

Proyecto: Puentes paso del Bote
Especificaciones técnicas particulares.



Ing. Mario Gutiérrez

PARTE I. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

ARTÍCULO 1 DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares constituye el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones necesarias para la ejecución de la obra de referencia, conjuntamente con las siguientes disposiciones:

- a) Leyes, Decretos, Resoluciones del Poder Ejecutivo, reglamentos y ordenanzas municipales vigentes a la fecha de apertura de la licitación.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Construcción de Obras Públicas, designado en adelante Pliego General o PG, aprobado por Decreto N° 8/990 de 24 de enero de 1990, concordantes y modificativos.
- c) Pliego de Condiciones de la DNV para la Construcción de Puentes y Carreteras, designado en adelante PV, aprobado por Decreto N° 9/990 de 24 de enero de 1990, concordantes y modificativos.
- d) Especificaciones Técnicas Complementarias y/o Modificativas del Pliego de Condiciones para la Construcción de Puentes y Carreteras de la Dirección Nacional de Vialidad, del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, en la versión vigente a la fecha del llamado.
- e) Enmiendas, aclaraciones o comunicados efectuados por la contratante relativa al proyecto, durante el plazo del llamado a licitación.
- f) Manuales e Instructivos.

Junto con lo señalado en los planos del Proyecto, los documentos referidos definen todos los requisitos técnicos de las unidades de obra que son objeto del mismo.

Este Pliego contiene, además, la descripción general de las obras, las condiciones que han de cumplir los materiales, las instrucciones para la ejecución, medición y abono de las unidades de obra, y son la norma y guía que han de seguir el Contratista y el Ingeniero Director.

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares será de aplicación en la construcción, control, dirección e inspección del Proyecto de Construcción de los Puentes sobre el Arroyo Tacuarembó, denominados Puentes "Paso del Bote".

1.1 CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES

Las omisiones en el Pliego, o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en los Planos y Pliego de Prescripciones, o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

ARTÍCULO 2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

2.1 Antecedentes.

El presente documento corresponde al Proyecto de Ejecutivo de la Estructura de dos Puentes Arco sobre el Arroyo Tacuarembó Chico. Uno de ellos de 2 vanos apoyados sobre una pila central y dos estribos, el otro apoyado sobre 2 estribos únicamente.

2.2 Objeto.

El presente pliego tiene por objeto describir la tipología estructural, materiales y procesos empleados en el dimensionamiento de los diferentes elementos que componen la estructura resistente del puente y de los elementos de cimentación del mismo.

2.3 Información de Partida

2.3.1 Información geotécnica disponible.

Para la realización del presente proyecto, se ha contado con el Informe Geotécnico redactado por la Consultora Ingefund.

2.3.2 Caracterización geotécnica.

En base al estudio geotécnico existente, y a modo de resumen, la situación geotécnica de la zona de proyecto puede estimarse del siguiente modo:

NIVEL	Descripción y espesores
NIVEL 0: Suelo Vegetal.	Se trata de una capa superior de relleno reciente.
NIVEL 1: Manto de Arcillas Arenosas y Arenas	Se extiende hasta la profundidad de los ensayos.
NIVEL 2: Manto de Arenas Cementadas.	Por debajo del nivel anterior, hacia la base de las perforaciones, comienza un manto de arcillas arenosas y arenas que se extiende hasta la profundidad máxima de los ensayos.

2.3.3 Nivel freático.

De acuerdo con la información indicada en el informe geotécnico, se ha detectado la presencia de agua a unos **0.5 m** de profundidad en el pozo número 1. En los pozos 2 y

3 se constató la presencia de agua a las cotas **3.10 m y 1.5 m**, respectivamente. En el resto de pozos no se ha detectado la presencia de agua.

2.3.4 Agresividad de los suelos.

La concentración de sulfatos en el suelo y en el agua es inferior a los límites establecidos, para considerar una clase específica de exposición. Por lo que el ambiente se define como Ila.

2.3.5 Condiciones de cimentación, tensiones admisibles.

Para el dimensionamiento de las zapatas se recomienda apoyar directamente sobre el manto de arenas cementadas, con una tensión admisible $\sigma_{ad} = 5,0 \text{ kp/cm}^2$.

2.3.6 Condiciones Ambientales de Ubicación de los Elementos Estructurales.

La vida de la estructura se garantiza fundamentalmente si se evita la corrosión de las armaduras o su alteración por otros procesos, y esto depende en gran parte de la clase de ambiente en que se encuentra. Los tipos de ambiente se engloban en dos grupos:

- a) Ambientes que afectan primariamente a la corrosión de las armaduras.
- b) Ambientes que producen otros procesos de degradación distintos a la corrosión.

Cualquier elemento estructural está sometido a una única clase o subclase entre los ambientes que afectan a la corrosión de las armaduras, y a ninguna, una, o varias subclases de los ambientes no relativos a la corrosión.

Las clases y subclases de exposición relativas a la corrosión que afectan al presente proyecto figuran en la siguiente tabla:

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso	Descripción
Normal	Humedad alta	Ila	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elementos enterrados o sumergidos.

En este proyecto, todos los elementos estructurales están sometidos a una clase de exposición Ila.

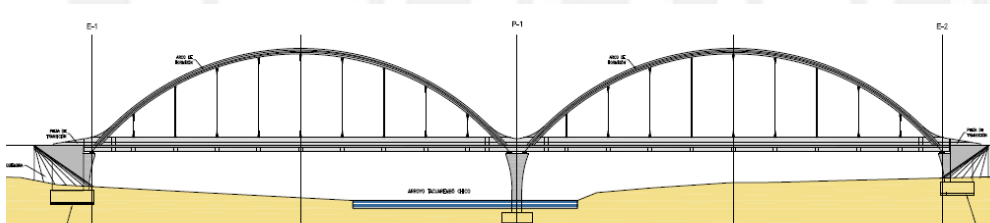
2.3.7 Documentación adicional.

Para la realización del proyecto se ha contado con la cartografía de la zona de proyecto.

2.4 DEFINICIÓN DE LAS OBRAS

2.4.1 Descripción general de la obra puente de dos vanos

El puente de dos vanos tiene una longitud total de 112.145 m. Se ha resuelto mediante dos vanos cuya luz entre ejes de apoyos es de 55.00. La tipología adoptada para salvar esta luz es la de un arco de tablero inferior tipo bowstring (atirantado por el tablero).



El ancho del tablero es constante e igual a 12.90 m. La sección transversal estará distribuida del siguiente modo:

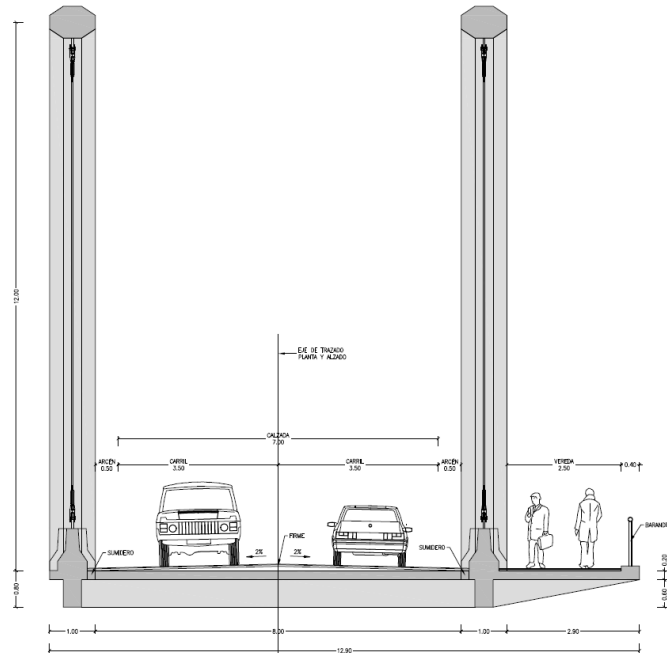
- Arco Izquierdo: 1.00 m.
- Arcén Izquierdo: 0.50 m.
- Calzada central de ancho libre 7.00 m.
- Arcén Derecho: 0.50 m.
- Arco Derecho: 1.00 m.
- Vereda: 2.50 m.
- Espacio para alojar la barrera de 0,40 metros.

2.4.2 Descripción general de la obra puente de un vano

Technical drawing of the São João do Arrivo Tachereiros Bridge, showing a side elevation of a concrete arch bridge. The drawing includes labels for the 'ARCO DE CONCRETO' (concrete arch), 'VIA DE TRÁFEGO' (traffic lane), 'VIA DE CIRCULAÇÃO DE PEDESTRES' (pedestrian circulation lane), and 'SAO JOAO DO ARRIVO TACHEREIROS ONDO'.

- Arco Izquierdo: 1.00 m.
- Arcén Izquierdo: 0.50 m.
- Calzada central de ancho libre 7.00 m.
- Arcén Derecho: 0.50 m.
- Arco Derecho: 1.00 m.

- Vereda: 2.50 m.
- Espacio para alojar la barrera de 0,40 metros.



La rasante del tablero se dispone sobre una alineación recta, tanto en planta como en alzado, de tal manera que el puente discurre aproximadamente a unos 5-6 metros sobre el terreno natural

2.4.3 Tablero.

Como se ha comentado previamente, el puente responde a la tipología de puente arco de tablero inferior.

En una primera aproximación se analizaron diversas alternativas en cuando a las disposiciones de péndolas, relación flecha luz en el arco, material, etc.

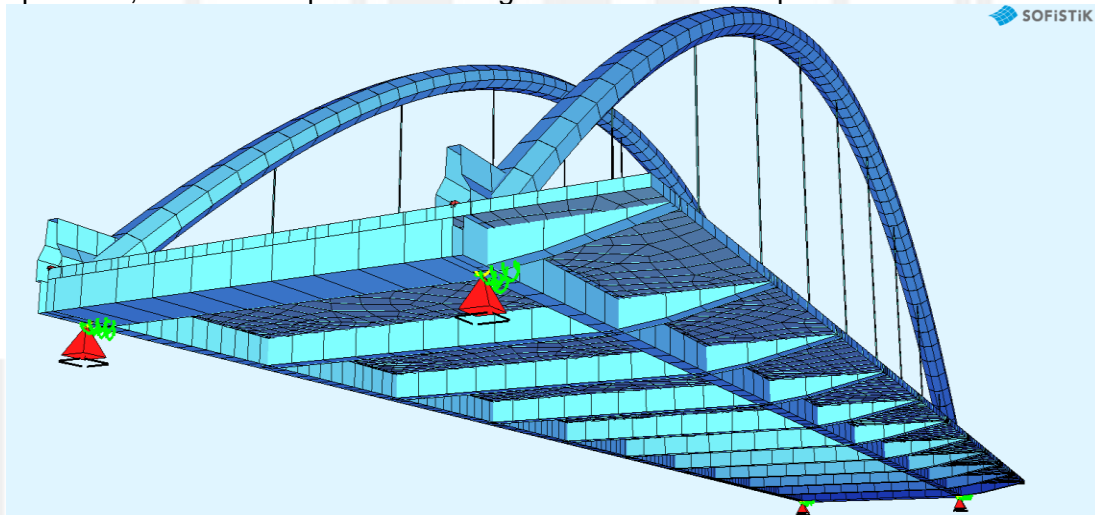
Finalmente se adoptó como mejor solución, tanto desde el punto de vista funcional como estético y económico para la estructura la desarrollada en el proyecto.

El canto del tablero, cuyo canto máximo se ha limitado a 80 cm con objeto de mantener la sección hidráulica determinada por el puente existente, está formado por un emparillado de vigas longitudinales y transversales sobre las que se dispone una losa superior de 20 cm de espesor.

Las vigas longitudinales son coincidentes con la proyección del arco sobre el tablero, y disponen de un canto total de 1.72 m. Estas vigas, pretensadas con objeto de mantener la rigidez bruta de la sección de hormigón (aspecto de gran relevancia en el comportamiento del puente) bajo la acción de las cargas permanentes, se han diseñado de tal modo que actúan simultáneamente como elemento estructural y como barreras de protección de vehículos.

Se ha dispuesto un total de 11 vigas transversales, con una separación entre ejes de 5.50 m. Las dos extremas constituyen las riostras de estribos mientras que las nueve interiores son coincidentes en posición con las péndolas de conexión entre arco y tablero. En la zona correspondiente a la vereda, las vigas dispuestas son de canto variable.

En la imagen adjunta en la siguiente página puede apreciarse con claridad la disposición, tanto del emparrillado de vigas como de la losa que forman el tablero.

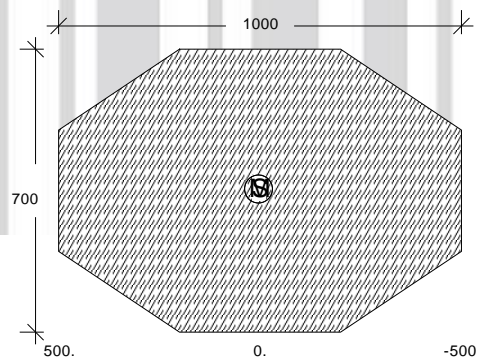


Vista General del Puente Bajo el Tablero

El arco, en base a consideraciones tanto económicas como constructivas y de durabilidad se ha proyectado mediante hormigón armado con una resistencia característica de 45 MPa.

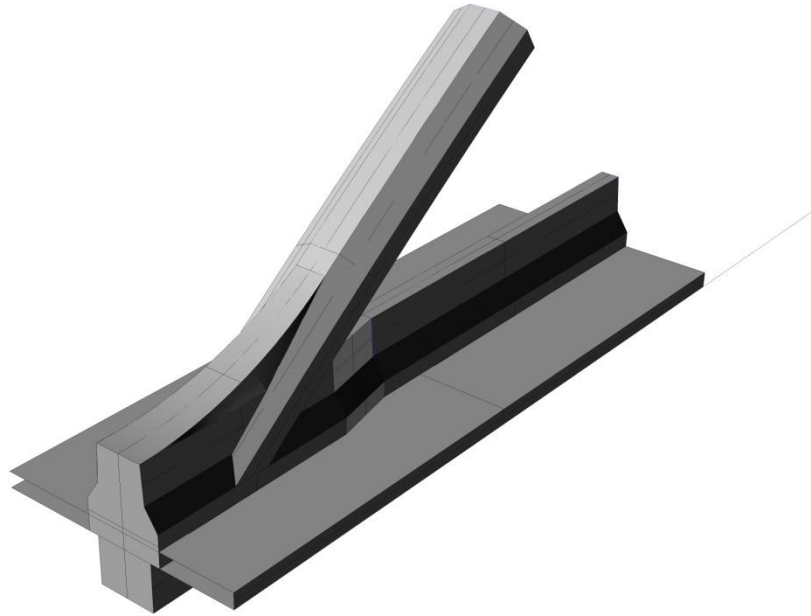
La directriz del mismo es parabólica con una flecha máxima en el centro del vano de 12 m, lo que constituye una relación flecha/luz de 4.60. El axil reducido está en el orden de 0.4. El arco está completamente comprimido para la combinación de acciones cuasipermanentes. Se ha constatado asimismo que la fluencia (contemplada convenientemente en todos los cálculos efectuados) no presenta especial relevancia para este puente en el comportamiento global de la estructura.

Debido a la relativamente baja influencia de los esfuerzos de segundo orden para el dimensionamiento del arco, los arcos se han proyectado exentos, evitando la disposición de elementos de conexión transversal entre ellos. Debido a estas mismas consideraciones, la sección transversal (diseñada con una geometría romboidal con objeto de aligerar visualmente al máximo el arco) es constante.



Sección Transversal del Arco

Un aspecto importante en la estructura son los detalles de transición arco-tablero. En esta zona confluye la zona de introducción de pretensado en el tablero con el arranque del arco que a su vez presenta un ancho diferente al de la barrera de protección. Para resolver conjuntamente todos los aspectos mencionados, así como para garantizar una transición visual fluida en el arranque del arco, se ha diseñado un detalle específico que puede apreciarse más claramente en la siguiente imagen.

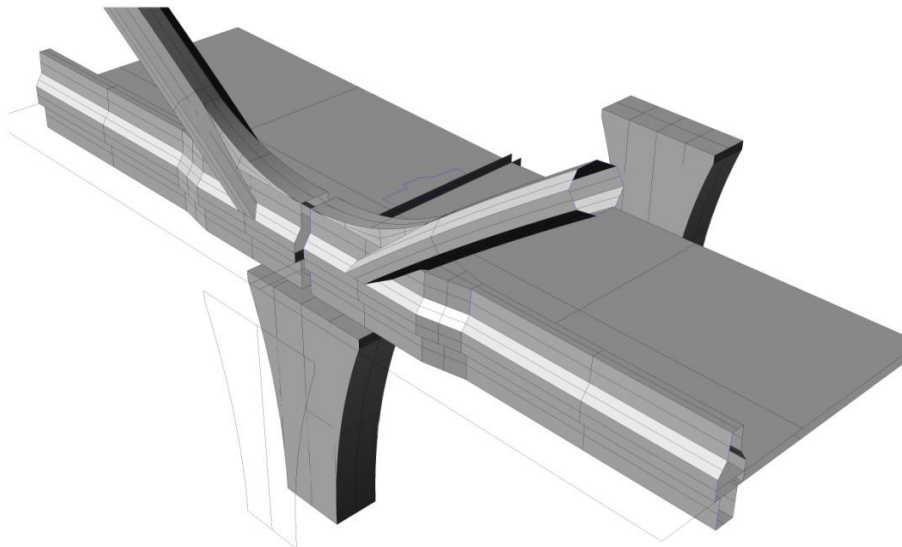


Detalle de Arranque de Arco

2.4.4 Pilas.

Se ha dispuesto un único apoyo intermedio (pila) compuesto por fustes de idéntica geometría. Cada uno de estos fustes se dispone bajo las vigas longitudinales. El diseño de las pilas presenta una geometría de canto variable el alzado. La sección se mantiene con una geometría constante y rectangular desde el arranque (dimensiones 1.00x1.50 m) hasta una altura de 3.28 m., punto a partir del cual el canto es variable hasta un máximo de 3.625 m. Esta variación, que ha tratado de mantener la continuidad visual y armonía con el resto de la geometría del puente, puede apreciarse en las imágenes adjuntas en la siguiente página.

La cimentación de las pilas se ha realizado mediante zapatas rectangulares de hormigón armado, tal y como se recomienda en el informe geotécnico sobre el nivel competente de Arenas Cementadas. Es previsible, según este mismo informe, que sea necesaria la realización de pozos de hormigón en masa para alcanzar este nivel geotécnico.

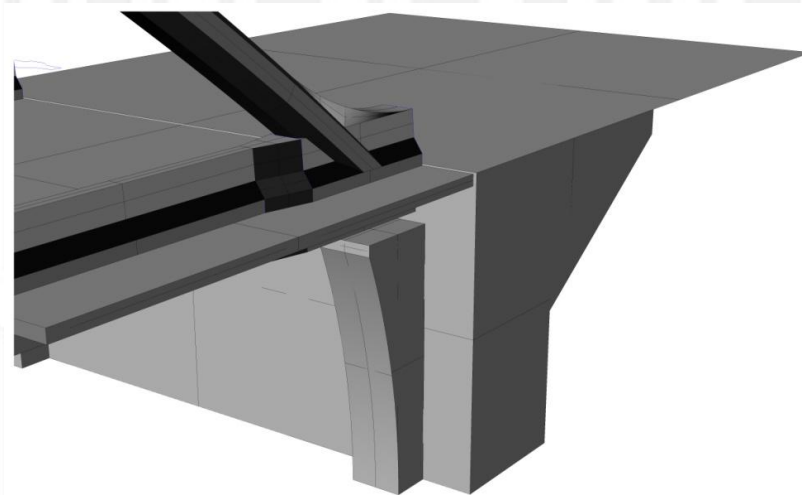


Detalle de Apoyo del tablero en la Sección de Pilas

2.4.5 Estribos.

Ambos estribos son cerrados y se han cimentado directamente sobre el terreno natural.

Con objeto de mantener un diálogo estético con el puente existente, además de facilitar el encaje geométrico entre este puente y su "gemelo" (dispuesto a escasos metros) mediante arcos de igual luz, se han dispuesto dos apéndices o pilas adosadas exteriores que sobre los que se dispone el arranque del arco.



Arranque de la Estructura en el Estribo

2.4.6 Aparatos de apoyo.

Se disponen aparatos de apoyo de neopreno antideslizante bajo las vigas longitudinales en ambos extremos de cada tablero.

2.4.7 Juntas de dilatación.

El puente se ha proyectado con juntas de dilatación tanto en ambos estribos como sobre la pila en el caso del puente de dos vanos.

2.5 PROCESO CONSTRUCTIVO

La construcción del puente se ha previsto de tal modo que pueda fabricarse uno de los arcos completamente y posteriormente el adyacente, reaprovechando el material empleado en la construcción del primero.

Estas consideraciones han sido tenidas en cuenta en el dimensionamiento de la armadura del fuste y cimentación de la pila central.

Si bien el proceso constructivo propuesto se detalla de modo preciso en los planos del proyecto, al realizarse sobre cimbra, el mismo no presenta especiales consideraciones.

La contratista será responsable por el dimensionado estructural de las cimbras así como de la verificación de la cota de apoyo de las mismas.

ARTÍCULO 3 METRAJES Y CERTIFICACION

3.1 CONDICIONES GENERALES

Se especifica en cada artículo de las unidades de obra sus metrajes y certificación.

Todos los precios a que se refieren las normas de metrajes y certificación contenidas en el presente Pliego se entenderán que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra a menos que específicamente se excluya alguno en el artículo correspondiente.

Asimismo se entenderá que todos los precios unitarios comprenden los gastos de la maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transporte, herramientas para la mano de obra necesarios para ejecutar la unidad de obra terminada con arreglo a lo especificado en este Pliego, los Planos y las indicaciones del Director de Obra.

Igualmente se entenderán incluidos los gastos ocasionados por:

- La ordenación del tráfico y señalización de las obras.
- La reparación de los daños inevitables causados por el tráfico.

PARTE II. MATERIALES BÁSICOS

ARTÍCULO 4 CEMENTOS

El cemento portland a utilizar será tipo CP40 según norma UNIT 20:2003

El cemento portland deberá ser suministrado envasado en bolsas u otros envases apropiados o a granel. Todo envase llevará en caracteres bien visibles su peso bruto y neto, marca de fábrica, ubicación de la planta y fecha de elaboración. Para el cemento a granel el certificado mencionado en el artículo anterior deberá indicar los mismos datos.

Si fuera necesario almacenar cemento portland envasado, deberá hacerse en lugares adecuados para protegerlo contra la humedad y agentes exteriores. El piso de los depósitos estará a suficiente altura del suelo como para evitar la posible influencia de la humedad.

Si el suministro es a granel, el almacenamiento se efectuará en silos que cumplan lo establecido en el artículo anterior. No se permitirá el empleo de cemento portland que tenga un período de almacenamiento superior a 45 días.

Si hubiera necesidad de verificar algunas de los valores determinados por los análisis químicos o físicos suministrados por el fabricante, los mismos serán realizados en un laboratorio aceptado por la Dirección de obras, siendo los costos originados de cuenta y cargo del Contratista.

La Dirección de obras se reserva el derecho de realizar los ensayos que considere conveniente a cuyos efectos se entregará sin cargo por el Contratista la cantidad de cemento portland necesario para la realización de los mismos.

ARTÍCULO 5 BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ESTRUCTURAL

5.1 DEFINICIÓN

El acero pasivo será tipo ADN500 según norma UNIT 843:95

5.2 ALMACENAMIENTO

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

Antes de su utilización, y especialmente después de un largo período de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de

una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.

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

5.3 RECEPCIÓN.

El Director de las Obras podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.

ARTICULO 6. CABLES DE PRETENSADO

Respecto a los sistemas de pretensado de hormigón estructural, deberá cumplirse con los artículos 33, 34 y 35 de la EHE-08, salvo autorización expresa y por escrito del Director de Obra.

6.1. DEFINICIÓN

Se usarán cables tipo Y-1860-S7 según norma UNE 36094:1997 (Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado)

6.2 SUMINISTRO

Cada lote de barras deberá llevar una identificación en la que figuran de forma indeleble de marca de fabricante, el tipo y grado del acero, el diámetro nominal de la barra y un número que permita identificar la colada o lote.

6.3 ALMACENAMIENTO

Para eliminar los riesgos de oxidación o corrosión, el almacenamiento se realizará en locales ventilados y al abrigo de la humedad del suelo y paredes. En el almacén se adoptarán las precauciones precisas para evitar que pueda ensuciarse el material o producirse cualquier deterioro de los aceros debido a ataque químico, operaciones de soldadura realizadas en las proximidades, etc.

Antes de almacenar las armaduras se comprobará que están limpias, sin manchas de grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

Las armaduras deben almacenarse cuidadosamente clasificadas según sus tipos, clases y los lotes de que procedan.

El estado de superficie de todos los aceros será siempre objeto de examen antes de su uso, especialmente después de un prolongado almacenamiento en obra o taller, con el fin de asegurarse de que no presentan alteraciones perjudiciales.

6.4 RECEPCIÓN

El Director de las obras podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.

ARTICULO 7. AGUA A EMPLEAR EN MORTEROS Y HORMIGONES

7.1 DEFINICIÓN

Se denomina agua para emplear en el amasado o en el curado de morteros y hormigones, tanto a la natural como a la depurada, sea o no potable, que cumpla los requisitos que se señalan en el apartado 7.3 del presente artículo.

7.2 EQUIPOS

Con la maquinaria y equipos utilizados en el amasado deberá conseguirse una mezcla adecuada de todos los componentes con el agua.

7.3 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas que la práctica haya sancionado como aceptables.

En los casos dudosos o cuando no se posean antecedentes de su utilización, las aguas deberán ser analizadas. En ese caso, se rechazarán las aguas que no cumplan alguno de los siguientes requisitos:

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente dañino en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

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

- exponente de hidrógeno pH (UNE 7234:71) ≥ 5
- sustancias disueltas (UNE 7130:58) ≤ 15 gramos por litro (15.000 p.p.m.)
- sulfatos, expresados en SO_4^{2-} (UNE 7131:58), excepto para el cemento SR en que se eleva este límite a 5 gramos por litro (5.000 p.p.m.) ≤ 1 gramo por litro (1.000 p.p.m.)
- ión cloruro, Cl^- (UNE 7178:60):
 - o Para hormigón pretensado ≤ 1 gramo por litro (1.000 p.p.m.)
 - o Para hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración ≤ 3 gramos por litro (3.000 p.p.m.)
- hidratos de carbono (UNE 7132:58) = 0

- sustancias orgánicas solubles en éter (UNE 7235:71) ≤ 15 gramos por litro (15.000 p.p.m.)

Con respecto al contenido de ión cloruro, se tendrá en cuenta lo previsto en el artículo 30.1 de la EHE

El incumplimiento de las especificaciones será razón suficiente para considerar el agua como no apta para amasar hormigón y morteros, salvo justificación técnica documentada de que no perjudica apreciablemente las propiedades exigibles al mismo, ni a corto ni a largo plazo.

7.4 RECEPCIÓN

El Director de las Obras exigirá la acreditación documental del cumplimiento de los criterios de aceptación y, si procede, la justificación especial de inalterabilidad mencionada en el apartado 280.3 de este artículo.

ARTICULO 8. PRODUCTOS FILMÓGENOS DE CURADO

8.1 DEFINICIÓN

Se denominan productos filmógenos de curado los que se utilizan para su aplicación sobre superficies de hormigón fresco, con objeto de retardar la pérdida de humedad y reducir, al mismo tiempo, la elevación de temperatura del hormigón expuesto a los rayos solares. Los productos comprendidos bajo esta definición pueden emplearse como medio de curado del hormigón fresco, así como con posterioridad al desencofrado o a un curado húmedo inicial.

Se excluyen de este artículo productos alternativos, como emulsiones, aceites, etc., que pueden alterar las características superficiales del hormigón. También se excluyen los productos laminares, como telas plásticas, papel impermeable, etc.

8.2 MATERIALES

Los productos filmógenos de curado serán compuestos líquidos, tipo pintura, integrados por una base y un disolvente volátil.

En general, la base, o porción no volátil, constará de un pigmento claro, preferentemente blanco, finamente dividido, y un vehículo, que estará compuesto de ceras naturales o sintéticas, o bien de resinas.

El contenido en fracción no volátil, que no será un material tóxico ni inflamable, se determinará, a falta de una norma UNE específica para este material, de acuerdo con la norma UNE 48 087.

No se utilizará ninguna clase de producto filmógeno de curado, sin la aprobación previa y expresa del Director de las Obras.

8.3 EQUIPOS

La maquinaria y equipos utilizados en la distribución superficial del producto filmógeno de curado, asegurarán una distribución continua y uniforme de la película aplicada, que garantice la ausencia de zonas deficitarias en protección.

Antes de proceder a la aplicación en obra del producto, filmógeno de curado, el Director de las Obras exigirá que se realicen pruebas sobre placas metálicas o de vidrio, dispuestas aleatoriamente, para comprobar la uniformidad de distribución lograda con el equipo.

8.4 EJECUCIÓN

8.4.1 Aplicación

El producto filmógeno de curado será de una consistencia tal, que se pueda aplicar fácilmente mediante pulverizado, en una capa uniforme, a una temperatura de cuatro grados Celsius (4°C) o superior. Al aplicar el producto sobre el hormigón, según la dosificación especificada, será posible apreciar visualmente la uniformidad de su reparto.

El producto deberá adherirse al hormigón fresco, y también al hormigón endurecido húmedo, formando una película continua, sin sufrir deterioros durante su aplicación. El líquido filmógeno pigmentado no deberá reaccionar perjudicialmente con el hormigón, particularmente con los iones de calcio.

8.4.2 Secado

Después de doce (12) horas de ser aplicado, el producto no permanecerá viscoso, ni se adherirá al calzado dejando huella cuando se camine sobre él, ni tampoco proporcionará una superficie deslizante al hormigón.

La velocidad de secado al tacto, se determinará por el siguiente método:

Se aplicará el producto sobre una placa impermeable, en la dosis prescrita, y se expondrá a una corriente de aire a veintitrés más menos un grados Celsius ($23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) de temperatura, cincuenta y cinco más menos cinco por ciento ($55\% \pm 5\%$) de humedad relativa, y tres metros por segundo (3m/s) de velocidad aproximada actuando según la dirección paralela a la placa. Se ensayará la película formada ejerciendo una presión moderada con un dedo. La película se considerará seca cuando no subsista el estado inicial de blandura y viscosidad, y la película se mantenga firme.

El producto, ensayado por este método, aparecerá seco al tacto en menos de cuatro (4) horas

Una vez seca, la película formada deberá ser continua, flexible, y sin roturas o lagunas visibles, y deberá permanecer intacta al menos siete (7) días después de su aplicación.

8.4.3 Dotación

La dotación de producto filmógeno será superior a doscientos cincuenta gramos por metro cuadrado (250 g/m²), salvo justificación en contrario.

El Director de las Obras, dependiendo del tipo de producto filmógeno a emplear, podrá exigir la realización de un tramo de ensayo, para definir posteriormente la forma más adecuada de aplicación.

En zonas donde se advierta visualmente un recubrimiento deficiente, se hará una aplicación de repaso, una vez seca la capa anterior.

8.5 CONTROL DE CALIDAD

8.5.1 Envasado

El producto será expedido en envases adecuados para que no sufra ningún tipo de alteración y deberá rechazarse si, en el momento de abrir el recipiente que lo contiene, presentara costras o sedimentaciones importantes.

El envase llevará, en la preceptiva etiqueta identificativa, las fechas de envasado y caducidad.

8.5.2 Capacidad de almacenamiento

El producto filmógeno de curado podrá ser almacenado, sin deterioro, durante seis (6) meses como mínimo. El producto no deberá sedimentarse ni formar costras en el recipiente, y será capaz de adquirir una consistencia uniforme después de ser batido moderadamente o agitado con aire comprimido.

8.5.3 Período de eficacia

Si el producto filmógeno no está homologado, el Director de las Obras podrá exigir ensayos que verifiquen el período de eficacia del producto filmógeno de curado.

8.6 RECEPCIÓN

Las partidas de producto filmógeno irán acompañadas de la preceptiva documentación, con la certificación del producto y sus instrucciones de uso.

ARTÍCULO 9 MADERA

9.1 FORMAS Y DIMENSIONES

9.1.1 Madera para entibaciones y medios auxiliares

Deberán tener dimensiones suficientes para ofrecer la necesaria resistencia para la seguridad de la obra y de las personas.

Se emplearán maderas sanas, con exclusión de alteraciones por pudrición, aunque sean admisibles alteraciones de color, como el azulado en las coníferas.

Deberá estar exenta de fracturas por compresión.

9.1.2 Madera para encofrado y apeos

Tendrá la suficiente rigidez para soportar, sin deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier naturaleza que pueden producirse en la puesta en obra y vibrado del hormigón.

Las tablas para el forro o tablero de los encofrados serán:

- a) chapón fenólico de primera calidad, en todos los encofrados de superficies vistas.
- b) chapón fenólico o tabla escuadrada con sus aristas vivas y llenas, cepillada y en bruto, para todos los encofrados de superficies ocultas.

Sólo se emplearán tablas de madera cuya naturaleza y calidad, o cuyo tratamiento o revestimiento, garanticen que no se producirán ni alabeos ni hinchamientos que puedan dar lugar a fugas del material fino del hormigón fresco, o imperfecciones en los paramentos.

Las tablas para forros o tableros de encofrados estarán exentas de sustancias nocivas para el hormigón fresco y endurecido o que manchen o coloreen los paramentos.

ARTÍCULO 10 GEOTEXTILES

10.1 DEFINICIONES

Geotextil

Material textil plano, permeable, polimérico (sintético o natural) que puede ser no-tejido, tricotado o tejido, y que se emplea en ingeniería civil en contacto tanto con suelos como con otros materiales para aplicaciones geotécnicas.

Geotextil no-tejido

Geotextil en forma de lámina plana, con fibras, filamentos u otros elementos orientados regular o aleatoriamente, unidos químicamente, mecánicamente o por medio de calor, o combinación de ellos. Pueden ser de fibra cortada o de filamento continuo. Dependiendo de la técnica empleada en la unión de sus filamentos, pueden ser:

- Ligados mecánicamente o agujeteados.
- Ligados térmicamente o termosoldados.
- Ligados químicamente.

10.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

10.2.1 Naturaleza del geotextil

10.2.1.1. Masa por unidad de superficie

La masa por unidad de superficie se relaciona con la uniformidad del geotextil e indirectamente con el resto de las características del mismo.

10.2.1.2. Durabilidad

Es la propiedad por la cual el geotextil mantiene sus características con el paso del tiempo y habrá de evaluarse en el caso de usar el geotextil en un ambiente que pueda considerarse agresivo física, química o bacteriológicamente.

10.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Los geotextiles se suministrarán, normalmente, en bobinas o rollos. Estos llevarán un embalaje opaco para evitar el deterioro por la luz solar, e irán debidamente identificados y etiquetados con:

- Datos del fabricante y/o suministrador.
- Nombre del producto.
- Tipo del producto.
- Identificación del rollo o unidad.
- Masa bruta nominal del rollo o unidad, en kilogramos.
- Dimensiones del rollo o unidad desempaquetado (del material no del paquete)
- Masa por unidad de superficie, en gramos por metro cuadrado,
- Principal(es) tipo(s) de polímero(s) empleado(s).

En el transporte, carga y descarga se comprobará que no se produzcan daños mecánicos en las capas exteriores de los rollos (pinchazos, cortes, etc.).

El almacenamiento en obra se realizará en lugares lisos, secos, limpios y libres de objetos cortantes y punzantes. No se almacenará ningún rollo o fracción que haya resultado dañado o no esté adecuadamente identificado por resultar una fracción demasiado corta o haberse deteriorado el marcado original.

Para almacenamiento del material de duración mayor de quince (15) días, se respetarán escrupulosamente las indicaciones del fabricante, especialmente en lo relativo a la protección frente a la acción directa de los rayos solares, mediante techado o mediante tapado con lonas ancladas o sujetas.

En el momento de la colocación, el Director de las Obras ordenará la eliminación de las capas más exteriores de los rollos, si éstas muestran síntomas de deterioro y, en el resto, podrá exigir los ensayos necesarios para asegurar su calidad.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

10.4 RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

La garantía de calidad de los geotextiles empleados en la obra será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

El control de calidad incluye tanto las comprobaciones a la recepción de los elementos como la comprobación de los elementos acopiados y de la unidad terminada o instalada.

El Contratista, para su aprobación comunicará por escrito al Director de las Obras, antes de transcurridos treinta (30) días desde la fecha de firma del «acta de comprobación del replanteo, la relación completa de las empresas suministradoras de los materiales a emplear, así como la marca comercial, o referencia, que dichas Empresas dan a cada uno de estos materiales y las características técnicas de los mismos. En estas características técnicas habrán de figurar tanto los valores nominales como sus tolerancias.

Los productos sólo podrán ser aprobados si los valores exigidos quedan garantizados por dichos valores nominales corregidos por sus tolerancias. Una vez aprobados por el Director de las Obras, todos y cada uno de los valores nominales corregidos por sus tolerancias pasarán a ser valores exigibles y su incumplimiento puede dar lugar al rechazo de lotes o partidas sin perjuicio de las responsabilidades legales correspondientes.

El Director de las Obras además de disponer de la información de los ensayos anteriores podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad de los elementos que se encuentren acopiados.

Los acopios que hayan sido realizados y no cumplan alguna de las condiciones especificadas, en este Pliego, serán rechazados.

PARTE III ELEMENTOS ESTRUCTURALES

ARTÍCULO 11 ARMADURAS PASIVAS PARA HORMIGÓN ARMADO

11.1 DEFINICIÓN

Se define como armaduras para hormigón armado el conjunto de barras corrugadas de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a los que está sometido.

11.2 MATERIALES

Los materiales serán los indicados en el artículo 5 del presente pliego.

11.3 EQUIPOS

11.3.1 Soldadura

Cuando se vayan a efectuar soldaduras los operarios que vayan a realizar dicho proceso demostrarán previamente su aptitud, sometiéndose a las pruebas especificadas en la norma UNE EN 287-1.

Las soldaduras a tope por resistencia eléctrica se realizarán con máquinas de regulación automática y de potencia adecuada a los diámetros de las barras a empalmar, como garantía de la perfecta ejecución de todo el proceso.

11.3.2 Doblado

Los equipos empleados para el doblado de las armaduras asegurarán que esta operación se realice a la velocidad adecuada, garantizando que sobre las barras no se produzca un principio de fisuración debido a un procedimiento inadecuado de doblado.

El Director de la Obra, antes de proceder a la soldadura y doblado de las barras de acero que constituyan la armadura, pedirá, en su caso, la realización de las pruebas de considere necesarias para comprobar la idoneidad de los equipos en las condiciones en que se vaya a ejecutar la obra.

11.4 EJECUCIÓN

11.4.1 Doblado

La operación de doblado se realizará en frío y a velocidad moderada, por medios mecánicos, no admitiéndose ninguna excepción.

11.4.2 Colocación

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de óxido, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial para su conservación y posterior adherencia al hormigón.

El Director de la Obra autorizará la disposición de los empalmes de las armaduras si se van a realizar en lugares distintos a los indicados en los planos de proyecto, procurando que queden alejados de las zonas en las que la armadura experimente las mayores solicitaciones, siempre que, además, se cumplan las indicaciones de la Instrucción EHE (2008).

Con el fin de garantizar los recubrimientos, se utilizarán separadores que serán de mortero de cemento o plástico rígido. Los separadores tendrán la geometría adecuada para garantizar una distancia de la cara exterior de la barra al paramento del hormigón que sea igual al recubrimiento nominal especificado para cada elemento.

En el caso de ser de mortero de cemento, el separador tendrá una dosificación similar a la del hormigón de la pieza y se emplearán las mismas materias primas (cemento, áridos, microsilíce, etc.) que en éste. La resistencia a compresión del mortero no será en ningún caso inferior a 50 N/mm² en probeta cúbica.

En el caso de emplear separadores de plástico, deberán presentar orificios cuya sección total sea equivalente al menos al 25% de la superficie total del separador.

La tolerancia de fabricación de los separadores será de ± 1 mm.

En el caso de emplear separadores sujetos con alambre, aquellos deberán tener unas dimensiones mínimas de al menos 20 mm en la dirección de la barra que van a sujetar, así como presentar una dimensión de al menos 0,75 veces el espesor de recubrimiento en la dirección perpendicular a la de la barra que sujetan.

Para separadores tipo rueda con sujeción mediante grapado, la dimensión longitudinal deberá ser mayor que la mitad del recubrimiento nominal que proporcionan.

La distancia entre separadores no será superior a cien (100) centímetros ni a cincuenta (50) veces el diámetro de la armadura.

11.5 CONTROL DE CALIDAD

Cuando el Director de la Obra considere necesario se realizaran ensayos previstos siguiendo las instrucciones de la EHE 2008.

En el caso de que se registre algún fallo en los ensayos de control de una partida de acero que haya sido ya colocada en parte en obra, el Director de las Obras analizará la repercusión que este fallo pueda tener en el comportamiento resistente de la estructura y en la disminución de la seguridad prevista. En base a ello, adoptará las medidas que estime más convenientes.

El control de los recubrimientos consistirá en comprobar que en ningún punto se presentan recubrimientos reales inferiores a:

- 50mm en cimentaciones y elementos en contacto con el terreno.
- 35mm en tablero, estribos, muros y resto de elementos.

A los efectos de la aceptación de los separadores, se adoptará el criterio de que al menos nueve de cada diez separadores seleccionados al azar de un lote único (misma partida, del mismo tipo y tamaño) cumplen los requisitos enunciados anteriormente.

11.6 RECEPCIÓN

11.6.1 Recepción de los materiales

Todo lo relativo a la recepción de los materiales estará de acuerdo con lo especificado en el artículo 5 del presente Pliego.

11.6.2 Recepción de la armadura

Se comprobará que tanto las cuantías, diámetros, tipos de acero empleados y disposiciones constructivas son las indicadas en los planos de proyecto.

Asimismo, si se prevé que la armadura, desde su fabricación hasta la puesta en obra del hormigón, va a estar a la intemperie, se tomarán las medidas adecuadas para evitar la oxidación y que se manchen de grasa, pintura, polvo o cualquier otra sustancia que pueda perjudicar su buena conservación o su posterior adherencia al hormigón.

ARTÍCULO 12 PRETENSADO: MATERIALES Y EJECUCIÓN

En todos los aspectos relativos al pretensado, deberá cumplirse con los Artículos 33, 34, 35 y 70 de la EHE-08. Solamente serán aceptadas modificaciones con autorización expresa y por escrito del Director de Obra.

12.1 DEFINICION

Se denominan armaduras activas a las de acero de alta resistencia mediante las cuales se introduce el esfuerzo de pretensado.

12.2 MATERIALES

Ver Artículo 6, "Cables para hormigón pretensado".

12.3 COLOCACION DE ARMADURAS

La posición de las armaduras, se ajustará a lo indicado en los Planos.

En todo caso, los medios de fijación adoptados serán tales que no provoquen aumentos de rozamiento de las armaduras cuando se tesen. Las condiciones térmicas habrán de tenerse en cuenta si una variación importante en la temperatura pudiese provocar una modificación en el reglaje de la posición de las barras. En particular, las fijaciones deberán resistir a los efectos que puedan derivarse de las variaciones de temperatura.

El montaje de los dispositivos de anclaje se realizará siguiendo estrictamente las especificaciones propias del sistema utilizado.

En el momento de su puesta en obra, las armaduras deberán estar libres de óxido no adherente y perfectamente limpias, sin trazas de grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación o su adherencia. No presentarán indicios de corrosión, defectos superficiales aparentes, puntos de soldadura, ni pliegues o dobleces.

Debe evitarse todo contacto, directo o electrolítico, entre los aceros de pretensado y otros metales, a causa del peligro de que se produzca el efecto pila.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar que las armaduras, durante su colocación en obra, experimenten daños, especialmente entalladuras o calentamientos locales que puedan modificar sus características.

ARTÍCULO 13 HORMIGONES

13.1 DEFINICIÓN

Se definen como hormigones los productos formados por la mezcla, en proporciones adecuadas, de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades al fraguar y endurecer.

Los hormigones que aquí se definen cumplirán, además de las especificaciones que se indican en este artículo, las indicadas en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

A efectos de aplicación de este artículo, se contemplan todo tipo de hormigones.

Además, para aquellos que formen parte de otras unidades de obra, se considerará lo dispuesto en los correspondientes artículos del Pliego de Condiciones Técnicas Generales (MTO-DNV).

13.2 MATERIALES

Los materiales componentes del hormigón cumplirán las prescripciones recogidas en este Pliego y en los pliegos de MTO-DNV:

Los áridos, cuya definición será la que figura en el artículo 28 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)” o normativa que la sustituya, cumplirán todas las especificaciones recogidas en la citada Instrucción.

El Director de las Obras, podrá establecer la frecuencia y el tamaño de los lotes para la realización de los ensayos previstos en el artículo 81.3.2 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)” o normativa que la sustituya, para los casos en que varíen las condiciones de suministro, o si no se dispone de un certificado de idoneidad de los mismos emitido, con una antigüedad inferior a un año, por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado.

No se podrán utilizar áridos que no hayan sido aprobados previa y expresamente por el Director de las Obras.

El Contratista adjudicatario de las obras será responsable de la calidad de los materiales utilizados y del cumplimiento de todas las especificaciones establecidas para los mismos en este artículo, así como de todas aquellas que pudieran establecerse en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales.

13.2.1 Cemento

La selección del cemento a emplear en cada tipo de hormigón se efectuará a partir de los correspondientes ensayos previos. Se emplearán los cementos cuyas características se especifican en el artículo 4 de este Pliego.

A la entrega del cemento, el suministrador entregará un albarán con los datos exigidos por la vigente Instrucción de Recepción de Cementos, debiendo incluirse en el mismo la composición potencial del cemento.

13.2.2 Productos de adición

13.2.2.1 Adiciones

Se permitirá el empleo de humo de sílice como adición al hormigón. El contenido definitivo de adición se determinará durante la fase de ensayos previos. Los porcentajes máximos estimados, respecto del peso de cemento, serán del 5% en el caso del tablero *in-situ*, las prelosas prefabricadas, así como en los antepechos. En el resto de los elementos, el contenido de humo de sílice podrá incrementarse hasta el 10%.

El humo de sílice deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- | | |
|--|--------------|
| - Óxido de silicio (SiO_2), según UNE EN 196-2/96 | $\geq 90\%$ |
| - Cloruros (Cl^-), según UNE 80217/91 | $< 0,10\%$ |
| - Pérdida al fuego, según UNE EN 196-2/96 | $< 5\%$ |
| - Índice de actividad resistente, según UNE EN 196-2/96 | $\geq 115\%$ |

Previamente a su utilización en obra, y a la vista de las dosificaciones empleadas en los ensayos previos, la Dirección de Obra podrá prescribir el empleo de microsílice blanca, al objeto de conseguir el aspecto estético y uniformidad cromática deseada.

13.2.2.2 Aditivos

No se empleará ningún aditivo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección de Obra.

Los aditivos deberán cumplir las especificaciones del artículo 29.1. de la Instrucción EHE.

La utilización de un aditivo, así como la dosificación del mismo, se decidirá a la vista de los ensayos previos. Se realizarán éstos para cada cemento y aditivo que se pretenda utilizar. Dichos ensayos previos deberán atender, además de otros aspectos mecánicos y de durabilidad, a la compatibilidad cemento-superplastificante y al período de tiempo en el que mantiene su efecto en la trabajabilidad del hormigón.

Deberá conocerse la cantidad de agua que lleva incorporada el aditivo superfluidificante, al objeto de contabilizarla en la dosificación del hormigón.

No se emplearán más de dos tipos de aditivo en el mismo hormigón.

Antes de comenzar la obra, se comprobará en todos los casos el efecto del aditivo sobre las características del hormigón, empleando para ello los ensayos previos. Igualmente se comprobará, en el caso de hormigón para armar, mediante los oportunos ensayos realizados en laboratorio reconocido, la ausencia en la composición del aditivo de productos que puedan favorecer la corrosión de las armaduras, y se determinará el pH y el residuo seco.

Durante la ejecución de la obra se vigilará que los tipos y marcas de aditivo utilizado sean precisamente los aceptados en el párrafo anterior.

13.3 TIPOS DE HORMIGÓN Y DISTINTIVOS DE LA CALIDAD

13.3.1 Tipos de hormigón

Los tipos de hormigón a emplear serán los especificados en los planos, y que se resumen en la tabla 610.1:

Tabla 13.1 Tipos de hormigón previstos en este Pliego

Elemento	Designación del hormigón
Hormigón limpieza y nivelación	HM-15
Hormigón en arcos	HA-45/F/20-IIa
Hormigón en tablero	HP-35/F/20-IIa
Hormigón resto de los elementos	HA-25/B/20-IIa

Según denominación EHE (2008)

Durante la obra, se comprobará mediante el correspondiente control documental que las dosificaciones empleadas no son diferentes de las declaradas inicialmente a partir de los mencionados ensayos previos.

Tabla 13.2 prescripciones relativas a la dosificación de los hormigones especiales

Elemento	Relación A/C máx. ⁽¹⁾	Contenido mínimo de cemento (kg/m ³)
Todos los elementos	0,60	300

13.4 DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

13.4.1 Aspectos generales

La composición de la mezcla deberá estudiarse previamente, con el fin de asegurar que el hormigón resultante tendrá las características mecánicas y de durabilidad

necesarias para satisfacer las exigencias del proyecto. Estos estudios se realizarán teniendo en cuenta, en todo lo posible, las condiciones de construcción previstas (diámetros, características superficiales y distribución de armaduras, modo de compactación, dimensiones de las piezas, etc.).

Se prestará especial atención al cumplimiento de la estrategia de durabilidad establecido en el capítulo VII de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)” o normativa que la sustituya.

13.5 EJECUCIÓN

13.5.1 Fabricación y transporte del hormigón

La fabricación y transporte del hormigón se realizará, en aquello que no se recoja en los párrafos siguientes, de acuerdo con las indicaciones del artículo 69 de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE). En cualquier caso, los hormigones no fabricados en central sólo se podrán utilizar cuando así lo autorice el Director de las Obras, estando en cualquier caso limitada su utilización a hormigones de limpieza o unidades de obra no estructurales.

El hormigón para colocar *in situ* durante la obra será fabricado en central. En el caso de una central de hormigón preparado, la selección de ésta deberá comunicarse a la Dirección de Obra, previamente al inicio de la misma.

En cualquier caso, la central deberá reunir las siguientes características:

- Instalaciones generales adecuadas para el tipo de hormigón que va a fabricar.
- Silos independientes para almacenamiento de áridos que eviten su contaminación.
- Sistemas implementados para determinar la humedad de los áridos.
- Sistema de control de producción documentado en los correspondientes libros de autocontrol.
- Los equipos de amasado deberán cumplir los requisitos de la tabla 69.2.5 de la Instrucción EHE.
- Los sistemas de pesaje de las diversas materias primas deberán cumplir las tolerancias prescritas en el apartado 69.2.4. de la Instrucción EHE.

13.5.2 Entrega del hormigón

La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de manera continua. El tiempo transcurrido entre entregas no podrá rebasar, en ningún caso, los treinta minutos (30 min).

13.5.3 Vertido del hormigón

El Director de las Obras podrá modificar el tiempo de puesta en obra del hormigón fijado por la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE), si se emplean productos retardadores de fraguado, pudiendo aumentarlo además cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua, o cuando concurren condiciones favorables de humedad y temperatura.

El Director de las Obras dará la autorización para comenzar el hormigonado, una vez verificado que las armaduras están correctamente colocadas en su posición definitiva.

Asimismo, los medios de puesta en obra del hormigón propuestos por el Contratista deberán ser aprobados por el Director de las Obras antes de su utilización.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a dos metros (2 m) quedando prohibido verterlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de un metro (1 m) dentro de los encofrados. Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre armaduras o encofrados.

Al verter el hormigón, se vibrará para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente las zonas en que exista gran cantidad de ellas, y manteniendo siempre los recubrimientos y separaciones de las armaduras especificadas en los planos.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará por tongadas, dependiendo del espesor de la losa, de forma que el avance se realice en todo el frente del hormigonado.

13.5.4 Compactación del hormigón

La compactación del hormigón se realizará de acuerdo con las indicaciones del apartado 70.2 de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) o normativa que la sustituya.

El Director de las Obras aprobará, a propuesta del Contratista, el espesor de las tongadas de hormigón, así como la secuencia, distancia y forma de introducción y retirada de los vibradores.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados. La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los paramentos y rincones del encofrado y en las zonas de fuerte densidad de armaduras, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie.

Si se emplean vibradores de superficie, se aplicarán moviéndolos lentamente, de modo que la superficie del hormigón quede totalmente humedecida.

Si se emplean vibradores sujetos a los encofrados, se cuidará especialmente la rigidez de los encofrados y los dispositivos de anclaje a éstos de los vibradores.

Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse verticalmente en la tongada, de forma que su punta penetre en la tongada adyacente ya vibrada, y se retirarán de forma inclinada. La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los diez centímetros por segundo (10 cm/s).

La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto brillante; como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos prolongadamente.

Cuando se empleen vibradores de inmersión deberá darse la última pasada de forma que la aguja no toque las armaduras.

Antes de comenzar el hormigonado, se comprobará que existe un número de vibradores suficiente para que, en caso de que se averíe alguno de ellos, puede continuarse el hormigonado hasta la próxima junta prevista.

13.5.5. Hormigonado en condiciones especiales

13.5.5.1. Hormigonado en tiempo frío

El hormigonado se suspenderá, como norma general, siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas (48h) siguientes, la temperatura ambiente puede descender por debajo de los cero grados Celsius (0°C). A estos efectos, el hecho de que la temperatura registrada a las nueve horas (9 h) de la mañana, hora solar, sea inferior a cuatro grados Celsius (4°C), puede interpretarse como motivo suficiente para prever que el límite prescrito será alcanzado en el citado plazo.

Las temperaturas podrán rebajarse en tres grados Celsius (3°C) cuando se trate de elementos de gran masa; o cuando se proteja eficazmente la superficie del hormigón mediante sacos, paja u otros recubrimientos aislantes del frío, con espesor tal que pueda asegurarse que la acción de la helada no afectará al hormigón recién ejecutado; y de forma que la temperatura de su superficie no baje de un grado Celsius bajo cero (-1°C), la de la masa de hormigón no baje de cinco grados Celsius ($+5^{\circ}\text{C}$), y no se vierta el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura será inferior a cero grados Celsius (0°C).

La utilización de aditivos anticongelantes requerirá autorización expresa del Director de las Obras. No podrán utilizarse jamás productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contengan iones cloro, para el caso de hormigón armado.

En los casos en que por absoluta necesidad, y previa autorización del Director de las obras, se hormigones en tiempo frío con riesgo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para que el fraguado de las masas se realice sin dificultad. En el caso de que se caliente el agua de amasado o los áridos, éstos deberán mezclarse previamente, de manera que la temperatura de la mezcla no sobrepase los cuarenta grados Celsius (40°C), añadiéndose con posterioridad el cemento en la amasadora. El tiempo de amasado deberá prolongarse hasta conseguir una buena homogeneidad de la masa, sin formación de grumos.

Si no puede garantizarse la eficacia de las medidas adoptadas para evitar que la helada afecte al hormigón, se realizarán los ensayos necesarios para comprobar las resistencias alcanzadas, adoptándose, en su caso las medidas que prescriba el Director de las Obras.

13.5.5.2. Hormigonado en tiempo caluroso

Los sistemas propuestos por el Contratista para reducir la temperatura de la masa de hormigón deberán ser aprobados por el Director de las Obras previamente a su utilización.

13.5.5.3. Hormigonado en tiempo lluvioso

Si se prevé la posibilidad de lluvia, el Contratista dispondrá toldos u otros medios que protejan el hormigón fresco. Como norma general, el hormigonado se suspenderá en caso de lluvia, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas de hormigón fresco.

El Director de las Obras aprobará, en su caso, las medidas a adoptar en caso de tiempo lluvioso. Asimismo, ordenará la suspensión del hormigonado cuando estime que no existe garantía de que el proceso se realice correctamente.

13.5.6 Juntas

Las juntas en el hormigón pondrán ser de contracción, dilatación o ambas funciones. Las de dilatación deberán venir definidas en los Planos del Proyecto. Las de contracción y hormigonado se fijarán de acuerdo con el plan de obra y las condiciones climatológicas, pero siempre con antelación al hormigonado.

El Director de las Obras aprobará, previamente a su ejecución, la localización de las juntas que no aparezcan en los Planos.

Las juntas creadas por las interrupciones del hormigonado deberán ser perpendiculares a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, y deberán estar situadas donde sus efectos sean menos perjudiciales. Si son muy tendidas se vigilará especialmente la segregación de la masa durante el vibrado de las zonas próximas, y si resulta necesario, se encofrarán. Si el plano de una junta presenta una mala orientación, se demolerá la parte de hormigón que sea necesario para dar a la superficie la dirección apropiada.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. La abertura de tales juntas será la necesaria para que, en su día, se puedan hormigonar correctamente.

Al reanudar el hormigonado, se limpiarán las juntas de toda suciedad, lechada o árido suelto y se picarán convenientemente. A continuación, y con la suficiente antelación al hormigonado, se humedecerá la superficie del hormigón endurecido, saturándolo sin encharcarlo. Seguidamente se reanudará el hormigonado, cuidando especialmente la compactación en las proximidades de la junta.

Sin perjuicio de lo prescrito en el artículo 71º de la Instrucción de hormigón estructural EHE, la junta longitudinal del tablero, exigida por el procedimiento constructivo propuesto, se tratará de manera que se asegure una superficie sana, sin elementos sueltos, ni grasas ni aceites ni polvo, lo que permitirá garantizar que el adhesivo impregna adecuadamente el hormigón endurecido, sobre todo si está húmedo. Se prestará especial atención a las indicaciones del fabricante del producto, en particular al tiempo óptimo de vertido del hormigón fresco tras la aplicación del producto adhesivo por impregnación.

13.5.7. Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, se someterá al hormigón a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo que resulte de aplicar las indicaciones del artículo 74 de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

En función las condiciones climatológicas existentes durante la operación de curado, se calculará la duración de éste, conforme al contenido en los comentarios al Artículo 74º de la Instrucción EHE. En el caso de empleo de humo de sílice, se adoptará un valor para el parámetro $D_1 = 1$. En ningún caso la duración de curado será inferior a cuatro días.

El curado se efectuará mediante aporte de agua sobre las superficies externas del hormigón, al objeto de evitar que éste sufra pérdidas de agua. Durante los primeros tres días, se extremarán las precauciones en este sentido recurriendo a sistemas de riego automático. No se permitirán sistemas de riego que puedan provocar lavado de la superficie del hormigón.

Podrán utilizarse otros sistemas de curado que cumplan el artículo 74º de la Instrucción EHE, previa autorización del Director de Obra.

Los procedimientos de curado serán tales que no produzcan ningún tipo de daño en superficie, cuando esta haya de quedar vista, ni supongan la aportación de sustancias perjudiciales para el hormigón. Podrán utilizarse como procedimientos de curado, el riego directo con agua (evitando que se produzca el deslavado del hormigón), la disposición de arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos con alto poder de retención de humedad, láminas de plástico y productos filmógenos de curado, de forma que la velocidad de evaporación no supere en ningún caso el medio litro por metro cuadrado y hora (0,50 l/m²/h).

Cuando el hormigonado se efectúe a temperatura superior a cuarenta grados Celsius (40°C), deberá curarse el hormigón por vía húmeda. El proceso de curado deberá prolongarse sin interrupción durante al menos diez días (10 d).

Las superficies de hormigón cubiertas por encofrados de madera o de metal expuestos al soleamiento se mantendrán húmedas hasta que puedan ser desmontadas, momento en el cual se comenzará a curar el hormigón.

En el caso de utilizar el calor como agente de curado para acelerar el endurecimiento, se vigilará que la temperatura no sobrepase los setenta y cinco grados Celsius (75°C), y que la velocidad de calentamiento y enfriamiento no exceda de veinte grados Celsius por hora (20°C/h). Este ciclo deberá ser ajustado experimentalmente de acuerdo con el tipo de cemento utilizado.

Cuando para el curado se utilicen productos filmógenos, las superficies del hormigón se recubrirán, por pulverización, con un producto que cumpla las condiciones estipuladas el presente pliego "Productos filmógenos de curado".

La aplicación del producto se efectuará tan pronto como haya quedado acabada la superficie, antes del primer endurecimiento del hormigón. No se utilizará el producto de curado sobre superficies de hormigón sobre las que se vaya de adherir hormigón adicional u otro material, salvo que se demuestre que el producto de curado no perjudica la adherencia, o a menos que se tomen medidas para eliminar el producto de las zonas de adherencia.

El Director de las Obras autorizará en su caso la utilización de técnicas especiales de curado, que se aplicarán de acuerdo con las normas de buena práctica de dichas técnicas.

El Director de las Obras dará la autorización previa para la utilización de curado al vapor, así como del procedimiento que se vaya a seguir, de acuerdo con las prescripciones incluidas en este apartado.

Si el rigor de la temperatura lo requiere, el Director de las Obras podrá exigir la colocación de protecciones suplementarias, que proporcionen el debido aislamiento térmico al hormigón y garanticen un correcto proceso de curado.

13.5.8 Control del hormigón de los elementos prefabricados

Todos los elementos prefabricados deberán cumplir la totalidad de los requisitos definidos para ellos, tanto en lo relativo a su dosificación, como a sus prestaciones adicionales.

Todas las piezas prefabricadas deberán suministrarse a la obra correctamente identificadas y acompañadas de la correspondiente hoja de suministro, firmada por persona física, y cuyo contenido deberá ser, al menos, el siguiente:

- Identificación de la pieza;
- Fecha de fabricación;
- Fecha de suministro;
- Designación del hormigón de la pieza;
- Lote de fabricación al que pertenece;
- Referencia de identificación del informe de los ensayos previos correspondientes;
- Resultados de los ensayos correspondientes al lote en el control de producción;
- Tipo, marca y clase del cemento;
- Tipo, marca y dosificación del humo de sílice, en su caso;
- Tipo de aditivo, en su caso, o indicación expresa de que no lo contiene;
- Dosificación real del hormigón empleado, con tolerancias de ± 15 kg para el contenido de cemento, y de $\pm 0,02$ para la relación agua/cemento;
- Recubrimientos garantizados; y
- Nombre de la persona física responsable que firma la hoja de suministro.

13.6 CONTROL DE CALIDAD

La tabla 610.3 es una transcripción de la 84.1 de la Instrucción EHE. En ella se pueden contemplar, de manera sinóptica, los diferentes tipos de ensayos y los datos relativos a las probetas (fabricación, conservación, tipo, número) así como observaciones diversas.

Tabla 13.3 Control de la resistencia del hormigón

Tipos de ensayos	CARACTERÍSTICOS	DE CONTROL
Ejecución de probetas	En obra	En obra
Conservación de probetas	En agua o cámara húmeda	En agua o cámara húmeda
Tipo de probetas	Cilíndricas de 15 x 30	Cilíndricas de 15 x 30

Edad de las probetas	28 días	28 días
Obligatoriedad	Preceptivos salvo experiencia previa	Siempre preceptivos

La tabla 610.3 anterior no recoge, por ser relativa al control de resistencias, la actuación en materia de control de especificaciones de durabilidad, que se tratan en 610.7.1.

13.6.1 Control de las especificaciones relativas a la durabilidad del hormigón

Se seguirán las indicaciones del Artículo. 85º de la Instrucción EHE de hormigón estructural, que establece que los controles será: Control documental de las hojas de suministro para comprobar el cumplimiento de las limitaciones de la relación agua cemento (*a/c*) y el contenido de cemento. Este control documental se realizará para todas las amasadas del hormigón que se lleven a cabo durante la obra. El contenido de las hojas de suministro será conforme a lo indicado en 69.2.9.1.

13.6.2 Ensayos característicos del hormigón

Dadas las particulares características del hormigón que se ha previsto emplear (con prestaciones especiales), se ha contemplado la ejecución de unos ensayos característicos que tienen como finalidad comprobar, antes del hormigonado de las piezas, con la dosificación que se propone emplear en la obra y con los medios con que se va a fabricar el hormigón, la idoneidad tanto de la dosificación como del propio proceso de fabricación.

Se efectuarán los ensayos sobre 6 amasadas diferentes, con dos probetas por amasada, ejecutadas, conservadas y ensayadas según se refiere en el Art. 87º de la Instrucción EHE.

El ensayo se considerará favorable si se cumple

$$x_1 + x_2 - x_3 \geq f_{ck}$$

siendo $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_3$ los resultados medios de cada amasada, y f_{ck} la resistencia característica especificada.

13.6.3 Ensayos de control del hormigón

De las tres modalidades de control que ofrece el Art. 88º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, se aplicará a esta obra la modalidad de control estadístico. Con esta modalidad se conoce la resistencia de sólo una fracción de las amasadas puestas en obra. Esto equivale *a priori* a no contemplar en este documento el control total (control al 100%) por el elevado número de probetas que implica confeccionar, conservar y romper, la complejidad de todo orden que supone para la obra y el desproporcionado costo del control.

Tabla 610.4 Límites máximos para el establecimiento de los lotes:

	Tipo de elementos estructurales
--	---------------------------------

Límite superior	Estructuras con Elementos comprimidos	Estructuras con elementos sometidos flexión	Macizos
Volumen de hormigón	100m ³	100m ³	100m ³
Número de amasadas	50	50	100
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500m ²	1000m ²	-

El control se realizará determinando la resistencia de “N” amasadas por lote, siendo:

Si $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ N=2

$25 \text{ N/mm}^2 < f_{ck} \leq 45 \text{ N/mm}^2$ N =4

13.7 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

13.7.1 Tolerancias

Las superficies de hormigón deberán quedar terminadas de forma que presenten buen aspecto, sin defectos o rugosidades que requieran la necesidad de un enlucido posterior, que en ningún caso, deberán aplicarse sin previa autorización del Director de las Obras.

La máxima flecha o irregularidad que deben presentar los paramentos, medida respecto de una regla de dos metros (2 m) de longitud aplicada en cualquier dirección, será la siguiente:

- Superficies vistas: cinco milímetros (5 mm);
- Superficies ocultas: diez milímetros (10 mm).

13.7.3 Reparación de defectos

Los defectos que hayan podido producirse al hormigonar deberán ser comunicados al Director de las Obras, junto con el método propuesto para su reparación. Una vez aprobado éste, se procederá a efectuar la reparación en el menor tiempo posible.

Las zonas reparadas deberán curarse rápidamente. Si es necesario, se protegerán con lienzos o arpilleras para que el riego no perjudique al acabado superficial de esas zonas.

13.8 RECEPCIÓN

No se procederá a la recepción de la unidad de obra terminada hasta que se satisfaga el cumplimiento de las tolerancias exigidas, el resultado de los ensayos de control sea favorable y se haya efectuado, en su caso, la reparación adecuada de los defectos existentes.

ARTÍCULO 14 PÉNDOLAS

14.1 DEFINICIÓN

Para las péndolas se empleará un sistema de cable helicoidal abierto con un galvanizado tipo Galfan. El proceso de galvanización está regulado en la norma DIN EN 10264-3.

Para los cables espirales de acero se empleará un acero de calidad no aleado con una tensión de rotura f_{yk} de 1570 N/mm².

Para la conexión de los cables a la estructura principal se emplearán terminales de doble horquilla y bulones fabricados con un galvanizado de 80 micras de espesor mínimo y según especificación del fabricante para garantizar la carga máxima de rotura de los cables.

En la redacción del proyecto se ha previsto la utilización del sistema de cables Pfeifer PG (cables, terminales, sistema de tesado, etc.), del cual se adjuntan catálogos técnicos. El Contratista podrá proponer al Director de Obra la sustitución por un sistema completo equivalente de entre los disponibles en el mercado.

Todas las chapas metálicas que conforman el anclaje de las péndolas al hormigón serán de calidad S 355 J2G3 según UNE EN 10025, con grado Z35 según UNE EN 10164 cuando se requiera aceros con resistencia mejorada a la deformación en la dirección perpendicular a la superficie. Todos estos elementos metálicos se galvanizarán en caliente según UNE EN ISO 1461, debiendo garantizarse un espesor medio de recubrimiento de 80µm, admitiéndose puntualmente recubrimientos de 70µm.

14.2 CORTE DE LOS CABLES

El Contratista calculará el total del alargamiento de los cables en base a los datos suministrados por el proveedor. Los cables se colocarán en los puntos y con la carga aprobada por la Dirección de Obra.

Las longitudes exactas de los cables serán calculadas por el Contratista una vez conocidos los resultados de los ensayos de los cables y aprobadas por la dirección de obra.

Tolerancias de longitud:

El fabricante garantizará y existirá prueba documental, de las tolerancias conseguidas.

La longitud de las péndolas no tendrá una desviación superior al 1/10000 de la longitud prevista en los planos.

14.3 SUMINISTRO DEL CABLE Y PIEZAS DEBIDAMENTE PROTEGIDOS.

Ya en la fábrica se asegurará el apoyo y protección del cable de forma que se garantice que no sufrirá ningún daño, durante el transporte ni en almacenamientos intermedios.

Se evitará cualquier daño al “galvanizado” en caliente de los cables. Para daños inferiores a 1 cm² el Contratista propondrá al Director de Obra el procedimiento de reparación; daños superiores a 1 cm² no serán admisibles desechándose tales cables.

14.3 MONTAJE Y TESADO DE LAS PÉNDOLAS

El montaje y tesado de las péndolas se realizará según las especificaciones y recomendaciones del fabricante.

En la redacción del proyecto se ha previsto la utilización del sistema de cables Pfeifer PG (cables, terminales, sistema de tesado, etc.), del cual se adjuntan catálogos técnicos. El Contratista podrá proponer al Director de Obra la sustitución por un sistema completo equivalente de entre los disponibles en el mercado.

ARTÍCULO 15 ACERO EN BARRAS MACALLOY

15.1 DEFINICIÓN

En las zonas de fijación de las péndolas al arco y tablero se emplearán barras tipo macalloy 1030 o equivalentes.

Macalloy 1030 es un acero al carbono y cromo, con una composición diseñada para dotarle de propiedades específicas. Macalloy

La tensión de rotura de este acero es de 1030 N/mm², con un límite elástico mínimo garantizado de 835 N/mm².

En la redacción del proyecto se ha previsto la utilización del sistema de barras roscadas de alta resistencia Macalloy 1030. El Contratista podrá proponer al Director de Obra la sustitución por un sistema completo equivalente de entre los disponibles en el mercado.

Todas las chapas metálicas que conforman el anclaje de las péndolas al hormigón serán de calidad S 355 J2G3 según UNE EN 10025, con grado Z35 según UNE EN 10164 cuando se requiera aceros con resistencia mejorada a la deformación en la dirección perpendicular a la superficie. Todos estos elementos metálicos se galvanizarán en caliente según UNE EN ISO 1461, debiendo garantizarse un espesor medio de recubrimiento de 80µm, admitiéndose puntualmente recubrimientos de 70µm.

ARTÍCULO 16 OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO

16.1 DEFINICIÓN

Se definen como obras de hormigón en masa o armado, aquellas en la cuales se utiliza como material exclusivo o fundamental el hormigón, reforzado en su caso con armaduras de acero que colaboran con el hormigón para resistir los esfuerzos.

16.2 MATERIALES

Los materiales empleados en la fabricación de hormigones en masa o armado cumplirán con las especificaciones recogidas en los artículos 5 “Armaduras pasivas a emplear en hormigón armado”, 13 “Hormigones”, 18 “Encofrados y moldes” y 19 “Apeos y Cimbras” de este Pliego.

16.3 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS

La ejecución de las obras de hormigón en masa o armado y su control de calidad se hará de acuerdo con lo indicado en este Pliego para las distintas unidades de obra que las componen.

16.4 MEDICIÓN Y ABONO

Las obras de hormigón en masa o armado se medirán y abonarán según las distintas unidades que las constituyen.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar o reponer las obras en las que se acusen defectos.

ARTICULO 17 CIMENTACIONES DIRECTAS DE HORMIGON ARMADO

17.1 DEFINICION

17.2 MATERIALES

Hormigón

- Se emplea hormigón de resistencia característica a 28 días superior a 35 MPa que cumpla con las especificaciones de la EHE, su tipo será, según Art. 39.2 EHE HA-35/F/20/IIa+Qc.

Armaduras

- Se emplearán barras corrugadas de acero según artículo 5 del presente pliego.
- Las armaduras transversales se sujetarán a las longitudinales por ataduras o soldadura.

ARTÍCULO 18 ENCOFRADOS Y MOLDES

18.1 DEFINICIÓN

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo *in situ* de hormigones y morteros. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por éste último el que queda englobado dentro del hormigón.

Se define como molde el elemento, fijo o desplegable, destinado al moldeado de un elemento estructural en lugar distinto al que ha de ocupar en servicio, bien se haga el hormigonado a pie de obra, o bien en una planta o taller de prefabricación.

18.2 EJECUCIÓN

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje.
- Desencofrado.

18.2.1 Construcción y montaje

Se autorizará el empleo de tipos y técnicas especiales de encofrado, cuya utilización y resultados estén sancionados por la práctica, debiendo justificarse la eficacia de aquellas otras que se propongan y que, por su novedad, carezcan de dicha sanción, a juicio del Director de las Obras.

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que, con la marcha prevista del hormigonado y, especialmente, bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos excesivos en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su período de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a cinco milímetros (5 mm). En su caso, los encofrados deberán ser objeto de los oportunos cálculos estructurales.

Los enlaces de los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se efectúen con facilidad.

Los moldes ya usados y que hayan de servir para unidades repetidas, serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas, colocando, si es preciso, angulares metálicos en las aristas exteriores del encofrado, o utilizando otro procedimiento similar en su eficacia. El Director de las obras podrá autorizar, sin embargo, la utilización de maticantes para achaflanar dichas aristas. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco milímetros (5 mm) en las líneas de las aristas.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser uniformes y lisas para lograr que los paramentos de las piezas de hormigón moldeadas en aquellos no presenten defectos, bombeos, resaltos, o rebabas de más de cinco milímetros (5 mm).

Tanto las superficies de los encofrados, como los productos que a ellas se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón ni para las armaduras.

Los encofrados de madera (que habrán de cumplir las especificaciones del artículo 9 de este Pliego) se humedecerán antes de hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor. Las juntas entre las diversas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del

hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá autorizar el empleo de un sellado.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener del Director de la Obra la aprobación escrita del encofrado a realizar.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán con un espaciamiento vertical y horizontal no mayor de un metro (1 m), y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

El cierre frontal de las juntas pasantes en elementos de hormigón armado se hará mediante un encofrado provisto de todos los taladros necesarios para el paso de las armaduras.

Los productos utilizados para facilitar el desencofrado y desmoldeo deberán ser los recomendados por el fabricante de los paneles y estar aprobados por el Director de las Obras. Como norma general, se emplearán barnices antiadherentes a base de compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua, o grasa diluida, evitando el uso de gas-oil, grasa corriente, o cualquier otro producto análogo. En su aplicación deberá evitarse que escurran por las superficies verticales o inclinadas de los moldes encofrados. No deberán impedir la ulterior aplicación de revestimientos ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, en especial cuando se trate de elementos que posteriormente hayan de unirse entre sí para trabajar solidariamente.

18.2.2 Desencofrado

El momento del desencofrado se determinará en cada caso, en general, en función de la evolución de resistencias previstas en el hormigón, así como de las solicitudes a que vaya a estar sometido el elemento que se desencofra, siguiendo las directrices de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

El Director de la Obra podrá reducir los plazos de desencofrado cuando el tipo de cemento empleado proporcione un endurecimiento suficientemente rápido.

El desencofrado deberá realizarse tan pronto como sea posible, sin peligro para el hormigón, con objeto de iniciar cuando antes las operaciones de curado.

ARTÍCULO 19 APEOS Y CIMBRAS

19.1 DEFINICIÓN

Se definen como apeos los armazones provisionales que sostienen un elemento estructural y sus encofrados mientras se está ejecutando, hasta que alcance resistencia propia suficiente.

19.2 EJECUCIÓN

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje.
- Desmontaje o desapeo.

19.2.1 Construcción y montaje

Salvo prescripción en contrario, los apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas. En cualquier caso los apeos deberán ser objeto de las oportunas justificaciones y cálculos estructurales. Todos los cálculos estructurales, desde su apoyo en el terreno, hasta su resistencia ante una eventual crecida del arroyo, será objeto de una memoria que deberá entregar el Contratista para su verificación y aprobación por la Dirección de Obras

Los apeos tendrán la resistencia y disposición necesarias para que, en ningún momento, los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado, sobrepasen los cinco milímetros (5 mm), ni los del conjunto de la milésima (1/1000) de la luz.

Se comprobará que el apeo posee carrera suficiente para el desmontaje, así como que las presiones que transmite al terreno no producirán asiento o deformaciones perjudiciales con el sistema de hormigonado previsto.

Cuando la estructura de apeo sea metálica, estará constituida por perfiles laminados, tubos etc., de acero de calidad adecuada, sujetos con tornillos, o soldados.

Si el apeo pudiera verse afectado por la avenida del arroyo durante el plazo de ejecución, se tomarán las precauciones necesarias para que no afecten a ninguno de sus elementos.

Se preferirán los apeos realizados con puntales relativamente próximos en lugar de la disposición de puntales de abanico.

19.2.2 Desapeo

El desmontaje o desapeo deberá realizarse siguiendo el proceso constructivo detallado en este pliego y en planos correspondientes.

Tanto los elementos que constituyen el encofrado como los apeos, se retirarán sin producir sacudidas ni golpes al hormigón, para lo cual, cuando los elementos sean de cierta importancia, se emplearán cuñas, arena, gatos, u otros dispositivos análogos para lograr un desapeo uniforme.

ARTÍCULO 20 IMPERMEABILIZACIÓN DEL TABLERO Y MUROS

20.1 DEFINICIÓN

Se refiere este artículo a la capa a extender inmediatamente encima del tablero de hormigón del puente. Se persigue con este tratamiento aislar el esqueleto mineral de las capas del firme de la superficie rígida del tablero, así como contribuir a la

impermeabilización y actuar como capa de amortiguación entre esfuerzos de la estructura del puente y las del firme.

Para la impermeabilización de muros se utilizará una imprimación asfáltica y lámina drenante con geotextil.

20.2 MATERIALES

Para muros de hormigón:

- 1- Imprimación asfáltica densidad mínima 0.5 kg/m²
- 2- Lámina PET de alta densidad de estructura alveolar
- 3- Geotextil no tejido
- 4- En la parte inferior un tubo de PVC de 150mm perforado

La ejecución será según detalles en planos

Para tablero:

- 1- Limpieza de la superficie soporte y eliminación de cualquier resto punzante
- 2- Imprimación del soporte con emulsión bituminosa no iónica a base de betunes y resinas con cargas, diluidas al 50%, con un consumo de 0.3 kg/m²
- 3- Colocación de lámina autoadhesiva cuando el hormigón tenga humedad máxima de 4% y haya alcanzado una resistencia mínima de 1N/mm²

La ejecución será según detalles en planos

Todos los envíos a obra irán acompañados de un certificado del fabricante que garantice la conformidad a Normas y el control de calidad realizado en fábrica de cada partida enviada a obra.

Se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante para la manipulación, transporte y almacenamiento de láminas hasta su puesta en obra.

Para la recepción de las láminas, éstas deben presentar un aspecto uniforme y carecerán de defectos tales como agujeros, bordes desgarrados o no rectilíneos, roturas, grietas, protuberancias, hendiduras.etc., debiendo llevar al menos en una de sus caras un material antiadherente mineral o plástico para evitar su adherencia cuando las láminas están enrolladas.

ARTÍCULO 21 APARATOS DE APOYO

21.1 DEFINICIÓN

Se trata de apoyos de neopreno antideslizantes.

Se definen como aparatos de apoyo aquellos dispositivos, de diversa naturaleza, usados para transmitir cargas de un elemento estructural a otro, permitiendo o impidiendo movimientos relativos entre ambos elementos en una o varias direcciones.

Estos aparatos resuelven el apoyo del tablero sobre los estribos y pilas, empleándose apoyos de material elastómero.

Los apoyos elastoméricos serán zunchados, constando de un cierto número de capas de material elastomérico separadas por chapas de acero (zunchos) que están fuertemente unidos al material elastomérico desde el momento de la fabricación del aparato de apoyo.

21.2 MATERIALES

21.2.1 Materiales metálicos

Los materiales metálicos para aparatos de apoyo cumplirán las prescripciones siguientes:

- Calidad mínima: S355J0 según EN 10.025
- Límite elástico \geq 355 N/mm² según UNE 36.080
- Carga de rotura \geq 510 N/mm² según UNE 36.080

Estarán protegidos frente a la corrosión con una protección equivalente a un galvanizado en caliente con zinc de pureza superior al 99% con 85 micras de espesor.

21.2.2 Material elastomérico

El material elastomérico puede ser caucho natural o sintético. Los cauchos más comúnmente utilizados en apoyos para puentes de carretera son los cauchos sintéticos, como el cloropreno (neopreno).

El material elastomérico deberá presentar una buena resistencia a la acción de los aceites y grasas, la intemperie, ozono atmosférico y a las temperaturas extremas a las que haya de estar sometido.

El material cumplirá las siguientes condiciones mínimas:

Dureza Shore: 60 \pm 5 Shore A, según UNE 53.549.

Resistencia a tracción: mínimo de 17 N/mm², en forma de barra, según UNE 53.510.

Alargamiento de rotura: mínimo de 450%, en forma de barra, según UNE 53.510.

Resistencia al resquebrajamiento: mínimo de 10 N/mm², probeta angular con entalla, según ISO 34 (1979).

Deformación a compresión: máximo del 15%, con 24 h/70°, según UNE 53.511.

Resistencia al ozono: sin grietas con 7 aumentos, 96 h/40°-30% de deformación -200 \pm 20 partes de ozono por 108 de volumen de aire, según ISO 1431 (1980).

Resistencia a envejecimiento artificial: aumento de dureza máximo de 5 Shore – reducción de resistencia máxima del 15% - reducción de alargamiento máximo del 25%, 72 h/100°C, según UNE 53.548.

21.2.3 Zunchos de acero en apoyos elastoméricos

Se utilizará, en general, para los zunchos un acero dulce, que cumplirá los requisitos siguientes:

Calidad mínima X 275 JR según EN 10.025.

Límite elástico \geq 275 N/mm², según UNE 36.080.

Carga de rotura $\geq 410 \text{ N/mm}^2$, según UNE 36.080.

Los bordes de los zunchos, así como las perforaciones que eventualmente se dispongan en los mismos, se deben mecanizar cuidadosamente para evitar todo efecto de entalla del acero en el elastómero.

21.2.4 Mortero autonivelante

Se utilizará morteros premezclados fabricados por una firma de reconocido prestigio aprobada por el Director de Obra.

21.3 COLOCACIÓN EN OBRA

Los apoyos deben colocarse suficientemente alejados de los bordes de la subestructura para evitar daños localizados.

Habitualmente se colocan horizontales puesto que se desea coartar el movimiento vertical del tablero. En ese caso, los estribos deben terminarse unos 3 cm por debajo de la cota de apoyo y disponer una meseta de mortero autonivelante que cree una superficie lisa y perfectamente horizontal.

Entre la cara superior del apoyo y el tablero también es necesario asegurar la horizontalidad y planeidad en el contacto.

21.4 CONTROL DE CALIDAD

El fabricante efectuará los ensayos receptivos sobre los materiales y sobre los propios aparatos de apoyo.

El Director de las Obras podrá realizar un control externo de acuerdo con lo especificado.

21.5 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

Serán de aplicación las tolerancias indicas a continuación:

La desviación del eje del apoyo respecto a su posición teórica en planta será menor de $\pm 10 \text{ mm}$, en cualquier dirección.

21.6 RECEPCIÓN

El fabricante estará en condiciones de poder suministrar al Director de las Obras, los resultados de todos los ensayos realizados durante la fabricación, así como, en su caso, algún apoyo suplementario para realizar ensayos de control en un laboratorio especializado.

El Director de las Obras podrá realizar aquellos ensayos complementarios que estime conveniente para confirmar la calidad de los apoyos.

ARTÍCULO 22 JUNTAS DE TABLERO

22.1 DEFINICIÓN

Se definen como juntas de tablero los dispositivos que enlazan en un puente el tablero y un estribo o 2 tramos de tablero y tienen como finalidad permitir los movimientos por cambio de temperatura, deformaciones reológicas en el caso del hormigón y deformaciones de la estructura, a la vez que sirven desagüe del agua de lluvia.

Las juntas tendrán un recorrido total de 160 mm en estribo y 320mm sobre la pila central

22.2 CONDICIONES GENERALES

Para conseguir el nivel adecuado de funcionalidad en las juntas se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Deben absorber todos los movimientos que le transmita la estructura.
- No deben transmitir acciones significativas a la estructura.
- Deben ser impermeables o dar facilidades para su desagüe, evitando así que el paso del agua produzca deterioros en la estructura o en la propia junta.
- Deben ser difícilmente obturables por materias sólidas extrañas que pueden impedir el funcionamiento de la junta como tal.
- Deben ser fáciles de conservar.
- En caso de deterioros o roturas deben ser fáciles de reponer, incluso en presencia de tráfico.

22.3 MATERIALES

Las juntas de tablero estarán constituidas por láminas de material elastomérico tipo neopreno una serie de pernos de anclaje. Todos los materiales utilizados presentarán una resistencia adecuada a los aceites y grasas, a los ciclos térmicos y a la acción de los rayos ultravioleta, ozono e intemperie en general.

Se exigirán las siguientes propiedades físicas iniciales para el neopreno:

- Dureza Shore igual o superior a sesenta (60).
- Carga de rotura a tracción no menor de diecisiete coma cinco Newtons por milímetro cuadrado (175 N/mm²).
- Alargamiento de rotura no menor que cuatrocientos cincuenta por ciento (450%).
- Módulo de elasticidad transversal, para cargas de larga duración, no mayor de un Newton por milímetro cuadrado (1 N/mm²).
- Módulo de elasticidad transversal, para cargas instantáneas, no menor de dos Newtons por milímetro cuadrado (2 N/mm²).

Además, después de someter el material a un envejecimiento en horno a setenta (70) horas a cien grados centígrados (100°C) de temperatura, deberán satisfacerse las siguientes condiciones:

- No aparecer grietas en el ensayo de ozono.
- No experimentar un cambio de dureza superior a quince grados Shore (15).
- No experimentar un cambio de carga de rotura en tracción superior al quince por ciento en más o menos (± 15).
- No experimentar una disminución del alargamiento de rotura superior al cuarenta por ciento (40%).

Si el material que se propone no cumple algunas de las condiciones indicadas, cuyos valores están inspirados en las Normas ASTM, el Director de las Obras decidirá acerca de su aceptación teniendo en cuenta las garantías que ofrezca la casa suministradora y a la vista de otras normas europeas aplicables al caso.

Las laminas de neopreno serán suministrados por una casa de solvencia reconocida a juicio del Director de la Obra. Dicha casa definirá y garantizará las características técnicas de sus modelos, así como la calidad y características de todos los materiales que se utilicen para su instalación.

Las dimensiones de la junta que figuran en los planos son meramente orientativas, pudiendo modificarse previa aprobación del Director de las Obras para adaptarse a los diferentes modelos comerciales, siempre y cuando el rango del movimiento máximo de la junta sea igual o superior al especificado en los planos.

22.4 EJECUCIÓN

La instalación se debe realizarse poniendo especial cuidado en el anclaje al tablero, en la estanqueidad y su nivelación.

Antes de su instalación se reglará la junta ajustando su abertura inicial en función de la temperatura media de la estructura en el momento del montaje, de rango y movimiento de la junta y de todos los movimientos previstos en la estructura.

22.5 RECEPCIÓN

La recepción se realizará una vez contrastada la calidad de las juntas suministradas y puestas en obra.

El Director de la Obra podrá realizar aquellos ensayos previos complementarios que estime conveniente para garantizar la calidad del suministro.

ATÍCULO 23 SISTEMA DE CONTENCIÓN, BARANDA DE PEATONES.

23.1 DEFINICIÓN

Se define como la Barrera Metálica de Seguridad que delimita el exterior de las aceras, cuya finalidad es proporcionar la contención de los peatones evitando su caída hacia el vacío.

Esta unidad comprende la total y correcta ejecución de una barrera metálica compuesta por chapas y tubos de acero inoxidable AISI 304 con espesores y dimensiones indicadas en planos correspondientes.

Los anclajes a la estructura de hormigón se materializarán mediante barras roscadas de acero inoxidable A2 previamente introducidas en el hormigonado o a posteriori mediante resinas epoxi a criterio del Contratista

ARTÍCULO 24 CARPETAS DE RODADURA.

24.1 DEFINICIÓN

La carpeta de rodadura vehicular será realizada con mezcla asfáltica en las mismas condiciones que las solicitadas para la obra de la avenida. La fórmula de trabajo adoptada para la mezcla deberá ser aprobada por el Director de Obra, requisito sin el cual no podrá iniciarse la ejecución de la mezcla.

24.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La fabricación, transporte, extensión y compactación de la mezcla bituminosa se efectuará siguiendo los criterios establecidos en el pliego particular de la ejecución de la avenida

Los espesores de cada capa de mezcla bituminosa se corresponderán con las secciones tipo definidas en los planos.

Salvo autorización expresa por parte del Director de Obra, no se permitirá la ejecución de esta unidad cuando la temperatura ambiente en la zona sea inferior a cinco grados Celsius (5°C). Asimismo, el Director de Obra podrá ordenar la detención de éstas cuando se produzcan circunstancias climatológicas adversas, tales como precipitaciones atmosféricas intensas, heladas, viento intenso, etc.

ARTICULO 25 PRUEBAS DE CARGA

25.1 DEFINICIÓN

La prueba de carga de recepción de una estructura es un conjunto de operaciones consistente en la reproducción de uno o varios estados de carga sobre la misma, antes de su puesta en servicio, con objeto de confirmar que el proyecto y construcción de la obra se han llevado a cabo de forma satisfactoria.

El objeto de la misma es comprobar que para unas situaciones de carga representativas de las acciones a que va a estar sometida durante su vida en servicio, el comportamiento de la estructura se ajusta a las previsiones de proyecto.

25.2 Planteamiento de la Prueba.

Se realizará un proyecto específico para la prueba de carga en el que quedarán definidos todos los aspectos relativos a la realización de la prueba de carga, tanto en lo que se refiere a los trenes y estados de carga, instrumentación, medios auxiliares (en su caso) y valoración económica.

Las magnitudes a medir y la localización de los puntos de medida serán los especificados en el Proyecto de la Prueba. Las medidas deberán efectuarse en posición y cantidad suficiente para permitir la correcta evaluación del comportamiento de la obra.

En general, deberá medirse al menos la flecha en todos los centros de vano. Será recomendable disponer, debido a la configuración del tablero, al menos tres puntos de medición en el ancho del tablero para cada una de las secciones transversales evaluadas.

Los aparatos de medida que se utilicen deberán estar sancionados por la experiencia en pruebas similares, estar debidamente calibrados y poseer una sensibilidad mínima del orden de un 5% de los valores más pequeños esperados en los puntos de medida significativos. Su rango máximo deberá ser como mínimo superior en un 50% a los valores máximos esperados de dichas magnitudes.

25.3 Desarrollo de la Prueba.

25.3.1 Materialización del Tren de Carga.

Se empleará un tren de carga constituido por camiones, cuyo número y características estarán definidos en el Proyecto de la Prueba.

El nivel de carga alcanzado durante la prueba debe ser representativo de las acciones de servicio. Se considera adecuado alcanzar un nivel de carga correspondiente a un periodo de retorno próximo a 5 años. De acuerdo con esto, se aconseja que las solicitaciones a que dé lugar el tren de carga real estén en torno al 60% de los valores teóricos del tren de cargas empleado para el proyecto de la estructura, adoptando sus calores característicos sin mayorar.

En ningún caso las solicitaciones producidas por el tren de carga real serán superiores al 70% de dichos esfuerzos.

Antes de comenzar la prueba, se comprobará mediante pesaje en báscula el peso total real de cada uno de los vehículos, debiendo quedar garantizado que su valor no se desvía en más de un 5% del considerado en el Proyecto de la prueba. Los recibos de báscula deberán entregarse al Director de la prueba, quien dejará constancia de ello en el informe de la misma.

La posición de todos los vehículos en cada estado de carga deberá marcarse previamente sobre el tablero, de forma que pueda realizarse su colocación con suficiente precisión.

25.3.2 Estados de Carga.

Los estados de carga se definirán en el Proyecto de la Prueba de forma que, cargando convenientemente distintas zonas de la estructura, se alcancen los porcentajes

deseados de los esfuerzos máximos producidos por el tren de carga en las secciones críticas.

La carga se aplicará solamente en la calzada, sin que sea necesario someter a prueba las aceras, distribuyendo uniformemente los vehículos de carga en el ancho de la plataforma.

25.3.3 Criterios de Aceptación.

Además de tener en cuenta los criterios referentes a la estabilización de medidas y al tratamiento de los valores remanentes, se considerará que el resultado de la prueba de carga es satisfactorio cuando se cumpla que las deformaciones máximas obtenidas después de la estabilización, no superen en más de un 15 % a los valores previstos en el Proyecto de la Prueba.

En caso de que los valores obtenidos sean inferiores al 60% de los previstos, se justificará la disminución de la respuesta.

25.4 Informe de la Prueba de Carga.

Una vez finalizada la prueba de carga se redactará el informe de la prueba, en el que figurarán los aspectos siguientes:

- Fecha, hora de inicio y fin y asistentes a la prueba.
- Referencia al proyecto de la estructura y de la prueba de carga.
- Descripción de la obra y de su estado previo a la prueba.
- Descripción detallada de los vehículos utilizados y los distintos estados de carga.
- Descripción de las magnitudes, equipo instrumental de toma de datos y número y situación de los puntos de medida.
- Información sobre el desarrollo de la prueba (hora de comienzo de cada estado de carga, tiempo transcurrido entre carga y descarga, número de escalones, etc.).
- Registros de las magnitudes medidas durante la prueba.
- Comparación con los valores teóricos previstos y valoración del cumplimiento de los criterios de aceptación.
- Cuestiones de interés observadas en las inspecciones de la obra antes, durante o después de la prueba.
- Varios: Documentación fotográfica, condiciones meteorológicas, puntos de referencia para nivelación, etc.

Este informe estará redactado y firmado por el Ingeniero Director de la Prueba. Si, por indicción del Director de las Obras, la valoración del cumplimiento de los criterios de

aceptación fuera efectuada por el Autor del Proyecto, éste será quien redacte y firme dicha parte del informe.

25.5 Acta de la Prueba de Carga.

Con base en el Informe, se redactará el Acta de la prueba, documento de carácter oficial que contiene una descripción resumida de los distintos aspectos de la prueba mencionados en el apartado anterior, y una referencia expresa al cumplimiento de los criterios de aceptación.

El Acta estará firmada al menos por el Director de la Obra, el Director de la prueba y el representante del Constructor.