


**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA  
148 VIVIENDAS PROTEGIDAS, LOCALES Y GARAJE  
DEL P.E. DE REPOSICIÓN DE LAS REHOYAS**

SITUACIÓN	LAS REHOYAS. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
PROMOTOR	ÁREA DE GOBIERNO DE URBANISMO SERVICIO DE URBANISMO. UNIDAD DE PROYECTOS Y OBRAS  Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria
ARQUITECTA	<b>GAZMIRA GALTIER BARROSO</b> col. 3000

## MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURA

### 1. DEFINICIÓN DEL TIPO ESTRUCTURAL

1.1 Cimentación. DB. Cimientos.

1.2 Elementos de contención

1.3 Soportes y forjados

### 2. MATERIALES ESTRUCTURALES. INSTRUCCIÓN EHE-08

2.1 Materiales

2.2 Coeficientes de seguridad y tipo de control

2.3 Condiciones de durabilidad

### 3. ACCIONES CONSIDERADAS. DB. ACCIONES EDIFICACIÓN

3.1 Acciones gravitatorias

3.2 Acciones horizontales de viento

3.3 Acciones térmicas

3.4 Acciones accidentales

3.4.1 Sismo

3.4.2 Incendio

### 4. MÉTODO DE CÁLCULO. DB SEGURIDAD ESTRUCTURAL, INSTRUCCIÓN EHE-08

### 5. CONSIDERACIONES DE CONTROL DE EJECUCIÓN

### 6. NORMATIVA DE APLICACIÓN

## PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. DEFINICIÓN DEL TIPO ESTRUCTURAL

El edificio consta de seis plantas sobre rasante, un semisótano y un sótano, con proyección en planta de 23 metros de ancho y 118,84 metros de longitud, dividido en 4 cuerpos estructurales con la disposición de 3 juntas de dilatación.

#### 1.1 Cimentación

La cimentación es común para toda la estructura. Se plantea en general con zapatas de hormigón armado aisladas bajo pilares y continuas bajo muros de sótano, arriostradas entre sí en ambas direcciones mediante correas de atado y vigas riostras. La disposición del estrato de terreno a lo largo de la parcela implica que la cimentación del cuerpo estructural oeste se sitúe con un desnivel de 2,50 metros respecto a la cota de cimentación del resto del edificio. En este ámbito se dispone un entramado de vigas situado a la cota general de cimentación, para el arriostramiento de los pilares.

Puntualmente, el aljibe previsto en proyecto se cimenta sobre losa maciza de hormigón armado, con dimensiones y armado definidos en la documentación gráfica.

Previamente al hormigonado de la cimentación, deberá disponerse una capa de hormigón pobre HM-20 con un espesor mínimo de 10 cm. a modo de limpieza.

Sobre el nivel de cimentación se colocará una solera adecuada para resistir las cargas previstas por uso.

En el momento de la redacción del presente proyecto se dispone de un Estudio Geotécnico específico de la parcela redactado por LABETEC, S.A. con fecha de julio de 2017 (ref. 07/17-38-REV3). Se establece como nivel de cimentación el correspondiente al estrato rocoso formado por basalto fracturado. Según los ensayos de laboratorio, este suelo no presenta agresividad química al hormigón debido a la baja presencia de sulfatos. Las dimensiones y armados de los elementos de cimentación, expresadas en planos de planta y detalles correspondientes, se han definido teniendo en cuenta que las tensiones máximas sobre el terreno sean inferiores a la **tensión admisible de 0,30 N/mm<sup>2</sup>**.

#### 1.2 Elementos de contención

Dadas la configuración actual del perfil del terreno y la ubicación prevista del edificio en la parcela se han previsto muros de sótano de hormigón armado de una y de dos plantas de altura, con dimensiones y armados definidos en la documentación gráfica. Previamente al hormigonado de la cimentación, deberá disponerse una capa de hormigón pobre HM-20 con un espesor mínimo de 10 cm. a modo de limpieza.

Las dimensiones y armados de los muros se han definido teniendo en cuenta los criterios de seguridad en el cálculo frente a Estados Últimos de Inestabilidad, en los que se ha valorado la contribución de los vínculos entre los distintos elementos para establecer el equilibrio del conjunto. Las propiedades del terreno que se han tenido en cuenta para el cálculo son:

Densidad aparente:	1,80 kg/dm <sup>3</sup>
Densidad sumergida:	1,26 kg/dm <sup>3</sup>
Ángulo de rozamiento interno:	30°
Cohesión:	0

### 1.3 Soportes y forjados

La estructura está formada por pórticos de hormigón armado, de pilares rectangulares y vigas planas o de canto, sobre los que apoyan forjados unidireccionales. Los pórticos se disponen en el sentido longitudinal del edificio, con disposición de zunchos perpendiculares para apoyo de particiones pesadas y arriostramiento del conjunto. Los forjados se resuelven con bovedillas y nervios hormigonados in situ de hormigón armado, con losa superior que aloja un mallazo electrosoldado con la descripción y cuantías reflejadas en planos.

Características geométricas del forjado unidireccional:

Canto:  $25 + 5 = 30$  cm.

Intereje de Nervios: 72 cm.

Ancho mínimo de nervio: 10 cm

Las limitaciones de flechas para los elementos horizontales se han establecido con el objetivo de conseguir un estado de servicio óptimo para el uso al que va destinada la edificación y el grado de rigidez de los elementos constructivos que han de soportar, no superando las flechas activas en ningún caso  $1/400$  la luz, teniendo en cuenta en los cálculos las flechas diferidas de las cargas permanentes.

El techo del aljibe se resuelve mediante la tipología de Losa Maciza Bidireccional. Las luces y la separación entre soportes, así como las vigas y correas que se han conformado para rigidizar los bordes libres de las losas, han sido elegidas en función de las necesidades de cálculo y el diseño de la edificación. Esta tipología, de carácter espacial, responde en su funcionamiento al esquema de pórticos virtuales ortogonales entre sí, teniendo en cuenta, por lo tanto, la flexión esviada en los pilares intersección de ambas direcciones.

La losa maciza de hormigón está armada en dos direcciones y en las dos caras, hormigonadas totalmente in situ. La armadura inferior de momentos positivos de la losa está constituida por una retícula igual en las dos direcciones. La armadura superior de negativos, está igualmente constituida por una retícula regular en las dos direcciones reforzada en los capiteles de pilares en las zonas requeridas por cálculo.

En la planta de estructura se facilitan los armados superiores e inferiores necesarios por cálculo que se deberán disponer. Paralelamente se proporcionan los refuerzos necesarios a colocar para que los capiteles resistan los esfuerzos cortantes y de punzonamiento ponderados resultantes del cálculo. En los encuentros de pilares con la losa, para absorber el punzonamiento y el cortante, se han planteado crucetas a modo de correas, cuyas dimensiones y situación aparecen expresados en los planos.

Sobre este techo del aljibe se resuelve un sistema de gradas que conecta la entrada al edificio y la calle con el parque posterior. La solución de las gradas se divide en dos soluciones. La parte superior forma parte del esquema estructural del edificio y se resuelve mediante losas de hormigón armado apoyadas sobre paredes de carga. Estas paredes arrancan en la losa techo del aljibe y están conformadas por bloques de hormigón vibropresado de doble cámara, con pilaretes, encadenados y macizado de hileras armadas, según definido en la documentación gráfica. La parte inferior está resuelta como solución constructiva, cuyo peso ha sido considerado como una carga permanente especial en el ámbito afectado.

Las rampas de bajada al sótano se resuelven igualmente con Losa Maciza Bidireccional, apoyadas en pilares de la estructura general, en el muro de sótano según detalle y en pilares específicos.

En cubierta se prevé la cubrición de un ámbito de grandes luces, con separaciones entre apoyos que oscilan entre los 13,53 y los 15,98 metros. Este ámbito se resuelve mediante la disposición de 6 cerchas formadas por tubos estructuras de sección cuadrada o rectangular, arriostradas en los planos de ambos cordones con tubos estructurales de igual sección, formando dos planos que permiten el cerramiento constructivo de la cubrición con paneles ligeros. Esta estructura apoya en un muro de bloques perimetral, conformado por bloques de hormigón vibropresado de doble cámara, con pilaretes, encadenados y macizado de hileras armadas, según definido en la documentación gráfica, enlazado a los pilares y forjado de la estructura principal.

En los ámbitos de los núcleos de comunicación se prevé que las paredes de cerramiento de los ascensores se refuercen en las esquinas con la disposición de pilaretes, según especificado en planos.

En planta de cubierta, los petos, cerramientos de patios y casetones se resuelven con paredes de bloques reforzadas, siendo las cubriciones de losa maciza tal como se define en la documentación gráfica.

## 2. MATERIALES ESTRUCTURALES. INSTRUCCIÓN EHE-08

### 2.1 Materiales

Hormigón armado

GRUPOS	HORMIGÓN	ACERO
Cimentación / muros	HA-25/B/20/IIa	B 500 S
Pilares P-1 a P-4	HA-30/B/20/I	B 500 S
Pilares P-5 a P-8	HA-25/B/20/I	B 500 S
Resto de la Estructura	HA-25/B/20/I	B 500 S
Superficies exteriores de hormigón visto	HA-30/B/20/IIIa	B 500 S

### 2.2 Coeficientes de seguridad y tipo de control

COEFICIENTES DE MINORACIÓN DE RESISTENCIAS	HORMIGÓN	ACERO/BARRAS	ACERO ESTRUCTURAL
Situación permanente y transitoria	1.50	1.15	1.05
Situación accidental	1.30	1.00	1.00
Control	Estadístico	Normal	

- Control de ejecución de la obra: Nivel Normal

### 2.3 Condiciones de durabilidad

De acuerdo con las directrices contenidas en el capítulo VII de la EHE-08, el proyecto de la estructura tiene en cuenta las medidas necesarias para que alcance la duración de su vida útil prevista. En particular y de acuerdo con lo exigido en el art. 37.1.1, se especifican a continuación las clases de exposición consideradas en el cálculo de la estructura.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE AMBIENTE	RECUBRIMIENTO MÍNIMO
Cimentación	Ambiente II a	5.0 cm
Muros	Ambiente II a	5.0 cm
Muros hormigonados contra terreno	Ambiente II a	7.0 cm
Vigas	Ambiente I	3.5 cm
Pilares	Ambiente I	3.5 cm
Nervios en forjados	Ambiente I	3.0 cm
Losas	Ambiente I	3.0 cm

### 3. ACCIONES CONSIDERADAS. DB. ACCIONES EDIFICACIÓN

#### 3.1 Acciones gravitatorias

##### Rampas de garaje

Peso propio	6.25 kN/m <sup>2</sup>
Cargas muertas	1.00 kN/m <sup>2</sup>
Total de cargas permanentes	<u>7.25 kN/m<sup>2</sup></u>
Sobrecarga de uso	4.00 kN/m <sup>2</sup>
Carga Total	<u>11.25 kN/m<sup>2</sup></u>

##### Forjado 1. Garaje

Peso propio	3.815 kN/m <sup>2</sup>
Cargas muertas	2.00 kN/m <sup>2</sup>
Total de cargas permanentes	<u>5.815 kN/m<sup>2</sup></u>
Sobrecarga de uso	4.00 kN/m <sup>2</sup>
Carga Total	<u>9.815 kN/m<sup>2</sup></u>

##### Forjado 1. Locales

Peso propio	3.815 kN/m <sup>2</sup>
Cargas muertas	2.00 kN/m <sup>2</sup>
Total de cargas permanentes	<u>5.815 kN/m<sup>2</sup></u>
Sobrecarga de uso	5.00 kN/m <sup>2</sup>
Carga Total	<u>10.815 kN/m<sup>2</sup></u>

##### Forjado 1. Losa de aljibe

Peso propio	7.50 kN/m <sup>2</sup>
Cargas muertas	5.00 kN/m <sup>2</sup>
Total de cargas permanentes	<u>12.50 kN/m<sup>2</sup></u>
Sobrecarga de uso	4.00 kN/m <sup>2</sup>
Carga Total	<u>16.50 kN/m<sup>2</sup></u>

Forjado 2. Plaza

Peso propio	3.815 kN/m <sup>2</sup>
Cargas muertas	<u>3.00 kN/m<sup>2</sup></u>
Total de cargas permanentes	6.815 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso	<u>4.00 kN/m<sup>2</sup></u>
Carga Total	10.815 kN/m <sup>2</sup>

Forjados de viviendas

Peso propio	3.815 kN/m <sup>2</sup>
Cargas muertas	<u>3.00 kN/m<sup>2</sup></u>
Total de cargas permanentes	6.815 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso	<u>2.00 kN/m<sup>2</sup></u>
Carga Total	8.815 kN/m <sup>2</sup>

Forjado 8. Cubierta

Peso propio	3.815 kN/m <sup>2</sup>
Cargas muertas	<u>3.00 kN/m<sup>2</sup></u>
Total de cargas permanentes	6.815 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso	<u>1.00 kN/m<sup>2</sup></u>
Carga Total	7.815 kN/m <sup>2</sup>

Forjado 8. Estructura metálica

Cargas muertas	1.00 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso	<u>0.40 kN/m<sup>2</sup></u>
Carga Total	1.40 kN/m <sup>2</sup>

Escaleras

Peso propio losa e=18cm	4.50 kN/m <sup>2</sup>
Cargas muertas	<u>2.50 kN/m<sup>2</sup></u>
Total de cargas permanentes	7.00 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso	<u>3.00 kN/m<sup>2</sup></u>
Carga Total	10.00 kN/m <sup>2</sup>

Carga lineal en fachada: .....	8.0 kN/m
Carga lineal en pared pesada.....	6.0 kN/m
Jardineras en planta baja 25 cm.....	5.0 kN/m <sup>2</sup>
Jardineras en planta baja 45 cm.....	9.0 kN/m <sup>2</sup>

**3.2 Acciones horizontales de viento**

Las acciones horizontales de viento, han sido introducidas en el cálculo de la estructura asimilándolas a cargas estáticas según el documento DB SE-AE, con los siguientes valores:

- Presión dinámica :  $q_b = 0.52 \text{ Kn/m}^2$
- Grado de aspereza del entorno: IV Zona urbana, industrial o forestal.
- Altura de coronación: 24.92 m
- Coeficiente de exposición: 2.40
- Esbeltez del edificio: 0.92
- Coeficiente eólico :  $C_p = 0.8, C_s = 0.5, C_{total} = 1.30$
- Sobrecarga de viento (presión estática)  $0.52 \times 2.40 \times 1.30 = 1.62 \text{ kN/m}^2$

Esta carga estática horizontal ha sido llevada a los nudos de los pórticos teniendo en cuenta la rigidización de los forjados en el reparto de la misma, por lo que no se ha asignado en base a las superficies de influencias de fachadas en cada pÓrtico, sino en base a la rigidez relativa de los mismos.

### 3.3 Acciones térmicas y reológicas

En base al apartado 3.4.1 del DB SE-AE, no es preceptivo el estudio de acciones térmicas y reológicas en estructuras formadas por pilares y vigas siempre que se dispongan juntas de dilatación a distancia adecuada. Dicha magnitud se estima en un máximo de 40 m. Partiendo de los citados parámetros, se estima que el presente proyecto se encuentra en el ámbito descrito por la Normativa.

### 3.4 Acciones accidentales

#### 3.4.1 Sismo

Edificio clasificado de Importancia Normal, Edificación Nueva.

Zona: Las Palmas de Gran Canaria; aceleración básica  $a_b = 0,04 \text{ g}$ .

La estructura presenta un buen arriostramiento en todas las direcciones. Se trata de un edificio de más de siete plantas, pero al ser la aceleración sísmica de cálculo ( $A_c$ ) inferior a  $0.08 \text{ g}$ , tal como se desprende del Estudio Geotécnico en el apartado correspondiente, no son de aplicación las "Normas de Construcción sismoresistente" NCSE-02.

#### 3.4.2 Incendio

Según la Sección 6 del DB-SI del CTE se determina la siguiente Resistencia al Fuego que debe cumplir la estructura del presente proyecto:

ESTRUCTURA	USO SECTOR	ALTURA EVACUACION	RESISTENCIA FUEGO
Forjados viviendas	Residencial	altura < 28 m	R 90
Forjados de sótano	Aparcamiento	-	R 120



ELEMENTO ESTRUCTURAL	CONDICIÓN am (mm)	CONDICIÓN b/hmin (mm)	RESISTENCIA GARANTIZADA	PROYECTO recubrimiento (mm)	PROYECTO b/hmin (mm)	
Pilares	40	250	R120	35+6+8	250	cumple
Vigas Canto	40	300	R120	35+6+8	300	cumple
Vigas Planas	35	120	R120	35	300	cumple
Forjado unid.	35	120	R120	30 + 5	300	cumple
Losa maciza	30	120	R120	30	300	cumple

Para los distintos elementos se pueden considerar los revestimientos de enfoscado previstos en proyecto como recubrimiento adicional. Según el Anejo C del DB-SI la distancia am, distancia del eje de la armadura al paramento expuesto más próximo, puede aumentar considerando el espesor adicional de un revestimiento con mortero de yeso. Así mismo, puede aumentarse la resistencia al fuego mediante capas protectoras.

#### 4. MÉTODO DE CÁLCULO. DB SEGURIDAD ESTRUCTURAL, INSTRUCCIÓN EHE-08

El Cálculo del conjunto del sistema estructural se ha realizado mediante el programa de cálculo espacial CYPECAD concebido y distribuido por la empresa Cype Ingenieros.

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, a través de la discretización en barras de los elementos estructurales.

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano en cada planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. Por tanto, cada planta sólo podrá girar y desplazarse en su conjunto.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

De acuerdo con el Capítulo II de la Instrucción EHE-08, el proceso general de cálculo es el llamado de los Estados Límites, en el que se trata de reducir a un valor suficientemente bajo la probabilidad de que se alcancen aquellos estados límites que ponen la estructura fuera de servicio.

Las comprobaciones de los estados límites últimos (equilibrio, agotamiento o rotura, inestabilidad o pandeo, adherencia, anclaje y fatiga) se realizan para cada hipótesis de carga, con acciones ponderadas y propiedades resistentes de los materiales minoradas, mediante la introducción de una serie de coeficientes de seguridad.

Las comprobaciones de los estados límites de servicio (fisuración, deformación, vibraciones y durabilidad) se realizan para cada hipótesis de carga con acciones de servicio (sin mayorar).

Para el dimensionado de las secciones de hormigón armado en estados límites últimos se emplea el Método de la Parábola-Rectángulo, con los diagramas tensión-deformación del hormigón y para cada tipo de acero, de acuerdo con la Normativa vigente.

Se acepta una redistribución plástica en vigas de hasta un 15%, con las limitaciones recogidas en la EHE-08. En el dimensionado de nervios de forjado, dicho porcentaje se eleva hasta un 25%.

Se utilizan los límites exigidos por las cuantías mínimas indicadas por las normas, tanto geométricas como mecánicas, así como las disposiciones indicadas referentes a número mínimo de redondos, diámetros mínimos y separaciones mínimas y máximas.

Los elementos resistentes se han calculado teniendo en cuenta las solicitaciones correspondientes a las combinaciones de acciones más desfavorables correspondientes a los estados límites últimos que se indican en el siguiente cuadro.

Situaciones	Combinación de Acciones	
Persistentes/ Transitorias	$\sum \gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k + \sum \gamma_Q \Psi_0 Q_k$	$1,35 G_k + 1,50 Q_q + 0,6 \times 1,50 Q_w + 0,5 \times 1,50 Q_n$
		$1,35 G_k + 1,50 Q_w + 0,7 \times 1,50 Q_q + 0,5 \times 1,50 Q_n$
		$1,35 G_k + 1,50 Q_n + 0,7 \times 1,50 Q_q + 0,6 \times 1,50 Q_w$
Accidental: con sismo	$\sum G_k + A_d + \sum \Psi_2 Q_k$	$G_k + A_{ek} + 0,3 \times Q_q + 0,0 Q_w + 0,0 Q_n$
Siendo:		
	G <sub>k</sub>	Valor característico de las acciones permanentes
	Q <sub>q</sub>	Valor característico de las acciones variables de uso
	Q <sub>w</sub>	Valor característico de las acciones variables de viento
	Q <sub>n</sub>	Valor característico de las acciones variables de nieve para altitudes < 1000 m
	A <sub>EK</sub>	Valor característico de la acción sísmica

## 5. CONSIDERACIONES DE CONTROL DE EJECUCIÓN

Todo el proceso constructivo se adecuará al articulado de la Instrucción EHE-08.

Será necesario poner especial atención en el proceso de curado del hormigón, que se realizará por aportación de humedad durante un promedio de siete días después del hormigonado.

Los elementos del encofrado se retirarán sin producir sacudidas ni golpes en la estructura. Estas operaciones no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los cuales será sometido durante y después del desencofrado. En general se procederá a retirar los puntales y los encofrados después de 28 días de haber hormigonado y nunca soportarán a través de los puntales más de dos forjados más.

Los tabiques se empezarán a construir desde la planta más alta y en sentido descendente. Los cerramientos de separación de viviendas no se atracarán a los forjados inicialmente, se dejará una separación de 1-2 cm. Todas las juntas entre forjados y particiones interiores se llenarán con material elástico, tipo espuma de poliuretano (yeso no). Habrá que vigilar que no se acumulen cargas excesivas de materiales de construcción en los forjados.

Los controles para la conformidad de la resistencia del hormigón se adecuarán a lo especificado en el artículo 86 de la EHE-08.

En la estructura metálica, se controlará mediante ensayo de líquidos penetrantes el 20% de las soldaduras ejecutadas en obra.

## 6. NORMATIVA DE APLICACIÓN

### 6.1. Acciones y consideraciones relativas al terreno

#### CTE-DB-SE-AE

Acciones en la Edificación

Real Decreto 314/2006 de 17-Marzo., del Ministerio de la Vivienda. (BOE 28.Marzo.06)

#### CTE-DB-SE-C

Cimientos

Real Decreto 314/2006 de 17-Marzo., del Ministerio de la Vivienda. (BOE 28.Marzo.06)

#### EHE-08

Instrucción de Hormigón Estructural

Real Decreto 1247/2008 de 18-Julio, del Ministerio de Fomento. (BOE 22.Agosto.08)

#### NCSE-02

Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación

Real Decreto 997/2002 de 27-Sep., del Ministerio de Fomento. (BOE 11.Oct.02)

### 6.2. Seguridad Estructural

#### CTE-DB-SE

Seguridad Estructural

Real Decreto 314/2006 de 17-Marzo., del Ministerio de la Vivienda. (BOE 28.Marzo.06)

### 6.3. Estructuras de hormigón

#### EHE-08

Instrucción de Hormigón Estructural

Real Decreto 1247/2008 de 18-Julio, del Ministerio de Fomento. (BOE 22.Agosto.08)

### 6.4. Estructuras de acero

#### CTE-DB-SE-A

Acero

Real Decreto 314/2006 de 17-Marzo., del Ministerio de la Vivienda. (BOE 28.Marzo.06)

### 6.5. Fábrica

#### CTE-DB-SE-F

Fábrica

Real Decreto 314/2006 de 17-Marzo., del Ministerio de la Vivienda. (BOE 28.Marzo.06)

### 6.6. Incendio

#### CTE-DB-SI

Seguridad en caso de Incendio

Real Decreto 314/2006 de 17-Marzo., del Ministerio de la Vivienda. (BOE 28.Marzo.06)

Durante la ejecución de la obra, la Estructura se atenderá en todas sus fases a las Prescripciones Técnicas de Ejecución de la Normativa que la afecta.

En Las Palmas de Gran Canaria, 13 de noviembre de 2017

Gazmira Galtier Barroso, dra. arquitecta

## PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES

#### *Condiciones generales*

##### Artículo 1. Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

##### Artículo 2. Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

##### Artículo 3. Materiales no consignados en proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la dirección facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

##### Artículo 4. Condiciones generales de ejecución

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, aprobado por el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos en fecha 24 de abril de 1973, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta para variar esa esmerada ejecución, ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

#### *Condiciones que han de cumplir los materiales*

##### Artículo 5. Materiales para hormigones y morteros

###### 5.1. Áridos

###### 5.1.1. Generalidades

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

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

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

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

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

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

###### 5.1.2. Limitación de tamaño

Cumplirá las condiciones señaladas en la EHE.

###### 5.2. Agua para amasado

Habrà de cumplir las siguientes prescripciones:

- Acidez tal que el pH sea mayor de 5. (UNE 7234:71).
- Sustancias solubles, menos de 15 gr/l, según UNE 7130:58.

- Sulfatos expresados en  $SO_4$ , menos de 1 gr/l, según ensayo UNE 7131:58.
- Ion cloro para hormigón con armaduras, menos de 6 gr/l, según UNE 7178:60.
- Grasas o aceites de cualquier clase, menos de 15 gr/l, según UNE 7235.
- Carencia absoluta de azúcares o carbohidratos, según ensayo UNE 7132:58.
- Demás prescripciones de la EHE.

### 5.3. Aditivos

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

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

### 5.4. Cemento

Se entiende como tal un aglomerante hidráulico que responda a alguna de las definiciones de la Instrucción para la recepción de cementos (RC-03).

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

Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en la RC-03. Se realizarán en laboratorios homologados.

Se tendrán en cuenta prioritariamente las determinaciones de la EHE.

## Artículo 6. Acero

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

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

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

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

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

Se tendrán en cuenta prioritariamente las determinaciones de la EHE.

## Artículo 7. Materiales auxiliares de hormigones

### 7.1. Productos para curado de hormigones

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

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

### 7.2. Desencofrantes

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

## Artículo 8. Encofrados y cimbras

### 8.1. Encofrados en muros

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

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

## 8.2. Encofrado de pilares, vigas y arcos

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

## Artículo 9. Aglomerantes, excluido cemento

### 9.1. Cal hidráulica

Cumplirá las siguientes condiciones:

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

### 9.2. Yeso negro

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

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

## Artículo 12. Materiales para fábrica y forjados

### 12.1. Fábrica de ladrillo y bloque.

Las piezas utilizadas en la construcción de fábricas de ladrillo o bloque se ajustarán a lo estipulado en el artículo 4 del DB SE-F Seguridad Estructural Fábrica del CTE.

La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas será de 5 N/mm<sup>2</sup>.

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

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

### 12.2. Bovedillas

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

## PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA Y PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

### Artículo 20. Movimiento de tierras

#### 20.1. Explanación y préstamos

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

##### 20.1.1. Ejecución de las obras

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

##### 20.1.2. Medición y abono

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

#### 20.2. Excavación en zanjas y pozos

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

##### 20.2.1. Ejecución de las obras

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

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

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

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

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

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

La contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran

causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la dirección facultativa.

La dirección facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.

Se adoptarán por la contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose las ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.

Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la zanja.

El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado u hormigón.

La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de 8 días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.

Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.

Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.

Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

#### 20.2.2. Preparación de cimentaciones

La excavación de cimientos se profundizará hasta el límite indicado en el proyecto. Las corrientes o aguas pluviales o subterráneas que pudieran presentarse, se cegarán o desviarán en la forma y empleando los medios convenientes.

Antes de proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de cimentación, se dispondrá de una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor debidamente nivelada.

El importe de esta capa de hormigón se considera incluido en los precios unitarios de cimentación.

#### 20.2.3. Medición y abono

La excavación en zanjas o pozos se abonará por m<sup>3</sup> realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizados los mismos.

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

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

##### 20.3.1. Extensión y compactación

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

#### 20.3.2. Medición y abono

Las distintas zonas de los rellenos se abonarán por m<sup>3</sup> realmente ejecutados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciarse los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de compactar el terreno.

### Artículo 21. Hormigones

#### 21.1. Dosificación de hormigones

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

#### 21.2. Fabricación de hormigones

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

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

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del 2% para el agua y el cemento, 5% para los distintos tamaños de áridos y 2% para el árido total. En la consistencia del hormigón se admitirá una tolerancia de 20 mm medida con el cono de Abrams.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, éste se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a 5 segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se hayan introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

#### 21.3. Mezcla en obra

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central.

#### 21.4. Transporte de hormigón

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

#### 21.5. Puesta en obra del hormigón

Como norma general no deberá transcurrir más de 1 h entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a 1 m, quedando prohibido arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar más de 0,5 m de los encofrados.

Al verter el hormigón se removerá enérgica y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice en todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

#### 21.6. Compactación del hormigón

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm/seg, con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm, y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm de la pared del encofrado.

#### 21.7. Curado de hormigón

Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso de curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

En cualquier caso, deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos durante 3 días si el conglomerante empleado fuese cemento Portland I-35, aumentándose este plazo en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

#### 21.8. Juntas en el hormigonado

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos.

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, o donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón. Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

#### 21.9. Terminación de los paramentos vistos

Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que pueden presentar los paramentos planos, medida respecto a una regla de dos 2 m de longitud aplicada en cualquier dirección será la siguiente:

- Superficies vistas: 6 mm.
- Superficies ocultas: 25 mm.

#### 21.10. Limitaciones de ejecución

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de la lluvia a las masas de hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegara a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada, regarla y continuar el hormigonado después de aplicar lechada de cemento.

Antes de hormigonar:

- Replanteo de ejes, cotas de acabado.
- Colocación de armaduras.
- Limpieza y humedecido de los encofrados.

Durante el hormigonado:

- El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m, salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueas y se mantenga el recubrimiento adecuado.

- Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0° C, o lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero bajo la autorización de la dirección facultativa.

- No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h se tratará la junta con resinas epoxi.

- No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.

Después del hormigonado:

- El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia.

- Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasados 7 días, y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la dirección facultativa.

## 21.11. Medición y abono

El hormigón se medirá y abonará por m<sup>3</sup> realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el cuadro de precios la unidad de hormigón se exprese por m<sup>2</sup>, como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por m<sup>2</sup> realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el cuadro de precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por m<sup>3</sup> o por m<sup>2</sup>. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

## Artículo 22. Morteros

## 22.1. Dosificación de morteros

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cuál ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

## 22.2. Fabricación de morteros

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una pasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

## 22.3. Medición y abono.

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por m<sup>3</sup>, obteniéndose su precio del cuadro de precios, si lo hay, u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

## Artículo 23. Encofrados

## 23.1. Construcción y montaje

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que con la marcha prevista de hormigonado, y especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su periodo de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a los 5 mm.

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

Los encofrados de los elementos rectos o planos de más de 6 m de luz libre se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez encofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera cavidad en el intradós.

Los moldes ya usados y que vayan a servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiados.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán especialmente los fondos dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las distintas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá realizar un sellado adecuado.

Se tendrán en cuenta los planos de la estructura y de despiece de los encofrados.

Confección de las diversas partes del encofrado:

Montaje según un orden determinado según sea la pieza a hormigonar: si es un muro primero se coloca una cara, después la armadura y, por último la otra cara; si es en pilares, primero la armadura y después el encofrado, y si es en vigas primero el encofrado y a continuación la armadura.

No se dejarán elementos separadores o tirantes en el hormigón después de desencofrar, sobre todo en ambientes agresivos.

Se anotará la fecha de hormigonado de cada pieza, con el fin de controlar su desencofrado.

El apoyo sobre el terreno se realizará mediante tabloncillos/durmientes.

Si la altura es excesiva para los puntales, se realizarán planos intermedios con tabloncillos colocados perpendicularmente a estos; las líneas de puntales inferiores irán arriostrados.

Se vigilará la correcta colocación de todos los elementos antes de hormigonar, así como la limpieza y humedecido de las superficies.

El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible.

Se aplicarán los desencofrantes antes de colocar las armaduras.

Los encofrados deberán resistir las acciones que se desarrollen durante la operación de vertido y vibrado, y tener la rigidez necesaria para evitar deformaciones, según las siguientes tolerancias:

Espesores en m	Tolerancia en mm
Hasta 0,10	2

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA PARA 148 VIVIENDAS PROTEGIDAS, LOCALES Y GARAJE

## P.E. DE REPOSICIÓN DE LAS REHOYAS

GAZMIRA GALTIER BARROSO, dra. arquitecta. col. 3.000

De 0,11 a 0,20	3
De 0,21 a 0,40	4
De 0,41 a 0,60	6
De 0,61 a 1,00	8
Más de 1,00	10

Dimensiones horizontales o verticales entre ejes:

Parciales	20
Totales	40

Desplomes:

En una planta	10
En total	30

## 23.2. Apeos y cimbras. Construcción y montaje

Las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir su peso propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas (operarios, maquinaria, viento, etc.).

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesaria para que en ningún momento los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado sobrepasen los 5 mm, ni los de conjunto la milésima de la luz (1/1.000).

## 23.3. Desencofrado y descimbrado del hormigón

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a 1 día de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas y otras cosas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto no deberán retirarse antes de los 2 días con las mismas salvedades apuntadas anteriormente, a menos que se emplee curado a vapor.

El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias y temperatura, en el resultado de las pruebas de resistencia el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar. El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cunas, gatos, cajas de arena y otros dispositivos, cuando el elemento a descimbrar sea de cierta importancia.

Condiciones de desencofrado:

- No se procederá al desencofrado hasta transcurrido un mínimo de 7 días para los soportes y 3 días para los demás casos, siempre con la aprobación de la dirección facultativa.
- Los tableros de fondo y los planos de apeo se desencofrarán siguiendo las indicaciones de la NTE-EH y la EHE, con la previa aprobación de la dirección facultativa. Se procederá al aflojado de las cuñas, dejando el elemento separado unos 3 cm durante 12 h, realizando entonces la comprobación de la flecha para ver si es admisible.
- Cuando el desencofrado sea dificultoso se regará abundantemente, también se podrá aplicar desencofrante superficial.
- Se apilarán los elementos de encofrado que se vayan a reutilizar, después de una cuidadosa limpieza.

## 23.4. Medición y abono

Los encofrados se medirán siempre por m<sup>2</sup> de superficie en contacto con el hormigón, no siendo de abono las obras o excesos de encofrado, así como los elementos auxiliares de sujeción o apeos necesarios para mantener el encofrado en una posición correcta y segura contra esfuerzos de viento, etc. En este precio se incluyen, además, los desencofrantes y las operaciones de desencofrado y retirada del material. En el caso de que en el cuadro de precios esté incluido el encofrado la unidad de hormigón, se entiende que tanto el encofrado como los elementos auxiliares y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón.

## Artículo 24. Armaduras

## 24.1. Colocación, recubrimiento y empalme de armaduras

Todas estas operaciones se efectuarán de acuerdo con la EHE.

## 24.2. Medición y abono

De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado se abonarán los kg realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución, por medición de su longitud, añadiendo la longitud de los solapes de empalme, medida en obra y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados.

En ningún caso se abonará con solapes un peso mayor del 5% del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes.

El precio comprenderá a la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras, si es necesario, el doblado de las mismas, el izado, sustentación y

colocación en obra, incluido el alambre para ataduras y separadores, la pérdida por recortes y todas cuantas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

Artículo 38. Precauciones a adoptar

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra será las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

### Control de la obra

Artículo 39. Control del hormigón

Además de los controles establecidos en anteriores apartados y los que en cada momento dictamine la dirección facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la EHE:

- Resistencias característica  $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ .
- Consistencia plástica y acero B-500S.

El control de la obra será el indicado en los planos de proyecto.

### Anexos

#### ANEXO 1. EHE INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL

1. Características generales

Ver cuadro en planos de estructura.

2. Ensayos de control exigibles al hormigón

Ver cuadro en planos de estructura.

3. Ensayos de control exigibles al acero

Ver cuadro en planos de estructura.

4. Ensayos de control exigibles a los componentes del hormigón

Ver cuadro en planos de estructura.

5. Cemento

Antes de comenzar el hormigonado o si varían las condiciones de suministro:

Se realizarán los ensayos físicos, mecánicos y químicos previstos en el RC-03.

Durante la marcha de la obra:

Cuando el cemento esté en posesión de un sello o marca de conformidad oficialmente homologado no se realizarán ensayos.

Cuando el cemento carezca de sello o marca de conformidad se comprobará al menos una vez cada 3 meses de obra; como mínimo 3 veces durante la ejecución de la obra; y cuando lo indique el director de obra, se comprobará al menos: pérdida al fuego, residuo insoluble, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen, según RC-03.

6. Agua de amasado

Antes de comenzar la obra si no se tiene antecedentes del agua que vaya a utilizarse, si varían las condiciones de suministro, y cuando lo indique el director de obra se realizarán los ensayos del artículo correspondiente de la EHE.

7. Áridos

Antes de comenzar la obra si no se tienen antecedentes de los mismos, si varían las condiciones de suministro o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas a los ya sancionados por la práctica y siempre que lo indique el director de obra se realizarán los ensayos de identificación mencionados en los artículos correspondientes a las condiciones fisicoquímicas, fisicomecánicas y granulométricas de la EHE.

#### ANEXO 2. DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

1. Condiciones técnicas exigibles a los materiales aislantes

Serán como mínimo las especificadas en el cálculo del coeficiente de transmisión térmica de calor. A tal efecto, y en cumplimiento del artículo 4.1 del DB-HE-1 del CTE, el fabricante garantizará los valores de las características higrotérmicas, que a continuación se señalan:

- Conductividad térmica: definida con el procedimiento o método de ensayo que en cada caso establezca la norma UNE correspondiente.

- Densidad aparente: se indicará la densidad aparente de cada uno de los tipos de productos fabricados.
- Permeabilidad al vapor de agua: deberá indicarse para cada tipo, con indicación del método de ensayo para cada tipo de material establezca la norma UNE correspondiente.
- Absorción de agua por volumen: para cada uno de los tipos de productos fabricados.
- Otras propiedades: en cada caso concreto según criterio de la dirección facultativa, en función del empleo y condiciones en que se vaya a colocar el material aislante, podrá además exigirse:
  - Resistencia a la comprensión.
  - Resistencia a la flexión.
  - Envejecimiento ante la humedad, el calor y las radiaciones.
  - Deformación bajo carga (módulo de elasticidad).
  - Comportamiento frente a parásitos.
  - Comportamiento frente a agentes químicos.
  - Comportamiento frente al fuego.

### 2. Control, recepción y ensayos de los materiales aislantes

En cumplimiento del artículo 4.3 del DB-HE 1 del CTE, deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- El suministro de los productos será objeto de convenio entre el consumidor y el fabricante, ajustado a las condiciones particulares que figuran en el presente proyecto.
- El fabricante garantizará las características mínimas exigibles a los materiales, para lo cual, realizará los ensayos y controles que aseguran el autocontrol de su producción.
- Todos los materiales aislantes a emplear vendrán avalados por sello o marca de calidad, por lo que podrá realizarse su recepción, sin necesidad de efectuar comprobaciones o ensayos.

### 3. Ejecución

Deberá realizarse conforme a las especificaciones de los detalles constructivos, contenidos en los planos del presente proyecto complementados con las instrucciones que la dirección facultativa dicte durante la ejecución de las obras.

### 4. Obligaciones del constructor

El constructor realizará y comprobará los pedidos de los materiales aislantes de acuerdo con las especificaciones del presente proyecto.

### 5. Obligaciones de la dirección facultativa

La dirección facultativa de las obras, comprobará que los materiales recibidos reúnen las características exigibles, así como que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con las especificaciones del presente proyecto, en cumplimiento de los artículos 4.3 y 5.2 del DB-HE 1 del CTE.

En Las Palmas de Gran Canaria, 13 de noviembre de 2017

Gazmira Galtier Barroso, dra. arquitecta