los hormigones fabricados en central tienen un coeficiente de variación del orden de 0,10 a 0,13 y tanto menor cuanto más fiable sea el control de producción;

b) que los restantes hormigones tienen un coeficiente de variación del orden de 0,20 a 0,23.

A partir de estas hipótesis y otorgando una probabilidad de aceptación homogénea para todos los casos, se obtienen los valores de k_N que figuran en el cuadro 69.3.2.b.

Con lo anterior, en los casos de $N \geq 5$ la discrepancia producida en f_{est} por una errónea estimación de δ será prácticamente insignificante, habiéndose aceptado la posibilidad de emplear una segunda función

de estimación, dependiente únicamente de los valores muestrales, y prevista, en principio, para el control a nivel intenso, a fin de paliar aún más los posibles casos en que la diferencia en cuestión, aún pequeña, pudiera tener importancia.

Los casos en que $n < 6$ son los que presentan más dificultad, puesto que ni es posible estimar δ con precisión, ni introducir un segundo estimador de comparación; en ellos, evidentemente, una errónea estimación previa de su coeficiente de variación puede tener repercusiones a la hora de la aceptación. Cuando sea posible la realización de los ensayos de una manera sistemática, se recomienda comenzar la serie de ensayos con valores de $N \geq 6$, continuando con la misma extensión de la muestra durante el control de los cuatro o cinco primeros lotes; con la totalidad de los valores muestrales obtenidos puede entonces calcularse el coeficiente de variación de la población con suficiente garantía y, una vez cerciorados del caso de que se trata a efectos de la elección de K_M , reducir el valor de N en el control de los restantes lotes de la obra.

Finalmente, debe añadirse que los valores dados en el cuadro 69.3.2.a, aptos para la gran generalidad de la obra, pudieran requerir una juiciosa adaptación en algún caso singular, cuando su aplicación directa conduzca a muestreos excesivos.

71.6. Condiciones de aceptación o rechazo de los aceros

Según el resultado de los ensayos a que ha sido sometido el acero y según los tres tipos de control admitidos se ajustará la Dirección de Obra a los siguientes criterios de aceptación o rechazo:

a) Control a nivel reducido

Comprobación de la sección equivalente: Si las dos verificaciones que han sido realizadas resultan satisfactorias, la partida quedará aceptada. Si las dos resultan no satisfactorias, la partida será rechazada. Si se registra un solo resultado no satisfactorio, se verificarán cuatro nuevas muestras correspondientes a la partida que se controla; y si alguna de estas nuevas cuatro verificaciones resulta no satisfactorio la partida será rechazada. En caso contrario, será aceptada.

Formación de grietas o fisuras en los ganchos de anclaje: La aparición de grietas o fisuras en los ganchos de anclaje de cualquier barra, obligará a rechazar toda la partida a la que la misma corresponda.

b) Control a nivel normal o a nivel intenso

Comprobación de la sección equivalente: Se efectuará igual que en el caso de control a nivel reducido.

Características geométricas de los resaltes de las barras corrugadas: El incumplimiento de los límites admisibles estable-

cidos en el certificado de homologación, será condición suficiente para que se rechace la partida correspondiente.

Ensayos de doblado simple y de doblado-desdoblado: Si los resultados obtenidos en las dos probetas ensayadas son satisfactorios, la partida quedará aceptada. Si fallase uno de los resultados, se someterán a ensayo cuatro nuevas probetas. Cualquier fallo registrado en estos nuevos ensayos obligará a rechazar la partida correspondiente. Finalmente, si los resultados obtenidos en las dos probetas inicialmente ensayadas no son satisfactorios, la partida será rechazada.

Ensayos de tracción para determinar el límite elástico, la carga de rotura y el alargamiento en rotura: Mientras los resultados de los ensayos sean satisfactorios se aceptarán las barras del diámetro correspondiente. Si se registra algún fallo, todas las barras de ese mismo diámetro existentes en obra y las que posteriormente se reciban, serán clasificadas en lotes correspondientes a las diferentes partidas suministradas sin que cada lote exceda de las 20 toneladas. Cada lote será controlado mediante ensayos sobre dos probetas. Si los resultados de ambos ensayos son satisfactorios, el lote será aceptado. Si los dos resultados fuesen no satisfactorios, el lote será rechazado, y si solamente uno de ellos resulta no satisfactorio, se efectuará un nuevo ensayo completo de todas las características mecánicas que deben comprobarse, sobre 16 probetas. El resultado se considerará satisfactorio si la media aritmética de los dos resultados más bajos obtenidos supera el valor garantizado y todos los resultados superan el 95% de dicho valor.

En caso contrario el lote será rechazado.

Ensayo de soldeo: En caso de registrarse algún fallo en el control del soldeo en obra, se interrumpirán las operaciones de soldadura y se procederá a una revisión completa de todo el proceso.

c) Control de aceros homologados en obras de edificación

En las obras de edificación si el material ostenta el Sello de Conformidad CIETSID homologado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes o bien otro Sello homologado en un Estado miembro de la Comunidad Económica Europea que tenga un nivel de seguridad equivalente, se procederá de la siguiente manera:

c-1) Si el proyectista prescribe el empleo de acero con este Sello y adopta $\gamma_c = 1,15$ el control a realizar será el correspondiente a nivel normal, pero estableciendo el muestreo sobre lotes de 20 t o fracción del total del acero, procedente de cada uno de los fabricantes, empleado en obra. Asimismo la comprobación de las características mecánicas se realizará sobre una probeta de cada marca

de acero empleada. Si adopta $\gamma_c = 1,10$, el control que habrá que realizar será el del nivel normal, sin reducir la intensidad de muestreo. No se considera necesario aplicar a materiales con este Sello el control a nivel intenso.

c-2) Si no figura en el Proyecto el empleo de acero con este Sello y en él se prevé control a nivel normal, la Dirección de Obra podrá reducir la intensidad del muestreo con los mismos criterios establecidos en el apartado c-1), correspondientes al nivel normal; si en el Proyecto estaba previsto control a nivel intenso, la Dirección de Obra podrá autorizar el control a nivel normal.

c-3) En el caso de que se registre algún fallo en cualquiera de los ensayos, se procederá según lo indicado en b). Cuando se haya adoptado un $\gamma_c = 1,15$ el contraensayo, para el ensayo de tracción, indicado en b) se realizará sobre dos probetas por cada diámetro y lote de todas las barras existentes en obra procedentes del fabricante de aquéllas en las que se ha registrado el fallo y de las que posteriormente se reciban del mismo, sin que cada lote exceda de las 20 t.

ANEXO 3. RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA UTILIZACION DE LOS CEMENTOS (ver comentarios Artículo 5).

A continuación se incluye un cuadro en el que se resumen las recomendaciones más importantes para la posible utilización de los cementos admitidos por esta Instrucción y especificados en el PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS GENERALES PARA LA RECEPCION DE CEMENTOS RC-CC.

En general, las recomendaciones incluidas en dicho cuadro no deben ni pueden ser interpretadas, en ningún caso, como prescripciones.

Las recomendaciones incluidas en la columna "UTILIZABLE PARA" no tienen un carácter limitativo, ya que el tipo, clase y características especiales de los cementos son sólo unas entre las muchas variables que influyen en la calidad y durabilidad del hormigón.

Las recomendaciones de la columna "NO INDICADO PARA", sin llegar a tener un carácter de prescripciones, conviene sean respetadas ya que el haber caso omiso de los mismos puede suponer un riesgo considerable en muchas ocasiones.

Finalmente y abundando en las ideas anteriores debe quedar muy claro que la información incluida en el cuadro da una serie de orientaciones que es prudente respetar, pero que pueden ser modificadas una vez hechos los estudios previos oportunos.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL USO DE LOS CEMENTOS

1 RELATIVAS A LOS PROPIOS CEMENTOS

- 1.1 El **ALMACENAMIENTO** en meses indica el tiempo máximo de almacenamiento en las condiciones normales de clima.
- 1.2 El cemento aluminoso TIPO VI, no debe mezclarse para fines estructurales con ningún otro TIPO de cemento.
- 1.3 Los distintos tipos de cemento a base de clinker portland pueden mezclarse entre sí, aunque hay que tener en cuenta que la mezcla puede modificar: fraguado, retracción, endurecimiento, etc.
- 1.4 Los cementos blancos, TIPOS I-B, II-B y V-B, no deben mezclarse con otros cementos que puedan perjudicar su blancura.
- 1.5 Los cementos tipo I-0, I, II y IV pueden emplearse para HORMIGÓN PRETENSADO siempre que tengan un contenido mínimo de clinker del 75 por cien. En el caso de los cementos de los TIPOS II, II-B, II-C y IV, debe también verificarse que el contenido en sulfatos (S²⁻) no sea superior al 0,2 por cien en masa.
- 1.6 Los cementos TIPOS I-0, I, II, II-B, II-C, II-Z, III y IV, son resistentes al AGUA DE MAR o a los SULFATOS, si llevan siglas M o SM en su denominación. El cemento tipo III-Z es siempre resistente al agua de mar y a los sulfatos.
- 1.7 La **AGRESIVIDAD** del medio de la clasificada a efectos de este cuadro, en los niveles: débil, moderado y alto, en caso de duda conviene estudiar las características del terreno (agua, sales, PH, etc.) y las del ambiente. En cualquier caso debe cumplirse lo indicado en los Apartados 24.2, 24.3 y 24.4.

1.8 Para establecer las **RESISTENCIAS MECANICAS** de los hormigones, se ha empleado la serie definida en el Apartado 26.2 de acuerdo con el criterio siguiente:

- Bajas: Menores que R-150
- Medias: Comprendidas entre R-150 y R-250
- Altas: Comprendidas entre R-250 y R-400
- Muy altas: Superiores a R-400

2 RELATIVAS AL HORMIGÓN

2.1 Las recomendaciones de este cuadro, son para hormigones que no contengan **ADITIVOS** ni **ADICIONES**; en caso contrario hay que tener en cuenta las indicaciones particulares de uso. Ver Art.8

RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA UTILIZACION DE LOS CEMENTOS

| CEMENTOS RC-80 | RELATIVAS A LOS PROPIOS CEMENTOS | | RELATIVAS AL HORMIGÓN | | | |
|------------------------------------|---|---|---|--|--|-------------------------|
| | ALMACENAMIENTO (meses) Ver Art. 5 | UTILIZABLE PARA | NO INDICADO PARA | FABRICACION Y TRANSPORTE (Ver Art. 15) PUESTA EN OBRA (Ver Art. 16) | HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO (Ver Art. 18) HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO (Ver Art. 19) | CURADO (Ver Art. 20) |
| I-0/35 I-0/35A I/35 I/35A | 3 | -Hormigón en masa, armado y pretensado de resistencias mecánicas medias. -Prefabricación con tratamiento higrotérmico. | -Hormigón en medios con nivel de agresividad moderado o alto. -Macizas de gran volumen, en especial con desiccaciones altas. | -Cuidados. | -Cuidados. | -Cuidado. |

| RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA UTILIZACION DE LOS CEMENTOS | | | | | | |
|---|--|---|---|--|--|---|
| CEMENTOS RC-88 | RELATIVAS A LOS PROPIOS CEMENTOS | | | RELATIVAS AL HORMIGON | | |
| | ALMACENAMIENTO (meses) <i>(Ver Art. 5)</i> | UTILIZABLE PARA | NO INDICADO PARA | FABRICACION Y TRANSPORTE <i>(Ver Art. 15)</i> PUESTA EN OBRA <i>(Ver Art. 16)</i> | HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO <i>(Ver Art. 18)</i> HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO <i>(Ver Art. 19)</i> | CURADO <i>(Ver Art. 20)</i> |
| I-0/45 I/45 | 2 | -Hormigón en masa, armado y pretensado de resistencias mecánicas altas. -Prefabricación con o sin tratamiento higrotérmico. | -Hormigón en medio con nivel de agresividad moderado o alto. -Macizas de gran volumen y piezas de gran espesor, en especial con densificaciones altas. -Elementos o piezas finables por retracción. | -Cuidados. | -Cuidados. | -Cuidado, especialmente durante las primeras horas. |
| I-0/45A I/45A | 2 | -Hormigón armado y pretensado de resistencias mecánicas altas a corto plazo. -Prefabricación con o sin tratamiento higrotérmico. | -Hormigón en medio con nivel de agresividad moderado o alto. -Macizas de gran volumen y piezas de gran espesor, en especial con densificaciones altas. -Elementos o piezas finables por retracción. | -Muy cuidados. -Atención a la duración del transporte y puesta en obra. | -Al hormigonar en tiempo caluroso, tomar precauciones. | -Muy cuidado, especialmente durante las primeras horas. |
| I-0/55 I/55 | 1 | -Hormigón armado y pretensado de resistencias mecánicas muy altas. -Prefabricación de todo tipo. | -Hormigón en medio con nivel de agresividad moderado o alto. -Macizas de mediano o gran volumen y piezas de mediano o gran espesor. -Elementos o piezas finables por retracción. | -Muy cuidados. | -Al hormigonar en tiempo caluroso, tomar precauciones. | -Muy cuidado, especialmente durante las primeras horas. |
| I-0/55A I/55A | 1 | -Hormigón armado y pretensado de resistencias mecánicas muy altas a corto plazo. -Prefabricación de todo tipo. | -Hormigón en medio con nivel de agresividad moderado o alto. -Macizas de mediano o gran volumen y piezas de mediano o gran espesor. -Elementos o piezas finables por retracción. | -Muy cuidados. -Atención a la duración del transporte y puesta en obra. | -Al hormigonar en tiempo caluroso, tomar precauciones. | -Extraordinariamente cuidado, especialmente durante las primeras horas. |
| I1/35 I1/35A | 1 | -Hormigón en masa y armado incluso en grandes volúmenes, que requiera un moderado calor de hidratación y resistencias mecánicas medianas. | -Hormigón en medio con nivel de agresividad moderado o alto. -Hormigón pretensado con armadura pretensa. | -Cuidados. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. | -Cuidado, especialmente los primeros días para evitar la desecación. |

NOTA.- Ver RECOMENDACIONES GENERALES (RG) al principio de este cuadro. (cap. A3-1)

| RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA UTILIZACION DE LOS CEMENTOS | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|---|
| CEMENTOS RC-RR | RELATIVAS A LOS PROPIOS CEMENTOS | | | RELATIVAS AL HORMIGON | | |
| | ALMACENAMIENTO (meses) <small>Ver Art. 5</small> | UTILIZABLE PARA | NO INDICADO PARA | FABRICACION Y TRANSPORTE <small>(Ver Art. 15)</small> PUESTA EN OBRA <small>(Ver Art. 16)</small> | HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO <small>(Ver Art. 18)</small> HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO <small>(Ver Art. 19)</small> | CURADO <small>(Ver Art. 20)</small> |
| 11/41 | 2 | Hormigón en masa y armado de resistencias mecánicas altas. Hormigón pretensado. (ver RG 1.5) Prefabricación con tratamiento higrotérmico. | -Hormigón en median con nivel de agresividad moderado o alto. -Macizas de gran volumen y piezas de gran espesor, en especial con densificaciones muy altas. | -Muy cuidados. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evaporación. | -Muy cuidado, especialmente los primeros días para evitar la desecación. -Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación. |
| 11/45A | 2 | Hormigón en masa y armado de resistencias mecánicas altas a corto plazo. Hormigón pretensado. (ver RG 1.5) Prefabricación con tratamiento higrotérmico. | -Hormigón en median con nivel de agresividad moderado o alto. -Macizas de gran volumen y piezas de gran espesor, en especial con densificaciones altas. | -Muy cuidados. -Atención a la duración del transporte y puesta en obra. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evaporación. | -Muy cuidado, especialmente las primeras horas para evitar la desecación. -Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación. |
| 11-5/35 11-5/35A | 3 | -Hormigón en masa y armado incluso en grandes volúmenes, que requiere un moderado calor de hidratación y resistencias mecánicas medianas. -Hormigón en masa y armado en median con nivel de agresividad débil. -Hormigón en masa para obras maritimas. | -Hormigón en median con nivel de agresividad moderado o alto. -Hormigón pretensado con armaduras pretensas. | -Cuidados, especialmente la compactación. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. | -Cuidado y prolongado, sobre todo a temperaturas bajas con viento para evitar la desecación. |

NOTA.-Ver RECOMENDACIONES GENERALES (RG) al principio de este cuadro. (pág. A3-1)

| RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA UTILIZACION DE LOS CEMENTOS | | RELATIVAS A LOS PROPIOS CEMENTOS | | | RELATIVAS AL HORMIGÓN | |
|---|-----------------------------------|--|--|---|---|---|
| CEMENTOS | ALMACENAMIENTO (meses) Ver Art. 5 | UTILIZABLE PARA | NO INDICADO PARA | FABRICACION Y TRANS-PORTA (Ver Art. 15) PUESTA EN OBRA (Ver Art. 16) | HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO (Ver Art. 11) HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO (Ver Art. 11) | CURADO (Ver Art. 20) |
| II-S/45 | 2 | -Hormigón en masa y armado incluído en grandes volúmenes, que requiera un moderado calor de hidratación y resistencias mecánicas altas. -Hormigón en masa y armado en condiciones con nivel de agresividad débil. -Hormigón en masa para obras marítimas. -Hormigón pretensado. (ver RC 1.5) -Prefabricación con tratamiento hidrotérmico. | -Hormigón en medios con nivel de agresividad moderado o alto. | -Muy cuidados, especialmente la compactación. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. | -Muy cuidado y prolongado sobre todo a temperaturas bajas con viento, para evitar la desecación. |
| II-S/45A | 2 | -Hormigón en masa y armado incluído en grandes volúmenes, que requiera un moderado calor de hidratación y resistencias mecánicas altas a corto plazo. -Hormigón en masa y armado en condiciones con nivel de agresividad débil. -Hormigón en masa para obras marítimas. -Hormigón pretensado. (ver RC 1.5) -Prefabricación con tratamiento hidrotérmico. | -Hormigón en medios con nivel de agresividad moderado o alto. | -Muy cuidados, especialmente la compactación. -Atención a la duración del transporte y puesta en obra. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. | -Muy cuidado, especialmente durante las primeras horas. -Muy cuidado y prolongado sobre todo a temperaturas bajas con viento, para evitar la desecación. |
| II-Z/35 II-Z/35A II-C/35 II-C/35A | 3 | -Hormigón en masa y armado de resistencias mecánicas medias. -Hormigón en masa y armado en medios con agresividad débil por aguas puras, carbónicas o con débil acidez mineral. -Prefabricación con tratamiento hidrotérmico. | -Hormigón en medios con nivel de agresividad moderado o alto. -Hormigón pretensado con armaduras pretensadas. | -Cuidados. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evaporación. | -Cuidado y prolongado sobre todo en épocas secas con temperaturas altas y vientos, evitando la desecación. |

NOTA.-Ver RECOMENDACIONES GENERALES (RC) al principio de este cuadro. (págs. A7-1).

| RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA UTILIZACION DE LOS CEMENTOS | | | | | | |
|---|---|---|---|--|--|--|
| CEMENTOS RC-88 | RELATIVAS A LOS PROPIOS CEMENTOS | | | RELATIVAS AL HORMIGON | | |
| | AL MACET NAMEN TO (meses) Ver Art 5 | UTILIZABLE PARA | NO INDICADO PARA | FABRICACION Y TRANS- PORTE (Ver Art 15) PUESTA EN OBRA (Ver Art. 16) | HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO (Ver Art. 18) HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO (Ver Art. 19) | CURADO (Ver Art 20) |
| II-2/45 II-C/45 | 2 | -Hormigón en masa y armado de res- istencias mecánicas altas. -Hormigón en masa y armado en medio con nivel de agresividad débil por agua pura, carbónica o con débil acidez mineral. -Hormigón pretensado. (ver NG 1.5) -Prefabricación con tratamiento higrotérmico. | -Hormigón en medios con nivel de agresividad moderado o alto. -Macizas de gran volumen y piezas de gran espesor. | -Muy cuidadosos. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evapo- ración. | -Muy cuidado y prolonga- do sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evi- tando la desecación. |
| II-2/45A II-C/45A | 2 | -Hormigón en masa y armado de res- istencias mecánicas altas a corto plazo. -Hormigón en masa y armado en medio con nivel de agresividad débil por agua pura, carbónica o con débil acidez mineral. -Hormigón pretensado. (ver NG 1.5) -Prefabricación con tratamiento higrotérmico. | -Hormigón en medios con nivel de agresividad moderado o alto. -Macizas de gran volumen y piezas de gran espesor. | -Muy cuidadosos. -Atención a la duración del transporte y puesta en obra. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evapo- ración. | -Muy cuidado especialmen- te durante las primeras horas. -Muy cuidado y prolonga- do sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evi- tando la desecación. |
| II-2/35 II-P/35A | 3 | -Hormigón en masa, armado y preten- sado de resistencia mecánica medias. -Prefabricación con tratamiento higrotérmico. | -Hormigón en medios con nivel de agresividad moderado o alto. -Macizas de gran volumen y piezas de gran espesor, en especial con densificaciones muy altas. -Hormigón pretensado con armaduras pretensas. | -Cuidadosos. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evapo- ración. | -Cuidado y prolongado sobre todo en climas se- cos con temperaturas extremas y viento, evi- tando la desecación. |
| II-2/45 | 2 | -Hormigón en masa, armado y preten- sado de resistencia mecánica altas. -Prefabricación con o sin tratamien- to higrotérmico. | -Hormigón en medios con nivel de agresividad moderado o alto. -Macizas de gran volumen y piezas de gran espesor, en especial con densificaciones altas. -Elementos y piezas finables por retracción. | -Muy cuidadosos. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evapo- ración. | -Muy cuidado y prolonga- do sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evi- tando la desecación. |

NOTA.-Ver RECOMENDACIONES GENERALES (RG) al principio de este cuadro. (pag. A3-1)

| RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA UTILIZACION DE LOS CEMENTOS | | | | | | |
|---|---|---|--|--|---|--|
| CEMENTOS RC-88 | RELATIVAS A LOS PROPIOS CEMENTOS | | | RELATIVAS AL HORMIGON | | |
| | ALMACENAMIENTO (meses) Ver Art. 5 | UTILIZABLE PARA | NO INDICADO PARA | FABRICACION Y TRANSPORTE (Ver Art. 15) PUESTA EN OBRA (Ver Art. 16) | HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO (Ver Art. 17) HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO (Ver Art. 18) | CURADO (Ver Art. 20) |
| 11-2/45A | 2 | Hormigón en masa, armado y pretensado de resistencias mecánicas altas a corto plazo. Prefabricación con o sin tratamiento higrotérmico. | Hormigón en medio con nivel de agresividad moderado o alto. Hormigón de gran volumen y piezas de gran tamaño, en especial con densificaciones muy altas. Elementos y piezas finurables por retracción. | -Muy cuidadosos. -Atención a la duración del transporte y puesta en obra. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evaporación. | -Muy cuidado especialmente durante las primeras horas. -Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación. |
| 11-1/25 | 3 | Hormigón en masa, armado y pretensado, que requiera un moderado nivel de hidratación y resistencias mecánicas bajas. Hormigón en masa en medio con nivel de agresividad moderado. | Hormigón armado y pretensado. | -Cuidados, procurando una buena compactación. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evaporación. | -Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación rápida. -E emplear si es preciso productos de curado. |
| 111-1/35 111-1/35A | 3 | Hormigón en masa y armado, incluso en grandes volúmenes, que requiera un moderado calor de hidratación y resistencias mecánicas bajas. Hormigón en masa y armado en medio con nivel de agresividad moderado. Prefabricación con tratamiento higrotérmico. | Hormigón pretensado. | -Cuidados, procurando una buena compactación. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evaporación. | -Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación rápida. -E emplear si es preciso productos de curado. |
| 111-1/45 | 2 | Hormigón en masa y armado, incluso en grandes volúmenes, que requiera un moderado calor de hidratación y resistencias mecánicas altas. Hormigón en masa y armado en medio con nivel de agresividad moderado. Prefabricación con tratamiento higrotérmico. | Hormigón pretensado. | -Muy cuidadosos, procurando una buena compactación. | -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evaporación. | -Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación rápida. -E emplear si es preciso productos de curado. |

NOTA.- Ver RECOMENDACIONES GENERALES (RG) al principio de este cuadro. (pag. A3-1)

| RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA UTILIZACION DE LOS CEMENTOS | | | | | | |
|---|---|---|--|--|---|---|
| CEMENTOS RC-88 | RELATIVAS A LOS PROPIOS CEMENTOS | | | RELATIVAS AL HORMIGON | | |
| | ALMACENAMIENTO (mesés) Ver Art. 5 | UTILIZABLE PARA | NO INDICADO PARA | FABRICACION Y TRANSPORTE (Ver Art. 15) PUESTA EN OBRA (Ver Art. 16) | HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO (Ver Art. 17) HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO (Ver Art. 18) | CURADO (Ver Art. 20) |
| 111-1/4A | 2 | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón en masa y armado, incluso en grandes volúmenes, que requiera un moderado calor de hidratación y resistencias mecánicas altas a corto plazo. -Hormigón en masa y armado en medios con nivel de agresividad medio-bajo. -Prefabricación con tratamiento higrotérmico. | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón pretensado. | <ul style="list-style-type: none"> -Muy cuidados, procurando una buena compactación. - Atención a la duración del transporte y puesta en obra. | <ul style="list-style-type: none"> -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evaporación. | <ul style="list-style-type: none"> -Muy cuidado, especialmente durante las primeras horas. -Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación rápida. -Emplear si es preciso productos de curado. |
| 111-2/25 | 3 | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón en masa incluso en grandes volúmenes, que requiera un bajo calor de hidratación y resistencias mecánicas bajas. -Hormigón en masa en medios con nivel de agresividad alto. -Hormigón en masa resistente al agua de mar y a los sulfatos. | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón armado y pretensado. -Hormigón en masa en elementos de gran superficie y/o pequeño espesor. -Hormigón en masa en ambientes muy secos. | <ul style="list-style-type: none"> -Cuidados, procurando una buena compactación. | <ul style="list-style-type: none"> -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evaporación. | <ul style="list-style-type: none"> -Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación rápida. -Emplear si es preciso productos de curado. |
| 111-2/35 111-2/35A | 3 | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón en masa y armado, incluso en grandes volúmenes que requiera un bajo calor de hidratación y resistencias mecánicas medias. -Hormigón en masa y armado en medios con nivel de agresividad alto. -Hormigón en masa y armado, resistente al agua de mar y a los sulfatos. | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón pretensado. -Hormigón en masa y armado en elementos de gran superficie y/o pequeño espesor. -Hormigón en masa y armado en ambientes muy secos. | <ul style="list-style-type: none"> -Cuidado, procurando una buena compactación. | <ul style="list-style-type: none"> -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. -Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evaporación. | <ul style="list-style-type: none"> -Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación rápida. -Emplear si es preciso productos de curado. |

NOTA: Ver RECOMENDACIONES GENERALES (RG) al principio de este cuadro (pag. A3-1)

| RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA UTILIZACION DE LOS CEMENTOS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|---|
| CEMENTOS RC-88 | RELATIVAS A LOS PROPIOS CEMENTOS | | | RELATIVAS AL HORMIGON | | |
| | ALMACENAMIENTO (meses) Ver Art. 5 | UTILIZABLE PARA | NO INDICADO PARA | FABRICACION Y TRANSPORTE (Ver Art. 15) PUESTA EN OBRA (Ver Art. 16) | HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO (Ver Art. 17) HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO (Ver Art. 18) | CURADO (Ver Art. 20) |
| III-2/45 | Z | <p>-Hormigón en masa y armado, incluso en grandes volúmenes, que requiera un bajo calor de hidratación y resistencias mecánicas altas.</p> <p>-Hormigón en masa y armado en medios con nivel de agresividad alto.</p> <p>-Hormigón en masa y armado, resistente al agua de mar y a los sulfatos.</p> | <p>-Hormigón pretensado.</p> <p>-Hormigón en masa y armado en elementos de gran superficie y/o pequeño espesor.</p> <p>-Hormigón en masa y armado en ambientes muy secos.</p> | <p>-Muy cuidados, procurando una buena compactación.</p> | <p>-Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones.</p> <p>-Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evaporación.</p> | <p>Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación rápida.</p> <p>Emplear si es preciso productos de curado.</p> |
| III-2/45A | Z | <p>-Hormigón en masa y armado, incluso en grandes volúmenes, que requiera un bajo calor de hidratación y resistencias mecánicas altas a corto plazo.</p> <p>-Hormigón en masa y armado en medios con nivel de agresividad alto.</p> <p>-Hormigón en masa y armado resistente al agua de mar y a los sulfatos.</p> | <p>-Hormigón pretensado.</p> <p>-Hormigón en masa y armado en elementos de gran superficie y/o pequeño espesor.</p> <p>-Hormigón en masa y armado en ambientes muy secos.</p> | <p>-Muy cuidado, procurando una buena compactación.</p> <p>-Atención a la duración del transporte y puesta en obra.</p> | <p>-Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones.</p> <p>-Al hormigonar en tiempo caluroso evitar la evaporación.</p> | <p>Muy cuidado, especialmente durante las primeras horas.</p> <p>Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación rápida.</p> <p>Emplear si es preciso productos de curado.</p> |
| IV/25 | 3 | <p>-Hormigón en masa, incluso en grandes volúmenes, de resistencias mecánicas bajas.</p> <p>-Hormigón en masa con áridos susceptibles de reactividad frente a Alcalis.</p> <p>-Hormigón en masa en medios con nivel de agresividad débil por aguas puras, carbónicas o con débil acidez orgánica o mineral.</p> | <p>-Hormigón armado y pretensado.</p> | <p>-Cuidados, procurando una buena compactación.</p> | <p>-Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones.</p> | <p>Cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación.</p> |

| RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA UTILIZACION DE LOS CEMENTOS | | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|--|
| CEMENTOS RC-88 | RELATIVAS A LOS PROPIOS CEMENTOS | | | RELATIVAS AL HORMIGON | | |
| | ALMACENAMIENTO (meses) Ver Art. 5 | UTILIZABLE PARA | NO INDICADO PARA | FABRICACION Y TRANSPORTE (Ver Art. 15) PUESTA EN OBRA (Ver Art. 16) | HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO (Ver Art. 17) HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO (Ver Art. 18) | CURADO (Ver Art. 20) |
| IV/35 IV/35A | 3 | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón en masa y armado, incluso en grandes volúmenes, de resistencias mecánicas medias. -Hormigón en masa y armado con áridos sospechosos de reactividad frente a álcalis. -Hormigón en masa en medios con nivel de agresividad débil por aguas puras, carbónicas o con débil acidez orgánica o mineral. -Prefabricación con tratamiento higrotérmico. | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón pretensado con armaduras pretensas. | <ul style="list-style-type: none"> -Cuidados, procurando una buena compactación. | <ul style="list-style-type: none"> -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. | <ul style="list-style-type: none"> -Cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación. |
| IV/45 | 2 | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón en masa y armado, incluso en grandes volúmenes, de resistencias mecánicas altas. -Hormigón en masa y armado con áridos sospechosos de reactividad frente a álcalis. -Hormigón en masa en medios con nivel de agresividad débil por aguas puras, carbónicas o con débil acidez orgánica o mineral. -Hormigón pretensado. (ver RG 1.5) -Prefabricación con tratamiento higrotérmico. | | <ul style="list-style-type: none"> -Muy cuidados, procurando una buena compactación. | <ul style="list-style-type: none"> -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. | <ul style="list-style-type: none"> -Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación. |

| RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA UTILIZACION DE LOS CEMENTOS | | | | | | |
|---|---|---|--|---|--|---|
| CEMENTOS RC-88 | ALMACENAMIENTO (meses) Ver Art. 5 | RELATIVAS A LOS PROPIOS CEMENTOS | | RELATIVAS AL HORMIGON | | |
| | | UTILIZABLE PARA | NO INDICADO PARA | FABRICACION Y TRANSPORTE (Ver Art. 15) PUESTA EN OBRA (Ver Art. 16) | HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO (Ver Art. 17) HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO (Ver Art. 18) | CURADO (Ver Art. 20) |
| IV/45A | 2 | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón en masa y armado, incluso en grandes volúmenes, de resistencias mecánicas altas a corto plazo. -Hormigón en masa y armado con áridos sospechosos de reactividad frente a álcalis. -Hormigón en masa en medios con nivel de reactividad débil por agua pura, carbónica o con débil acidez orgánica o mineral. -Hormigón pretensado. (ver RG 1.5) -Prefabricación con tratamiento higrotérmico. | | <ul style="list-style-type: none"> -Muy cuidados, procurando una buena compactación. -Atención a la duración del transporte y puesta en obra. | <ul style="list-style-type: none"> -Al hormigonar en tiempo frío tomar precauciones. | <ul style="list-style-type: none"> -Muy cuidado, especialmente durante las primeras horas. -Muy cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación. |
| V/25 | 3 | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón en masa, incluso en grandes volúmenes, que requiera un bajo calor de hidratación, poca retracción y resistencia mecánica baja. -Hormigón en masa con áridos sospechosos de reactividad frente a álcalis. -Bases y sub-bases granulares tratadas para carreteras. -Estabilización de suelos y explanadas. -Hormigón compactado para bases de carreteras y para presas. | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón armado y pretensado. | <ul style="list-style-type: none"> -Cuidados, procurando una buena dosificación. | <ul style="list-style-type: none"> -Al hormigonar en tiempo frío o caluroso, evitar la evaporación. | <ul style="list-style-type: none"> -Cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación. -Emplear siempre productos de curado. |

NOTA.- Ver RECOMENDACIONES GENERALES (RG) al principio de este cuadro (pag. A3-1)

| RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA UTILIZACION DE LOS CEMENTOS | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|---|
| CEMENTOS RC-88 | RELATIVAS A LOS PROPIOS CEMENTOS | | | RELATIVAS AL HORMIGON | | |
| | ALMACENAMIENTO (meses) Ver Art. 5 | UTILIZABLE PARA | NO INDICADO PARA | FABRICACION Y TRANSPORTE (Ver Art. 15) PUESTA EN OBRA (Ver Art. 16) | HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO (Ver Art. 17) HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO (Ver Art. 18) | CURADO (Ver Art. 20) |
| V/35 | 3 | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón en masa, incluso en grandes volúmenes, que requiera un bajo calor de hidratación, poca retracción y resistencia mecánica media. -Hormigón en masa con áridos sospechosos de reactividad frente a álcalis. -Pavimentos de hormigón vibrado. -Bases de hormigón magro para carreteras. | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón armado y pretensado. | <ul style="list-style-type: none"> -Cuidados, procurando una buena dosificación. | <ul style="list-style-type: none"> -Al hormigonar en tiempo frío y caluroso, evitar la evaporación. | <ul style="list-style-type: none"> -Cuidado y prolongado sobre todo en climas secos con temperaturas extremas y viento, evitando la desecación. -Emplear siempre productos de curado. |
| VI/55 | 1 | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón de carácter refractario -En casos muy especiales, hormigón en masa para usos temporales, en medios agresivos ácidos o en terrenos yesíferos. -Hormigón para reparaciones rápidas de carácter temporal que no afecten a elementos estructurales. | <ul style="list-style-type: none"> -Hormigón pretensado. -Hormigón en masa y armado en medios agresivos alcalinos. -Macizos de gran volumen y piezas de gran espesor. -Hormigones muy plásticos. | <ul style="list-style-type: none"> -Muy cuidados. -En la fabricación no utilizar áridos con finos, emplear una baja relación agua/cemento y no sobrepasar los 25°C. -No reamasar. -Atención a la duración del transporte y puesta en obra. | <ul style="list-style-type: none"> -Al hormigonar en tiempo caluroso, evitar la evaporación. | <ul style="list-style-type: none"> -Muy cuidado, especialmente durante las primeras 48 horas. -No sobrepasar temperaturas superiores a 25°C, evitando la desecación. |

NOTA.- Ver RECOMENDACIONES GENERALES (RG) al principio de este cuadro (pag. A3-1)

ANEXO B. RELACION DE NORMAS UNE

Cuando un material o método de ensayo requiera que se cumpla una Norma Española (UNE) este requisito será igualmente satisfecho cumpliendo la correspondiente Norma Nacional de cualquier Estado Miembro de la Comunidad Económica Europea, siempre que la Norma en cuestión ofrezca las mismas garantías de seguridad que las ofrecidas por la norma UNE.

| | | | |
|-----------------|---|----------------|---|
| 7.050/35 (1) 1E | Tamices de ensayo. Definiciones de los términos utilizados en tamices y análisis granulométrico por tamizado. | 7.214/71 | Determinación de partículas de bajo peso específico que puede contener el árido utilizado en hormigones. |
| 7.052/54 | Determinación aproximada de la materia orgánica en arenas para hormigones o morteros. | 7.245/71 | Determinación de los compuestos de azufre contenidos en los áridos. |
| 7.130/53 | Determinación del contenido total de sustancias solubles en aguas para amasado de hormigones. | 7.295/76/1R | Determinación del contenido, tamaño máximo característico y módulo granulométrico del árido grueso en el hormigón fresco. |
| 7.131/53 | Determinación del contenido total de sulfatos de aguas de amasado para morteros y hormigones. | 7.457/85 | Realización de ensayos estáticos de puesta en carga sobre estructuras de piso en edificación. |
| 7.131/58 | Determinación cualitativa de hidratos de carbono en aguas de amasado para morteros y hormigones. | 14.010/71/1E | Examen y certificación de los operarios destinados a trabajos de soldado eléctrico por arco, en las estructuras de acero. |
| 7.133/53 | Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones. | 23.093/51/1E | Ensayo de la resistencia al fuego de las estructuras y elementos de la construcción. |
| 7.134/53 | Determinación de partículas blandas en áridos gruesos para hormigones. | 36.063/88 | Barras corrugadas, de acero soldable, para armaduras de hormigón armado. |
| 7.136/58 | Estabilidad de áridos frente a disoluciones de sulfato sódico o sulfato magnésico. | 36.036/85/1/2R | Barras corrugadas para hormigón armado. Barras sin exigencias especiales de soldabilidad. |
| 7.137/58 | Ensayo químico para determinar la reactividad de los áridos utilizados en la fabricación de hormigones con los álcalis del cemento. | 36.092/81/1 | Mallas electrosoldadas de acero para hormigón armado. Parte I. Características. |
| 7.178/60 | Determinación de los cloruros contenidos en el agua utilizado para la fabricación de morteros y hormigones. | 36.097/81/1/1R | Redondo liso para hormigón armado. Características. |
| 7.234/71 | Determinación de la acidez de aguas destinadas al amasado de morteros y hormigones, expresada por su pH. | 36.099/81/1 | Alambres corrugados de acero para hormigón armado. Características. |
| 7.235/71 | Determinación de los aceites y grasas contenidos en el agua de amasado de morteros y hormigones. | 36.401/81 | Ensayos de tracción a temperatura ambiente de productos de acero. |
| 7.236/71 | Toma de muestras para análisis químico de las aguas destinadas al amasado de morteros y hormigones. | 36.462/89 | Método de ensayo de despegue de las barras de nudo en mallas electrosoldadas. |
| 7.235/71 | Determinación de los coeficientes de forma de árido grueso empleado en la fabricación de hormigones. | 83.115/89 | Aridos para hormigones. Medida del coeficiente de friabilidad de las arenas. |
| | | 83.115/90 | Aridos para hormigones. Determinación del coeficiente de los Angeles. |
| | | 83.120/89 | Aridos para hormigones. Determinación cuantitativa de los componentes de azufre. |
| | | 83.130/90 | Aridos para hormigones. Ensayo de azul de metileno. |

| | | | |
|-----------|--|-----------|---|
| 83.131/90 | Aridos para hormigones. Determinación del equivalente de arena. | 83.257/87 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Materiales testigos. Aridos. |
| 83.133/90 | Aridos para hormigones. Determinación de las densidades, coeficiente de absorción y contenido en agua del árido fino. | 83.258/88 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Morteros: Determinación de la consistencia por medio de la mesa de sacudidas. |
| 83.134/90 | Aridos para hormigones. Determinación de las densidades, porosidad, coeficiente de absorción y contenido en agua del árido grueso. | 83.259/87 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Morteros: Determinación del contenido de aire oculto. |
| 83.200/84 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Clasificación y definiciones. | 83.275/89 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Etiquetado. |
| 83.205/85 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Determinación del residuo seco a 105 + 3°C de los aditivos líquidos. | 83.300/84 | Ensayos de hormigón. Toma de muestras de hormigón fresco. |
| 83.206/85 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Determinación de la pérdida de masa, a 105 + 3°C de los aditivos sólidos. | 83.301/84 | Ensayos de hormigón. Fabricación y conservación de probetas. |
| 83.207/85 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Determinación de la pérdida por calcinación a 1.050 + 25°C. | 83.302/84 | Ensayos de hormigón. Extracción y conservación de probetas testigo. |
| 83.208/85 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Determinación del residuo insoluble en agua destilada. | 83.303/84 | Ensayos de hormigón. Refrentado de probetas con mortero de azufre. |
| 83.209/86 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Determinación del contenido de agua no combinado. | 83.304/84 | Ensayos de hormigón. Rotura de compresión. |
| 83.225/86 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Determinación del peso específico de los aditivos líquidos. | 83.305/86 | Ensayos de hormigón. Rotura por flexotracción. |
| 83.226/86 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Determinación de la densidad aparente de los aditivos sólidos. | 83.306/85 | Ensayos de hormigón. Rotura por tracción indirecta. (Ensayo Brasileño). |
| 83.227/86 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Determinación del pH. | 83.307/86 | Ensayos de hormigón. Determinación del índice de rebote. |
| 83.240/86 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Obtención del espectro infrarrojo. | 83.308/86 | Ensayos de hormigón. Determinación de la velocidad de propagación de los impulsos ultrasónicos. |
| 83.254/87 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Toma de muestras. | 83.309/90 | Ensayos de hormigón. Determinación de la profundidad de penetración de agua. |
| 83.255/89 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Materiales testigo y de referencia. Definiciones. | 83.315/90 | Ensayos de hormigón. Medida de la consistencia del hormigón fresco. Método del Cono de Abrams. |
| 83.256/87 | Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Materiales testigos. Agua de amasado y curado. | 83.314/90 | Ensayos de hormigón. Determinación de la consistencia del hormigón fresco. Método Vebe. |
| | | 83.415/87 | Adiciones al hormigón. Cenizas volantes. Definición, especificaciones, transporte y almacenamiento de las cenizas volantes utilizadas como adición a los hormigones y morteros de cemento Portland. |

| | |
|-----------|--|
| 83.414/90 | Adiciones al hormigón. Ceniza volante. Recomendaciones generales para la adición de cenizas volantes a los hormigones fabricados con cemento Tipo I. |
| 83.421/87 | Adiciones al hormigón. Cenizas volantes: Toma, preparación, conservación y transporte de las muestras. |
| 83.422/86 | Adiciones al hormigón. Cenizas volantes: Control de calidad de recepción. |
| 83.431/86 | Adiciones al hormigón. Cenizas volantes: Determinación de la humedad. |
| 83.432/86 | Adiciones al hormigón. Cenizas volantes: Determinación de sulfatos expresados en SO por método gravimétrico. |
| 83.435/86 | Adiciones al hormigón. Cenizas volantes: Determinación de la pérdida por calcinación. |
| 83.450/86 | Adiciones al hormigón. Cenizas volantes: Determinación de la finura. |
| 83.451/86 | Adiciones al hormigón. Cenizas volantes: Determinación del índice de actividad resistente con cemento Portland. |
| 83.452/83 | Adiciones al hormigón. Cenizas volantes: Demanda de agua relativa de una ceniza volante mezclada con cemento Portland en forma de mortero. |
| 83.453/83 | Adiciones al hormigón. Cenizas volantes: Determinación de la estabilidad de volumen por el método de Le Chatelier. |

COMUNIDAD AUTONOMA DE CASTILLA Y LEON

17069 LEY 8/1991, de 10 de mayo, de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León.

Sea notorio a todos los ciudadanos que las Cortes de Castilla y León han aprobado, y yo en nombre del Rey y de acuerdo con lo que se establece en el artículo 14.3 del Estatuto de Autonomía, promulgo y ordeno la publicación de la siguiente Ley:

EXPOSICION DE MOTIVOS

El extenso y variado territorio de la Comunidad de Castilla y León contiene numerosos espacios naturales que, por sus características singulares y valores ecológicos, deben ser preservados del deterioro derivado de actividades económicas y comportamientos humanos desprovistos de sensibilidad medioambiental, que amenazan y, en ocasiones, rompen el equilibrio secular de los ecosistemas que sustentan.

Esta Ley pretende establecer un régimen jurídico de protección de los recursos naturales que permita perpetuar el patrimonio natural heredado por esta generación, que sea compatible con un proceso de desarrollo económico y social ordenado y configurado por la integración de la política medioambiental en las políticas sectoriales, y que tenga un ámbito de aplicación de máxima intensidad sobre los Espacios Naturales Protegidos, que en desarrollo de la Ley puedan ser objeto de declaración, y de intensidad variable sobre otras áreas interesantes desde el punto de vista de la conservación de la naturaleza.

En el ámbito competencial, esta regulación se establece en el marco legal que, respecto a la conservación de la naturaleza, configuran el Estatuto de Autonomía de Castilla y León, aprobado por Ley Orgánica 4/1983, de 25 de febrero, y Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.

Se estructura la Ley en seis Títulos, seis Disposiciones Adicionales, una Disposición Transitoria, una Disposición Derogatoria y dos Disposiciones Finales.

El Título I dibuja el panorama de la política de conservación de los espacios naturales abordada por la Comunidad, al amparo de sus competencias legales y en función de la diversidad física y biológica de su territorio, y establece el concepto de Red.

El Título II se refiere a los regímenes de protección de los espacios incluidos en la Red, otorgados en aplicación de la presente Ley o de otras normas reguladoras de materias íntimamente relacionadas con la conservación de la naturaleza, como es el caso de la Ley de Montes de 8 de junio de 1957, la Ley de Caza de 4 de abril de 1970 y la Ley sobre el Régimen del Suelo y de Ordenación Urbana, según el texto refundido de 9 de abril de 1976.

El Título III establece la regulación sobre declaración y gestión de los Espacios Naturales Protegidos, determina la tramitación precisa para las declaraciones, define los tipos de usos en función de sus posibilidades, diseña los instrumentos de planificación y gestión según las categorías de los Espacios Naturales Protegidos, crea órganos asesores, a nivel regional y para cada uno de los espacios protegidos, cuya función debe suponer un incremento cualitativo en la protección de los espacios naturales y, finalmente, configura las Zonas de Influencia Socioeconómica, que deben ser receptoras de especial apoyo y atención por parte de los poderes públicos.

El Título IV recoge las unidades territoriales que, por la importancia de los recursos naturales que albergan, han de ser incluidas en la REN al objeto de mantener su potencialidad mediante la aplicación rigurosa de cuantos mecanismos e instrumentos para la conservación de la naturaleza disponen las normas sectoriales y la presente Ley, en tanto no se considere necesario hacer uso de la declaración y régimen de Espacio Natural Protegido.

El Título V determina las vías de financiación y la dotación de medios humanos y materiales y el Título VI establece el régimen de infracciones y sanciones.

TITULO PRIMERO

Disposiciones generales

Artículo 1.º *Finalidad*.—La presente Ley tiene como finalidad:

1. La conservación de la naturaleza estableciendo un régimen jurídico que permita la protección, a la vez que el uso y la gestión compatibles con ella, de aquellos espacios naturales del ámbito de la Comunidad de Castilla y León que, manteniendo en su interior ecosistemas no sustancialmente alterados, destaquen por su calidad natural o por la función biológica que ostentan.

2. Posibilitar la utilización racional de los espacios naturales con fines educativos, científicos y recreativos sin mermas sensibles en el ordenado aprovechamiento de sus recursos naturales y en el ejercicio de actividades económicas, compatibilizando conservación y desarrollo, de manera que se garanticen la permanencia y mejora de los valores ambientales, así como los derechos históricos de la población asentada y la mejora de su calidad de vida y bienestar social.

3. La creación de la Red de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León, compuesta por aquellos que, cumpliendo alguno de los objetivos y requisitos que se detallan en esta Ley, estén amparados por alguno de los estatutos de protección que en ella se determinan.

Art. 2.º *La Red de Espacios Naturales*.—La Red de Espacios Naturales de Castilla y León —en adelante REN— estará formada por:

- Los Espacios Naturales Protegidos.
- Las Zonas Naturales de Interés Especial.

Art. 3.º *Directrices generales*.—1. Todos tienen el deber de respetar y conservar los espacios naturales y la obligación de reparar el daño que causen.

2. Las distintas administraciones públicas, en el ámbito de sus competencias, acomodarán su normativa a la consecución de los objetivos de esta Ley.

3. La Administración responsable de la gestión de los espacios naturales adecuará ésta a los principios de: