

# PROJECTE BÀSIC I D'EXECUCIÓ

## MEMÒRIA DE CÀLCUL

**Projecte :** Reforma integral d'edifici municipal a la plaça Sant Pere

Tipus : Equipament municipal  
Adreça : Carrer de Sant Mateu, 15  
Localitat : Colònia de Sant Pere – 07579 Illes Balears  
Expedient : -  
Data : Desembre 2022

**Promotor :** Ajuntament d'Artà

Adreça : Plaça de l'Ajuntament  
Localitat : Artà – 07570 Illes Balears

**Projectista :** Marc Strunk Pomar

Adreça : Apartat de Correus nº 18  
Localitat : Artà - 07570 Illes Balears  
Contacte : 630 262 513 – mstrunk@coaib.es

# MEMORIA DE CÁLCULO

## CUMPLIMIENTO DEL CTE

### Normativa:

En el presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes documentos del Código Técnico de la

### CTE CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN:

- DB-SE A** Seguridad estructural. Acero
- DB-SE C** Seguridad estructural. Cimientos
- DB-SE F** Seguridad estructural. Fábrica
- DB-SE M** Seguridad estructural. Madera
- DB SI** Seguridad en caso de incendio

Además, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa en vigor:

**NSCE-02:** Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.

De acuerdo a las necesidades, usos previstos y características del edificio, se adjunta la justificación documental del cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad estructural.

### Periodo de servicio (vida útil):

En este proyecto se considera una vida útil para la estructura de 50 años.

## DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En la Cubierta Inferior del edificio, el sistema estructural está constituido por pórticos de nudos rígidos formados por muros de piedra existentes, y forjado unidireccional de hormigón armado.

En la Cubierta Superior del edificio, el sistema estructural está constituido por pórticos de nudos rígidos formados por muros de piedra existentes, zunchos, y forjados unidireccionales, todos de hormigón armado y viga metálica.

Se trata de un apeo de muro de carga para la apertura de hueco. Se realiza con perfiles de acero laminados HEB-100. El sistema de ejecución:

La definición del proceso constructivo trata de enumerar las diferentes operaciones para realizar el trabajo a fin de marcar un orden de ejecución que será inamovible para asegurar la estabilidad de la edificación. Es imprescindible seguir de manera estricta el orden indicado de los diferentes pasos para ejecutar el apeo.

Para la colocación de los elementos metálicos se seguirá el cuadro de control de la estructura metálica y las prescripciones técnicas que aparecen en los planos.

En el proyecto siempre aparecerán DOS elementos horizontales (vigas) de soporte estructural por cada apeo.

Previo a cualquier operación se procederá a apuntalar todos los elementos estructurales (normalmente se tratará de forjados o jácenas) que soporta el muro de carga, como si se tratara del cimbrado de un forjado previo a su hormigonado.

- Primero: Realizar la roza horizontal necesaria para colocar la viga del refuerzo estructural en UNA de las caras del muro.

- Segundo: Colocar en la roza del primer lado, las vigas a modo de dintel, y se calzaran las vigas con el muro mediante cuñas metálicas y mortero expansivo, de forma que no queden espacios libres entre la viga y el elemento que se apea.

- Tercero: Se procederá como en los puntos primero y segundo, pero en el otro lado del muro.

- Cuarto: Se dejará fraguar todo el conjunto durante 48 horas.

- Quinto: Se procederá a la demolición de la zona de muro indicada en el proyecto para dejar el hueco en el muro.

## **ELEMENTOS VERTICALES Y DE CIMENTACIÓN:**

Muros de carga:	material:	existente de piedra
	Ancho:	55 cm.

## **ELEMENTOS HORIZONTALES:**

Vigas de hormigón:	material:	HA-25/B/12/XC3
Vigas metálicas:	material:	S 275
Vigas de Madera:	material:	GL-24
Zunchos:	material:	HA-25/B/12/XC3

El forjado de Cub. inferior estará realizado con viguetas autoportantes pretensadas de intereje 72 cm y canto 20 cm. con capa de compresión de 5 cm. de hormigón HA-25/B/12/XC3 y malla electrosoldada B500S de 5x150x150 mm.

La Cub. Superior es de Forjado unidireccional de MADERA con intereje 62 cm, Tipo Panel Sandwich con onduline y teja árabe, canto 26 cm.

El apeo se realizará con perfiles de acero laminados S-275 de HEB-100.

# ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN

## BASES DE CÁLCULO

### REQUISITOS Y EXIGENCIAS DE LAS ESTRUCTURAS

(Artículo 5 CE)

La estructura proyectada CUMPLE con todos los requisitos y exigencias del CE, citados a continuación:

#### 5.1 Requisitos.

De conformidad con la normativa vigente, y con el fin de garantizar la seguridad de las personas, los animales y los bienes, el bienestar de la sociedad y la protección del medioambiente, las estructuras incluidas en el ámbito del CE, en su totalidad o en sus elementos aislados, deberán ser idóneas para su uso durante la totalidad del período de vida útil para la que se construye. Para ello, sin perjuicio de lo indicado en el apartado 2 del **Anejo 18**, se deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- **seguridad y funcionalidad estructural**, consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que la estructura tenga un comportamiento mecánico inadecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto, considerando la totalidad de su vida útil,
- **seguridad en caso de incendio**, consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de la estructura sufran daños derivados de un incendio de origen accidental,
- **higiene, salud y protección del medio ambiente** cumpliendo la legislación específica pertinente, en particular se recomienda una utilización de los recursos naturales consistente en procurar el uso de materiales secundarios y reciclados en las obras de construcción, así como la reutilización y la reciclabilidad de las mismas, sus materiales y sus partes tras su demolición.

*Para la consecución de los anteriores requisitos, **deberán cumplirse las exigencias** que se relacionan en este artículo. Para su comprobación será suficiente, en algunos casos, la aplicación de los procedimientos incluidos en el CE, mientras en otros, deberán ser complementados con lo establecido por otras reglamentaciones vigentes de carácter más específico en función del uso de la estructura.*

*La propiedad podrá establecer también otros requisitos adicionales, por ejemplo, el aspecto, en cuyo caso deberá identificar previamente a la realización del proyecto las exigencias ligadas a la consecución de los citados requisitos adicionales, así como los criterios para su comprobación.*

*Los anteriores requisitos se satisfarán mediante un proyecto que incluya una adecuada selección de la solución estructural y de los materiales de construcción, una ejecución cuidadosa conforme al proyecto, un control adecuado del proyecto y de la ejecución, así como una explotación, uso y mantenimiento apropiados.*

En el caso de una intervención sobre una estructura existente, los requisitos deberán ser fijados por la propiedad, pudiéndose optar entre distintas alternativas:

- a) rebajar los requisitos que se hubieran exigido en su momento a la estructura en el proyecto original porque las exigencias a la que tiene que hacer frente la estructura se hayan visto modificadas a la baja con el paso del tiempo (por ejemplo, un puente para tráfico rodado o ferroviario que se reduce a uso peatonal, una estructura que se cambia de uso con una sobrecarga de utilización inferior, etc.),
- b) reponer los requisitos que se hubieran exigido en su momento para el proyecto original de la estructura, de manera que se mantengan dentro de criterios admisibles hasta la finalización de la vida útil prevista para la estructura,
- c) adecuar la estructura para cumplir los requisitos que se le exigirían a una estructura de nueva construcción, para una vida útil que podría ser la inicialmente prevista o, incluso, prolongarse con motivo de la intervención, o
- d) cualquier situación intermedia entre las anteriores.

#### 5.1.1 Vida útil.

En cualquier caso, la propiedad deberá fijar previamente al inicio de proyecto, la vida útil nominal de la estructura, que deberá cumplir lo indicado en las correspondientes reglamentaciones específicas o, en su defecto, en el Anejo 18. Se entiende por vida útil nominal (o simplemente, vida útil) de la estructura el período de tiempo, a partir de la fecha en la que finaliza su ejecución, durante el que debe mantenerse el cumplimiento de las exigencias. Durante ese período requerirá una conservación normal, que no implique intervenciones extraordinarias no previstas en el plan de mantenimiento. Para los elementos estructurales que componen la estructura, se podrán establecer valores inferiores de vida

útil, en función del tipo de elemento, posibilidad de reposición del mismo y condiciones para su ejecución.

La vida útil nominal, así definida es un valor de proyecto para el que se pretende mantener el cumplimiento de las exigencias por encima de unos determinados umbrales.

Se entiende por vida útil real el período de tiempo realmente transcurrido desde la fecha de finalización de la estructura hasta el momento en el que se alcanzan cualquiera de los umbrales de inadmisibilidad en relación con las exigencias. En el caso de estructuras existentes en las que la vida útil real fuera inferior a la vida útil nominal, se entiende por déficit de vida útil la diferencia entre ambos valores. En este último caso, la propiedad valorará qué intervenciones debe hacer sobre la estructura existente, de forma que le permita alcanzar la vida útil nominal inicialmente prevista. Se denomina como vida útil residual de la estructura el período de tiempo, a partir de la fecha en que se hace la valoración, durante el cual debe mantener sus prestaciones por encima de los valores umbrales admisibles.

## **5.2 Exigencias.**

Las exigencias que debe cumplir cualquier estructura incluida en el ámbito del CE para satisfacer los requisitos indicados en el apartado 5.1, son las que se relacionan a continuación.

### ***5.2.1 Exigencias relativas al requisito de seguridad y de funcionalidad estructural.***

Para satisfacer este requisito, las estructuras deberán proyectarse, construirse, controlarse y mantenerse de forma que se cumplan unos niveles mínimos de fiabilidad para cada una de las exigencias que se establecen en los apartados siguientes, de acuerdo con el sistema de seguridad recogido en los Anejos 18 a 32.

Se entiende que el cumplimiento del CE, complementado por las correspondientes reglamentaciones específicas que sean de aplicación, es suficiente para garantizar la satisfacción de este requisito de seguridad estructural.

#### ***5.2.1.1 Exigencia de resistencia y estabilidad.***

La resistencia y la estabilidad de la estructura serán las adecuadas para que no se generen riesgos inadmisibles como consecuencia de las acciones e influencias previsibles, tanto durante su fase de ejecución como durante su uso, manteniéndose durante su vida útil prevista.

El nivel de fiabilidad mínima que, con carácter general, debe asegurarse en las estructuras incluidas en el ámbito del CE vendrá definido por la clase de fiabilidad RC2 de las definidas en el apartado B.3.2 del Anejo 18. Consecuentemente, su índice de fiabilidad para el período de referencia de 50 años, no deberá ser inferior a 3,8. En el caso de estructuras singulares o de estructuras de poca importancia, la Propiedad podrá adoptar otros índices diferentes, coherentes con las posibles clases de consecuencias y de acuerdo con lo indicado en el referido apartado del Anejo 18.

Los procedimientos incluidos en el CE mediante la comprobación de los Estados Límite Últimos, junto con el resto de criterios relativos a ejecución y control, permiten satisfacer esta exigencia.

#### ***5.2.1.2 Exigencia de aptitud al servicio.***

La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto para la estructura, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable, en su caso, la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles para la confortabilidad de los usuarios y, además, no se produzcan degradaciones o fisuras inaceptables. Se entenderá que la estructura tiene deformaciones admisibles cuando cumpla las limitaciones de flecha establecidas por las reglamentaciones específicas que sean de aplicación.

Se entenderá que un elemento estructural tiene vibraciones admisibles cuando cumpla las limitaciones establecidas por las reglamentaciones específicas que sean de aplicación. Los procedimientos incluidos en el CE mediante la comprobación de los Estados Límite de Servicio, junto con el resto de criterios relativos a ejecución y control, permiten satisfacer esta exigencia. El nivel de fiabilidad mínima que debe asegurarse para su aptitud al servicio en las estructuras, vendrá definido por la clase de fiabilidad RC2 de las definidas en el apartado B.3.2 del Anejo 18. Consecuentemente, su índice de fiabilidad para un período de referencia de 50 años, no deberá ser inferior a 1,5.

#### ***5.2.1.3 Exigencia de robustez y redundancia.***

Las estructuras incluidas en el CE deberán ser proyectadas de manera que cualquier evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original.

Cuando así lo establezca la propiedad, el proyecto deberá contemplar la selección de un esquema estructural y un diseño conceptual que asegure que la eliminación accidental de un elemento o de una parte limitada de la estructura origina daños proporcionados y limitados, de forma que, además, el resto de la estructura no afectada sea capaz de asegurar la estabilidad mínima de la misma.

Los procedimientos incluidos en el CE no son suficientes para el cumplimiento de esta exigencia.

#### **5.2.1.4 Exigencias relativas a la durabilidad.**

El proyecto debe contemplar una estrategia de durabilidad que permita alcanzar la vida útil nominal definida para la estructura. Dicha estrategia será objeto de control durante la ejecución y establecerá condiciones a cumplir en el mantenimiento durante la fase de servicio.

#### **5.2.2 Exigencias relativas al requisito de seguridad en caso de incendio.**

Para satisfacer este requisito, en su caso, las obras deberán proyectarse, construirse, controlarse y mantenerse de forma que se cumplan una serie de exigencias, entre las que se encuentra la de resistencia de la estructura frente al fuego. El cumplimiento del CE no es, por lo tanto, suficiente para el cumplimiento de este requisito, siendo necesario cumplir además las disposiciones del resto de la reglamentación vigente que sea de aplicación.

##### **5.2.2.1 Exigencia de resistencia de la estructura frente al fuego**

La estructura deberá mantener su resistencia frente al fuego durante el tiempo establecido en las correspondientes reglamentaciones específicas que sean aplicables de manera que se limite la propagación del fuego y se facilite la evacuación de los ocupantes y la intervención de los equipos de rescate y extinción de incendios.

En el caso de estructuras de edificación, la resistencia al fuego requerida para cada elemento estructural viene definida por lo establecido en el Documento Básico DB-SI del Código Técnico de la Edificación.

El cumplimiento del CE es suficiente para la satisfacción de esta exigencia sin perjuicio del resto de la reglamentación específica que le sea aplicable.

#### **5.2.3 Exigencias relativas al requisito de higiene, salud y medio ambiente.**

Las estructuras deberán proyectarse, construirse, controlarse y mantenerse de forma que se cumpla la exigencia de calidad medioambiental de la ejecución.

##### **5.2.3.1 Exigencia de calidad medioambiental de la ejecución.**

La construcción de la estructura deberá ser proyectada y ejecutada de manera que se minimice la generación de impactos ambientales provocados por la misma y evitando, en lo posible, la generación de residuos.

Asimismo, las tareas de intervención sobre las estructuras existentes, incluso las que forman parte de su mantenimiento, deberán definirse, planificarse y llevarse a cabo de acuerdo con los mismos criterios definidos en el párrafo anterior.

##### **5.2.3.2 Exigencia de reutilización y reciclabilidad.**

Siempre que así lo considere la propiedad, el proyecto, construcción y mantenimiento de la estructura deberán estar enfocados a la reutilización o reciclaje de su totalidad o de una parte de la misma, una vez que se haya alcanzado el final de su vida de servicio. Para ello, se definirá una estrategia específica con dicha finalidad, de acuerdo con los criterios establecidos en el CE.

## **NOTAS**

Conforme a la Instrucción CE se asegura la fiabilidad requerida a la estructura adoptando el método de los Estados Límite, tal y como se establece en el Artículo 3, Principios de Cálculo de los Estados Límites. Este método permite tener en cuenta de manera sencilla el carácter aleatorio de las variables de sollicitación, de resistencia y dimensionales que intervienen en el cálculo. El valor de cálculo de una variable se obtiene a partir de su principal valor representativo, ponderándolo mediante su correspondiente coeficiente parcial de seguridad.

## **COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL**

La comprobación estructural en el proyecto se realiza mediante cálculo, lo que permite garantizar la seguridad requerida de la estructura.

Las situaciones de proyecto consideradas son las que se indican a continuación:

- Situaciones persistentes: corresponden a las condiciones de uso normal de la estructura.
- Situaciones transitorias: que corresponden a condiciones aplicables durante un tiempo limitado.
- Situaciones accidentales: que corresponden a condiciones excepcionales aplicables a la estructura.

### Métodos de comprobación: Estados límite

Se definen como Estados Límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada.

### Estados límite últimos (Artículo 6.4 CE)

La denominación de Estados Límite Últimos engloba todos aquellos que producen el fallo de la estructura, por pérdida de equilibrio, colapso o rotura de la misma o de una parte de ella. Como Estados Límite Últimos se han considerado los debidos:

- fallo por deformaciones plásticas excesivas, rotura o pérdida de la estabilidad de la estructura o de parte de ella;
- pérdida del equilibrio de la estructura o de parte de ella, considerada como un sólido rígido;
- fallo por acumulación de deformaciones o fisuración progresiva bajo cargas repetidas.

En la comprobación de los Estados Límite Últimos que consideran la rotura de una sección o elemento, se satisface la condición:  $R_d \geq E_d$

Donde:

$R_d$ : Valor de cálculo de la resistencia correspondiente.

$E_d$ : Valor de cálculo del efecto de las acciones.

Para la evaluación del Estado Límite de Equilibrio (Artículo 6.4.2) se satisface la condición:

$$E_{d, stb} \geq E_{d, dst}$$

Donde:

$E_{d, stb}$ : Valor de cálculo de los efectos de las acciones estabilizadoras.

$E_{d, dst}$ : Valor de cálculo de los efectos de las acciones desestabilizadoras.

### Estados límite de servicio (Artículo 6.5 CE)

La denominación de Estados Límite de Servicio engloba todos aquéllos para los que no se cumplen los requisitos de funcionalidad, de comodidad o de aspecto requeridos. En la comprobación de los Estados Límite de Servicio se satisface la condición:

$$C_d \geq E_d$$

Donde:

$C_d$ : Valor límite de cálculo para el criterio de servicio correspondiente (deformaciones, vibraciones, abertura de fisura, etc.).

$E_d$ : Valor de cálculo del efecto de las acciones consideradas para el criterio de servicio (tensiones, nivel de vibración, abertura de fisura, etc.).

## MÉTODO DE DIMENSIONAMIENTO HORMIGÓN ARMADO

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límite del artículo 8º de la vigente instrucción EHE-08, utilizando el Método de Cálculo en Rotura.

En método de cálculo de los Estados Límites se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes, sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales.

Para la obtención de las solicitaciones se ha considerado los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a: equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia, anclaje y fatiga (si procede).

En los estados límites de utilización, se comprueba: deformaciones (flechas), y vibraciones (si procede).

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondiente de acuerdo a los coeficientes de seguridad definidos en el art. 12º de la norma EHE y las combinaciones de hipótesis básicas definidas en el Art. 4º del CTE, DB-SE

#### Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

#### Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_A A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

Para la obtención de las solicitaciones determinantes en el dimensionado de los elementos de los forjados (vigas, viguetas, losas, nervios) se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.

Para el dimensionado de los soportes se comprueban para todas las combinaciones definidas.

### **Forjados unidireccionales.**

El cálculo de los forjados unidireccionales se realiza de forma individualizada para cada vigueta en flexión simple. Se obtiene el valor máximo del momento positivo MF expresado en kp x m (dN x m en S.I.) y por metro de ancho, mayorado.

El cálculo de los momentos negativos se realiza a flexión simple y se obtienen unos negativos de acuerdo con una tabla de armado. Sus longitudes cumplen unos mínimos, así como unas cuantías geométricas mínimas. Se modifican e igualan los negativos en función de un porcentaje de diferencia de longitudes.

**Momentos mínimos.** Se coloca una armadura capaz de resistir un momento pl2/32 en negativos.

En positivos depende del tramo del forjado: en tramo aislado pl2/16, en tramo extremo pl2/12 y en tramo intermedio pl2/16. Las envolventes de momentos quedan desplazadas, de forma que cumplan con dichos momentos mínimos.

Cuando sea precisa una armadura de compresión en la zona de negativos, se retirarán las bovedillas hasta el punto donde deje de ser necesario. Esto se indicará en la planta por una línea de macizado de las viguetas.

Las envolventes de momentos y cortantes por vigueta y mayoradas aparecen en la planta de replanteo. En extremos de alineación de viguetas, aunque el valor del momento negativo sea nulo, se dimensiona una armadura para un momento que es porcentaje del máximo positivo del vano.

Dado que en el proyecto se desconoce el forjado definitivo a ejecutar en obra, se debe exigir al suministrador del mismo el cumplimiento de las deformaciones máximas (flechas) en función de su módulo de flecha (EI), así como la verificación a cortante en función del tipo de vigueta a colocar, además del cumplimiento de los momentos positivos y el armado de negativos.

Puesto que se consulta el valor de los momentos positivos, no se hace la comprobación de si es o no necesaria armadura de compresión en vano. Por último, se recuerda que el valor expresado de los cortantes en extremos de viguetas en planos está mayorado y por metro de ancho.

## **DEFORMACIONES DE LOS ELEMENTOS**

### **Deformaciones y flechas**

Se calculan las flechas instantáneas realizando la doble integración del diagrama de curvaturas ( $M / E \cdot I_e$ ), donde  $I_e$  es la inercia equivalente calculada a partir de la fórmula de Branson. La flecha activa se calcula teniendo en cuenta las deformaciones instantáneas y diferidas debidas a las cargas permanentes y a las sobrecargas de uso calculadas a partir del momento en el que se construye el elemento dañable (normalmente tabiques).

La flecha total a plazo infinito del elemento flectado se compone de la totalidad de las deformaciones instantáneas y diferidas que desarrolla el elemento flectado que sustenta al elemento dañable. Valores de los límites de flecha adoptados según los distintos elementos estructurales:

Elemento Valores límites de la flecha en Vigas:

Instantánea de sobrecarga de uso: L/350

Total, a plazo infinito: L/300

Activa: L/400

Según lo expuesto en el **Anejo 19** del documento CE, se han verificado en la estructura las flechas de los distintos elementos. Se ha comprobado tanto el desplome local como el total de acuerdo con lo expuesto en **7.2 Estados límite de servicio en edificación, apartados 7.2.1 Y 7.2.2** de dicho documento. Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tienen en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

En la obtención de los valores de las flechas se considera el proceso constructivo, las condiciones ambientales y la edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de flecha pertinentes para la determinación de la flecha activa, suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías. Se establecen los siguientes límites de deformación de la estructura:

**Flechas relativas para los siguientes elementos**

Tipo de flecha Combinación Tabiques frágiles Tabiques ordinarios Resto de casos

Integridad de los elementos constructivos (flecha activa) característica

G+Q 1 / 500 1 / 400 1 / 300

Confort de usuarios (flecha instantánea)

Característica de sobrecarga

Q 1 / 350 1 / 350 1 / 350

Apariencia de la obra (flecha total) Casi permanente

G +  $\Psi_2$ Q 1 / 300 1 / 300 1 / 300

**Desplazamientos horizontales**

Local Total

Desplome relativo a la altura entre plantas: Desplome relativo a la altura total del edificio:

$\delta/h < 1/250$   $\Delta/H < 1/500$

**Vibraciones**

No se ha considerado el efecto debido a estas acciones sobre la estructura.

## CONDICIONES ESPECÍFICAS DEL HORMIGÓN ARMADO

**MATERIALES A EMPLEAR**

Las características de los materiales a emplear en la ejecución de los elementos de hormigón armado y hormigón en masa, se relacionan a continuación, limitándose en todo caso al uso de los únicos que cumplan dichas especificaciones. La posibilidad de cambio de alguno de ellos será motivo de consulta al director técnico de la Obra.

\* **Agua:** Se empleará como norma general agua potable o de pozo, cuidando en todo caso que no tenga materias sólidas en suspensión (limos o arcillas) en cuyo caso se prohíbe su empleo. Cuando no se tengan antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas las cuales deberán cumplir con los parámetros expresados en el Art. 29 del CE. El agua de mar solo podrá emplearse para hormigones en masa y nunca para hormigón armado.

\* **Áridos:** Artículo 30 CE. No deben contener sustancias perjudiciales para el hormigón. Pueden emplearse de río, de machaqueo, o bien escorias siderurgias, siempre y cuando las rocas de que procedan sean de calidad aceptable para la confección del hormigón, estén sancionadas por la práctica o refrendadas por ensayos de laboratorio. Debe tenerse especial cuidado cuando se amase un hormigón con el grado de humedad de los áridos y la arena. La cantidad de sustancias perjudiciales que pueda presentar la arena o árido fino no excederá de las cantidades siguientes:

Cantidad máxima de porcentaje de peso total de la muestra:

	Árido fino	Árido grueso
Terrones de arcilla (UNE 7133:58)	1.00	0.25

Partículas blandas (UNE 7134:58)	-	5.00
Material retenido por el tamiz 0,063y que flota en un líquido, de peso específico 2,0 (UNE EN 933-2:96 y UNE 7244:71)	0.50	1.00
Compuestos de azufre expresados en SO <sub>3</sub> <sup>=</sup> y referidos al árido seco (UNE EN 1744-1:99)	1.00	1.00
Sulfatos solubles en ácidos expresados en SO <sub>3</sub> <sup>=</sup> y referidos al árido seco (UNE EN 1744-1:99)	0.80	0.80
Cloruros expresados en CL- y referidos al árido seco (UNE EN 1744-1:99) en hormigón armado	0.05	0.05
Cloruros expresados en CL- y referidos al árido seco (UNE EN 1744-1:99) en hormigón pretensado	0.03	0.03

\* **Cemento:** Artículo 28 CE. El cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las características que se exigen al mismo en el Artículo 33. En el ámbito de aplicación del presente Código, podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan las siguientes condiciones:

- ser conformes con la reglamentación específica vigente,
- cumplan las limitaciones de uso establecidas en la tabla 28, y
- pertenezcan a la clase resistente 32,5 o superior.

Tipo de hormigón	Tipo de cemento
Hormigón en masa.	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C.
	Cementos para usos especiales ESP VI-1.
Hormigón armado.	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B.
Hormigón pretensado.	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V, P).

Tabla 28, CE

\* **Aditivos:** Artículo 31 CE. Previamente al inicio de las obras se debe tomar la decisión sobre el empleo de los aditivos, tanto en el amasado como durante las operaciones de descarga, dando, en su caso, la Dirección de Obra la conformidad a su empleo.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico, ni en general, productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras. En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes. Sin embargo, en la prefabricación de elementos con armaduras pretensas elaborados con máquinas de fabricación continua, podrán usarse aditivos plastificantes que tengan un efecto secundario de inclusión de aire, siempre que se compruebe que no perjudica sensiblemente la adherencia entre el hormigón y la armadura, afectando al anclaje de esta.

En cualquier caso, la cantidad total de aire ocluido no excederá del 6 % en volumen, medido según UNE-EN 12350-7. Con respecto al contenido de ion cloruro, se tendrá en cuenta lo prescrito en el apartado 33.1.

**Los aditivos de cualquiera de los seis tipos según CE Tabla 31.2 deberán tener marcado CE según la norma UNE-EN 934-2.** En la declaración de prestaciones, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en **UNE-EN 934-2**, así como el certificado del fabricante que garantice que el producto satisface los requisitos prescritos en la citada norma, el intervalo de eficacia (proporción a emplear) y su función principal de entre las indicadas en la tabla anterior. Salvo indicación previa en contra de la dirección facultativa, el suministrador podrá emplear cualquiera de los aditivos incluidos en la Tabla 31.2. La utilización de otros aditivos distintos a los contemplados en este artículo, requiere la aprobación previa de la dirección facultativa.

La utilización de aditivos en el hormigón, una vez en la obra y antes de su colocación en la misma, requiere de la autorización de la dirección facultativa y el conocimiento del suministrador del hormigón.

**\* Adiciones.** Artículo 32 CE. En la reunión previa se debe tomar la decisión sobre el empleo de adiciones en la dosificación del hormigón y, en su caso, la Dirección de Obra dará la conformidad a su empleo. En caso de que sea así hay que asegurarse de lo siguiente:

Que se han realizado por un laboratorio oficial u oficialmente acreditados los ensayos siguientes:

<b>Requisitos de las cenizas volantes</b>			
<b>Sustancia</b>	<b>Norma</b>	<b>Valores</b>	
Anhídrido sulfúrico SO <sub>3</sub>	UNE-EN 196-2	≤ 3,0 %	
Cloruros (Cl-)	UNE-EN 196-2	≤ 0,10 %	
Oxido de calcio libre	UNE EN 451-1	≤ 1,5 %	
Oxido de calcio reactivo	UNE EN 451-1	≤ 10 %	
Pérdida de fuego	UNE EN 196-2	≤ 5,0 %	
Finura (retenido en el tamiz 45 :m)	UNE EN 451-2	≤40 %	
Índice de actividad	28 días	UNE EN 196-1	> 75 %
	90 días		> 85 %
Expansión (método de las agujas)	UNE EN 196-3	< 10 mm	

<b>Requisitos del humo de sílice</b>		
<b>Sustancia</b>	<b>Norma</b>	<b>Valores</b>
Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	UNE EN 196-2	≥ 85 %
Silicio Elemental	ISO 9286	< 0,4 %
Óxido de calcio libre, CaO (l)	-	< 1 %
Sulfatos, SO <sub>3</sub>	-	< 2 %
Cloruros (Cl-)	UNE-EN 196-2	< 0,3 %
Pérdida de fuego	UNE EN 196-2	< 4 %
Índice de actividad resistente	UNE-EN 13263-1+A1	> 100%
Superficie específica	ISO 9277 (m <sup>2</sup> /g)	15,0 ≤ Se ≤ 35,0.

La utilización de escorias granuladas será autorizada por la dirección facultativa y de acuerdo con el Artículo 3 del CE, bajo su responsabilidad y en base a estudio experimental. Las adiciones se utilizarán siempre que no afecten las propiedades del hormigón y estando debidamente justificado. Para utilizar cenizas volantes o humo sílice de deberá emplear CEM I. En hormigón pretensado podrá emplearse

adición de cenizas volantes cuya cantidad no podrá exceder del 20 % del peso de cemento, o humo de sílice cuyo porcentaje no podrá exceder del 10 % del peso del cemento. Respecto al ión cloruro se tendrá en cuenta lo prescrito en apartado 33.1 CE.

**\* Hormigones:** Artículo 33 CE. Los hormigones que se emplearán en la obra serán de la calidad que se indica en los planos de estructuras. Cumplirán las especificaciones de resistencia a compresión, con arreglo a los resultados obtenidos en las pruebas de rotura de probetas de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de acuerdo al **procedimiento del apartado 57.3.2 CE.**

Se emplearán hormigones de resistencia 25 N/mm<sup>2</sup> tanto en la cimentación como en los muros en contacto con el terreno y 30 N/mm<sup>2</sup> en el resto de la estructura. El hormigón se vibrará normalmente, por lo que su consistencia ha de ser blanda, asiento en el cono de Abrams 5-9 cm. y tamaño máximo de árido 25mm en cimentación y 15mm en muros y el resto de la estructura.

La designación del hormigón deberá realizarse según la siguiente nomenclatura:

**T-/R/C/TM/A**

Donde:

- T = tipo de hormigón
- R = Resistencia en N/mm<sup>2</sup>
- C = Consistencia
- TM = Tamaño máximo del árido
- A = Ambiente.

**PUESTA EN OBRA DEL MATERIAL**

**\* Ensayos previos:** Se realizarán en laboratorio antes de comenzar las obras, al objeto de establecer la dosificación que habrá de emplearse, teniendo en cuenta los materiales disponibles y las condiciones de ejecución previstas. Estos ensayos se realizarán de acuerdo a lo establecido la Instrucción CE.

**\* Puesta en obra del hormigón:** Se tendrá especial cuidado en evitar que las masas lleguen al lugar de su colocación sin presentar disgregaciones, intrusión de cuerpos extraños, cambios apreciables en el contenido de agua, etc. No se tolerará la colocación de hormigón que acuse principio de fraguado, ni se efectuará hormigonado alguno hasta que no se obtenga la conformidad de la Dirección Técnica, una vez haya revisado la colocación de las armaduras.

**\* Compactación:** La compactación se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

**\* Juntas de hormigonado:** Cuando deban disponerse juntas de hormigonado, se atenderá en su ejecución a lo establecido en la Instrucción CE.

**\* Hormigonado en tiempo frío o caluroso:** Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes la temperatura pueda descender por debajo de los 0° C. o si la temperatura ambiente es superior a 40° C. En tiempo caluroso se tomarán medidas para evitar el evaporamiento del agua de amasado tanto en el transporte como en la colocación.

**\* Curado del hormigón:** Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo. Deberán mantenerse húmedas las superficies de hormigón mediante riego directo que no produzca deslavado o mediante algún material que no contenga sustancias nocivas para el hormigón y sea capaz de retener la humedad.

**\* Desencofrado y descimbramiento:** Durante la operación de desencofrado se deben mantener los fondos de vigas y elementos análogos durante doce horas despegados del hormigón y a unos dos centímetros del mismo. Se deben comprobar las flechas al desencofrar y mantener una vigilancia sobre los elementos desencofrados durante las primeras horas. En los desencofrados se cumplirá con lo establecido en la Instrucción CE.

**ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL**

<b>CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DEL HORMIGON ESTRUCTURAL</b>			
<b>INSTRUCCIÓN CÓDIGO ESTRUCTURAL (CE)</b>			
CLASE DE EXPOSICIÓN	(1) Cimentación: <b>XC2</b>	(2) Estructura: <b>XC3</b> (* )Estructura: <b>XS1</b>	Control de ejecución <b>NORMAL</b>

PRESCRIPCIONES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
HORMIGONES							
Tipos de hormigón		Componentes		Docilidad		Resistencia Característica	
Cimentación (1)	HA-25-B-25-XC2	Cemento	CEM II/A-V 42.5R	Consistencia	Blanda	A los 7 días	(1) 19 N/mm <sup>2</sup> (2) 23 N/mm <sup>2</sup>
Estructura (2)	HA-30-B-12-XC3 (* ) HA-30-B-12-XS1	Áridos	Machaqueo calcáreo	Compactación	Vibrado mecánico	A los 28 días	(1) 25 N/mm <sup>2</sup> (2) 30 N/mm <sup>2</sup>
Contenido mín. cemento	(1) 275 Kg. (2) 300 Kg.	Tamaño máx/mín. Árido	(1) 25/4 mm (2) 12/4 mm Muros 12/4mm	Asiento cono Abrams	5 -9 cm.	Nivel de control	ESTADÍSTICO
Relación A/C	(1) 0.60 (2) 0.55 (* ) 0.50	Agua	Cloruros máx. 0.05 gr/l			Coef. Seg. γc	1.5
ARMADURAS				OTROS			
Tipo de Acero		Características Mecánicas		Coef. Seguridad Acciones		Recubrimiento nominal	
Barras corrugadas	B500S	Límite elástico	500 N/mm <sup>2</sup>	Permanentes γ <sub>G</sub>	1.5	(1) Rec. mínimo +10mm = 30mm	
Mallas electro soldadas	B500T	Nivel de control	NORMAL	Variables γ <sub>G*</sub>	1.6	(2) Rec. mínimo +10mm = 30mm (* ) Rec. mínimo +10mm = 40mm	
		Coef. Seg. γ <sub>s</sub>	1.15				
(*) ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN ARMADO UBICADOS EN LA COSTA O CERCA DE LA COSTA. (1). MUROS DE HORMIGÓN ARMADO: Ejecutar juntas verticales de contracción mín. cada 7m. (2). ELEMENTOS HORMIGONADOS CONTRA TERRENO: Recubrimiento nominal 70 mm. (Avisar previamente a la Dirección Facultativa.) (3). SE ASEGURARÁ EL SELLADO DE LOS ENCOFRADOS ESPECIALMENTE CUANDO LA CONSISTENCIA DEL HORMIGÓN ES FLUIDA. (4). Los elementos de CIMENTACIÓN en terrenos agresivos por presencia de cloruros de origen no marino, se adoptará clase XD2, a no ser que se GARANTICE la impermeabilización.							

Para otros tipos de agresividad consultar **Tabla 27.1.a** Clases de exposición relativas al hormigón estructural, de acuerdo con el **CE. BORRAR**

\* **Armaduras pasivas (armaduras de montaje):** Artículos 34 y 35 CE. Las armaduras para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por barras corrugadas y mallas electro soldadas. Los diámetros utilizables serán: 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32 y 40 según Tabla 6 de la UNE-EN 10080. Los empalmes y anclajes deberán cumplir las condiciones indicadas en el CE. El tipo de acero a emplear será de acuerdo a la UNE-EN 10080:

Barras corrugadas: B-500-S

Mallas electro soldadas de barras corrugadas: B-500-S

Mallas electro soldadas de alambres corrugados: B-500-T

Se notificará a la Dirección Técnica cualquier variación en el tipo de material a emplear del especificado en el presente pliego.

Las mallas electrosoldadas deberán cumplir con las especificaciones de la UNE-EN ISO 15630-2 y la tabla 35.2.1 CE.

Las especificaciones relativas a los procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras se especifican en el artículo 49 del CE.

\* **Armaduras activas (prefensado):** Artículo 36 CE

## ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ACERO (DB SE A)

## GENERALIDADES

Se comprueba el cumplimiento del presente Documento Básico para aquellos elementos realizados con acero. En el diseño de la estructura se contempla la seguridad adecuada de utilización, incluyendo los aspectos relativos a la durabilidad, fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento.

### Bases de cálculo

Para verificar el cumplimiento del apartado 3.2 del Documento Básico SE, se ha comprobado:  
La estabilidad y la resistencia (estados límite últimos)  
La aptitud para el servicio (estados límite de servicio)

## ACERO LAMINADO Y CONFORMADO

Se dimensiona los elementos metálicos de acuerdo a la norma del CTE, DB SE-A (Seguridad estructural: Acero), determinándose coeficientes de aprovechamiento y deformaciones, así como la estabilidad, de acuerdo a los principios de la Mecánica Racional y la Resistencia de Materiales. Se aplicará el Eurocódigo 4 en todas las secciones de vigas mixtas y forjados de chapa colaborante y encofrado perdido a falta de una normativa nacional de aplicación. Se realiza un cálculo lineal de primer orden, admitiéndose localmente plastificaciones de acuerdo a lo indicado en la norma.

La estructura se supone sometida a las acciones exteriores, ponderándose para la obtención de los coeficientes de aprovechamiento y comprobación de secciones, y sin mayorar para las comprobaciones de deformaciones, de acuerdo con los límites de agotamiento de tensiones y límites de flecha establecidos.

Para el cálculo de los elementos comprimidos se tiene en cuenta el pandeo por compresión, y para los flectados el pandeo lateral, de acuerdo a las indicaciones de la norma.

El tipo de acero utilizado en el cálculo es el **S 275**.

### Estados límite últimos

La determinación de la resistencia de las secciones se hace de acuerdo a lo especificado en el capítulo 6 del documento DB SE A, partiendo de las esbelteces, longitudes de pandeo y esfuerzos actuantes para todas las combinaciones definidas en la presente memoria, teniendo en cuenta la interacción de los mismos y comprobando que se cumplen los límites de resistencia establecidos para los materiales seleccionados.

### Estados límite de servicio

Se comprueba que todas las barras cumplen, para las combinaciones de acciones establecidas en el apartado. 4.3.2 del Documento Básico SE, con los límites de deformaciones, flechas y desplazamientos horizontales.

### Durabilidad

Los perfiles de acero están protegidos de acuerdo a las condiciones de uso y ambientales y a su situación, de manera que se asegura su resistencia, estabilidad y durabilidad durante el periodo de vida útil, debiendo mantenerse de acuerdo a las instrucciones de uso y plan de mantenimiento correspondiente.

### Materiales

Los coeficientes parciales de seguridad utilizados para las comprobaciones de resistencia son:

- M0 = 1,05 coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.
- M1 = 1,05 coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad.
- M2 = 1,25 coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión.

# MÉTODO DE DIMENSIONAMIENTO

## Vigas metálicas

Se dimensionan de acuerdo a la norma correspondiente y al tipo de acero.

Se propone dentro de la serie el perfil óptimo.

Se dimensionan a flexión simple, ya que no se considera el axil.

Se comprueba el pandeo lateral.

Se aplica como criterio del dimensionado los límites de flecha y la abolladura. El coeficiente de aprovechamiento se expresa en % respecto a los límites de tensión y de flecha.

### Placas de anclaje.

En la comprobación de una placa de anclaje, la hipótesis básica asumida por el programa es la de placa rígida o hipótesis de Bernouilli. Esto implica suponer que la placa permanece plana ante los esfuerzos a los que se ve sometida, de forma que se pueden desprestigiar sus deformaciones a efectos del reparto de cargas. Para que esto se cumpla, la placa de anclaje debe ser simétrica y suficientemente rígida (espesor mínimo en función del lado).

Las comprobaciones que se deben efectuar para validar una placa de anclaje se dividen en tres grupos, según el elemento comprobado: hormigón de la cimentación, pernos de anclaje y placa propiamente dicha, con sus rigidizadores, si los hubiera.

### Comprobación sobre el hormigón.

Consiste en verificar que en el punto más comprimido bajo la placa no se supera la tensión admisible del hormigón. El método usado es el de las tensiones admisibles, suponiendo una distribución triangular de tensiones sobre el hormigón que sólo pueden ser de compresión. La comprobación del hormigón sólo se efectúa cuando la placa está apoyada sobre el mismo, y no se tiene un estado de tracción simple o compuesta. Además, se desprestia el rozamiento entre el hormigón y la placa de anclaje, es decir, la resistencia frente a cortante y torsión se confía exclusivamente a los pernos.

### Comprobaciones sobre los pernos.

Cada perno se ve sometido, en el caso más general, a un esfuerzo axil y un esfuerzo cortante, evaluándose cada uno de ellos de forma independiente. El programa considera que, en placas de anclaje apoyadas directamente en la cimentación, los pernos sólo trabajan a tracción. En caso de que la placa esté a cierta altura sobre la cimentación, los pernos podrán trabajar a compresión, haciéndose la correspondiente comprobación de pandeo sobre los mismos (se toma el modelo de viga biempotrada, con posibilidad de corrimiento relativo de los apoyos normal a la directriz:  $b = 1$ ) y la traslación de esfuerzos a la cimentación (aparece flexión debida a los cortantes sobre el perfil). El programa hace tres grupos de comprobaciones en cada perno:

### Tensión sobre el vástago.

Se comprueba que la tensión no supere la resistencia de cálculo del perno.

### Comprobación del hormigón circundante.

A parte del agotamiento del vástago del perno, otra causa de su fallo es la rotura del hormigón que lo rodea por uno o varios de los siguientes motivos:

- Deslizamiento por pérdida de adherencia.
- Arrancamiento por el cono de rotura.
- Rotura por esfuerzo cortante (concentración de tensiones por efecto cuña).

Para calcular el cono de rotura de cada perno, el programa supone que la generatriz del mismo forma 45 grados con su eje. Se tiene en cuenta la reducción de área efectiva por la presencia de otros pernos cercanos, dentro del cono de rotura en cuestión.

No se tienen en cuenta los siguientes efectos, cuya aparición debe ser verificada por el usuario:

- Pernos muy cercanos al borde de la cimentación. Ningún perno debe estar a menos distancia del borde de la cimentación, que su longitud de anclaje, ya que se reduciría el área efectiva del cono de rotura y además aparecería otro mecanismo de rotura lateral por cortante no contemplado en el programa.

- Espesor reducido de la cimentación. No se contempla el efecto del cono de rotura global que aparece cuando hay varios pernos agrupados y el espesor del hormigón es pequeño.

Aplastamiento de la placa. El programa también comprueba que, en cada perno, no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

### Comprobaciones sobre la placa:

**Cálculo de tensiones globales.** El programa construye cuatro secciones en el perímetro del perfil, comprobando todas frente a tensiones. Esta comprobación sólo se hace en placas con vuelo (no se tienen en cuenta los pandeos locales de los rigidizadores, y se debe comprobar que sus respectivos espesores no les dan una esbeltez excesiva).

**Cálculo de tensiones locales.** Se trata de comprobar todas las placas locales en las que perfil y rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Para cada una de estas placas locales, partiendo de la distribución de tensiones en el hormigón y de axiles en los pernos, se calcula su flector ponderado pésimo, comparándose con el flector de agotamiento plástico. Esto parece razonable, ya que para comprobar cada placa local suponemos el punto más pésimo de la misma, donde obtenemos un pico local de tensiones que puede rebajarse por la aparición de plastificación, sin disminuir la seguridad de la placa.

### **Características de los aceros empleados**

Los aceros empleados en este proyecto se corresponden con los indicados en la norma UNE EN 10025: Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general.

Las propiedades de los aceros utilizados son las siguientes:

Módulo de elasticidad longitudinal (E): 210.000 N/mm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad transversal o módulo de rigidez (G): 81.000 N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente de Poisson ( $\nu$ ): 0.30

Coefficiente de dilatación térmica ( $\alpha$ ):  $1,2 \cdot 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}$

Densidad ( $\rho$ ): 78.5 kN/m<sup>3</sup>

Tipo de acero para perfiles Acero Límite elástico

(MPa)

Módulo de elasticidad

(GPa)

Aceros conformados S235 235 206

Aceros laminados S275 275 206

### **Análisis estructural**

El análisis estructural se ha realizado con el modelo descrito en el Documento Básico SE, discretizándose las barras de acero con las propiedades geométricas obtenidas de las bibliotecas de perfiles de los fabricantes o calculadas de acuerdo a la forma y dimensiones de los perfiles. Los tipos de sección a efectos de dimensionamiento se clasifican de acuerdo a la tabla 5.1 del Documento Básico SE A, aplicando los métodos de cálculo descritos en la tabla 5.2 y los límites de esbeltez de las tablas 5.3, 5.4, y 5.5 del mencionado documento. La traslacionalidad de la estructura se contempla aplicando los métodos descritos en el apartado 5.3.1.2 del Documento Básico SE A teniendo en consideración los correspondientes coeficientes de amplificación.

### **DEFORMACIONES**

Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, se tienen en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

La flecha total a plazo infinito del elemento flectado se compone de la totalidad de las deformaciones instantáneas y diferidas que desarrolla el elemento flectado que sustenta al elemento dañable, escogiendo el menor de los valores dados. Valores de los límites de flecha adoptados según los distintos elementos estructurales:

Elemento Valores límites de la flecha en Vigas de acero:

Instantánea de sobrecarga de uso L/350

Total a plazo infinito L/250 y L / 500 + 1

Activa L/400

## CONDICIONES ESPECÍFICAS DEL ACERO ESTRUCTURAL

Los materiales a emplear cumplirán lo establecido en las siguientes Normas y en los Pliegos de Condiciones adjuntos:

-Perfiles DB SE-A, UNE 26521-72, 36526-94 y 36527-73

-Chapas DB SE-A, UNE 36060

-Soldaduras DB SE-A, UNE 14002, 14011, 14012, 14022, 14130, 14031 y 14038

Se efectuarán los siguientes controles de ejecución:

Comprobación de forma (una cada 5 vigas). No se admitirán tolerancias en la flecha superiores a  $L/500$  ni a 10 mm.

Comprobación de soldaduras:

En empalmes, se comprobar una soldadura por unidad, no admitiéndose interrupciones del cordón ni defectos aparentes.

En piezas compuestas, se comprobar una soldadura por pieza, no admitiéndose variaciones de longitud y separaciones que queden fuera del ámbito definido en el proyecto ni defectos aparentes.

Siguiendo el plan de control que la Dirección Facultativa o el Pliego de condiciones determine, se efectuarán los ensayos por radiografía o líquidos penetrantes de los cordones que en aquél se especifiquen.

Todas las soldaduras a tope se realizarán previo biselado por procedimientos mecánicos de las chapas o perfiles a unir, rechazando los materiales entregados a obra que no cumplan estos requerimientos.

El montaje y colocación de las cerchas se realizar con la ayuda de perfiles de arriostramiento suplementarios, que se retirarán una vez realizada la totalidad de la estructura.

Se acreditarán los operarios que realicen los trabajos de soldeo según los criterios establecidos en la UNE-EN 287-1 93.

**Todos los elementos metálicos irán protegidos con:**

- 2 capas de imprimación anticorrosiva.

- 2 capas de esmalte de acabado.

**Todos los elementos metálicos vistos irán protegidos para cumplir con el DB-SI con pintura intumescente Tipo PROMAPAINTE SC4 o similar. Espesor según factor y tipo de perfil.**

# ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE MADERA (DB SE M)

## BASES DE CÁLCULO

Los cálculos de las secciones de los elementos estructurales se han realizado de acuerdo con la norma CTE SE-M (seguridad estructural: madera).

## Comprobación estructural

Para la comprobación de secciones se han utilizado hojas de cálculo con la formulación indicada en el CTE, DB SE-M.

## MATERIALES

Todos los elementos estructurales de madera serán de madera LAMINADA ENCOLADA de clase resistente GL-24.

### Valores de las propiedades asociadas a cada clase resistente de la madera laminada encolada

En la tabla E.3, se indican los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas a cada clase resistente de madera laminada encolada homogénea y en la tabla E.4 para la madera laminada encolada combinada.

La madera laminada encolada, para su uso en estructuras, estará clasificada quedando asignada a una clase resistente (ver procedimiento de asignación en el Anejo D).

Las clases resistentes son:

a) para madera laminada encolada homogénea: GL24h, GL28h, GL32h y GL36h;

b) para madera laminada encolada combinada: GL24c, GL28c, GL32c y GL36c.

En las cuales los números indican el valor de la resistencia característica a flexión,  $f_m, g, k$ , expresada en N/mm<sup>2</sup>.

Las uniones dentadas para piezas enteras fabricadas de acuerdo con la norma UNE ENV 387 no deben utilizarse en clase de servicio 3 cuando en la unión cambia la dirección de la fibra.

En el anejo E figuran los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a cada clase resistente de madera laminada encolada. Cumplirá con las características indicadas en la siguiente tabla:

### E.3 Clases resistentes en madera laminada encolada, valores de las propiedades mecánicas

		GL24h	GL24c	GL28h	GL28c	GL32h	GL32c	GL36h	GL36c
<b>Propiedades</b>									
<b>Resistencias carac.</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>								
- Flexión		24	24	28	28	32	32	36	36
- Tracción paralela		16,5	14	19,5	16,5	22,5	19,5	26	22,5
- Tracción perpendicular		0,4	0,35	0,45	0,4	0,5	0,45	0,6	0,5
- Compresión paralela		24	21	26,5	24	29	26,5	31	29
- Compresión perpendicular		2,7	2,4	3,0	2,7	3,3	3,0	3,6	3,3
- Cortante		2,7	2,2	3,2	2,7	3,8	3,2	4,3	3,8
<b>Rigidez</b>									
<b>Rigidez</b>	<b>KN/mm<sup>2</sup></b>								
- Módulo de elasticidad paralelo medio		11,6	11,6	12,6	12,6	13,7	13,7	14,7	14,7
- Módulo de elasticidad paralelo 5º percentil		9,4	9,4	10,2	10,2	11,1	11,1	11,9	11,9
- Módulo de elasticidad perpend. Medio		0,39	0,32	0,42	0,39	0,46	0,42	0,49	0,46
- Módulo transversal medio		0,72	0,59	0,78	0,72	0,85	0,78	0,91	0,85
<b>Densidad</b>									
<b>Densidad</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>								
- Densidad característica		380	350	410	380	430	410	450	430

## Tomado del proyecto de norma NBE-EM, Tablas A3.2.1-a y A3.2.1-b.

Clase resistente a utilizada en el cálculo

### DEFORMACIONES

Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tienen en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

La flecha total a plazo infinito del elemento flectado se compone de la totalidad de las deformaciones instantáneas y diferidas que desarrolla el elemento flectado que sustenta al elemento dañable. Valores de los límites de flecha adoptados según los distintos elementos estructurales:

Elemento Valores límites de la flecha en Vigas de madera:

Instantánea de sobrecarga de uso L/350

Total a plazo infinito L/250 y L / 500 + 1

Activa L/400

### DURABILIDAD

Todos los elementos estructurales de madera serán de madera LAMINADA ENCOLADA de clase resistente GL-24. e irán protegidos contra ataques biológicos con productos certificados de acuerdo con el Documento Básico el CTE, DB SE-M.

### EJECUCIÓN

En cuanto al maderamen a emplear deberá cumplir, en cuanto a las relacionadas anteriormente.

Antes de su utilización en la construcción, la madera debe secarse, en la medida que sea posible, hasta alcanzar contenidos de humedad adecuados a la obra acabada (humedad de equilibrio higroscópico). Si los efectos de las contracciones o mermas no se consideran importantes, o si han sido reemplazadas las partes dañadas de la estructura, pueden aceptarse contenidos más elevados de humedad durante el montaje siempre que se asegure que la madera podrá secarse al contenido de humedad deseado.

Se evitarán que los arranques de soportes y arcos queden embebidos en el terreno, el hormigón u otro material de fábrica. Para ello se protegerán de la humedad colocándolos a una distancia suficiente del suelo o sobre capas impermeables. El apoyo en su base debe realizarse a través de un material intermedio, separador, que no transmita la posible humedad del material de apoyo.

Evitar uniones en las que se pueda acumular el agua; proteger la cara superior de los elementos de madera que estén expuestos directamente a la intemperie y en los que pueda acumularse el agua.

Evitar que las testas de los elementos estructurales de madera queden expuestas al agua de lluvia ocultándolas, cuando sea necesario, con una pieza de remate protector.

Las uniones de los diferentes elementos que constituyen las estructuras, se hará por medio de elementos metálicos tipo acero inoxidable tanto para tornillería como en tubulares. Los aceros inoxidables a utilizar para tornillería serán del tipo AISI 316 (ASTM AISI 316) que corresponde con la denominación UNE a F 33534 y en cuanto a los tubulares serán de acero inoxidable AISI 316.

### INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO

#### Precauciones

Se evitarán en la medida de lo posible las variaciones continuas de la humedad ambiental o situaciones de humedad persistente que pueden ocasionar pudrición de la madera.

#### Prescripciones

Cuando se prevea una modificación del uso que pueda alterar las solicitaciones previstas, será necesario el dictamen de un técnico competente.

En el mantenimiento de la madera se emplearán acabados de poro abierto en los que no se producen descascarillamientos.

Las lesiones importantes se pondrán en conocimiento de un técnico competente.

En el supuesto de aparición de pandeos o desplomes, se avisará a un técnico competente para que dictamine su importancia y si procede, las medidas a implementar.

La reparación de pequeñas erosiones o humedades no persistentes deberá ser realizada por profesional cualificado.

Toda manipulación de gran entidad de estos elementos deberá realizarse por un técnico competente. En el caso de aparición de flechas excesivas, se avisará a un técnico competente para que dictamine su importancia y si procede, las medidas a implementar.

### **Prohibiciones**

Está terminantemente prohibida toda manipulación (picado o perforado) que disminuya su sección resistente.

No se realizarán grandes orificios.

No se sobrepasarán las sobrecargas de uso ni las hipótesis de carga.

### **MANTENIMIENTO POR EL USUARIO**

#### **Cada año:**

\* Inspección visual para detectar:

Aparición de pandeos o desplomes.

Situaciones persistentes de humedad.

Ataque de insectos xilófagos (carcomas o termitas), normalmente detectables por la aparición de pequeños agujeros que desprenden polvo amarillento.

Erosiones en pilares vistos.

Aparición de flechas excesivas.

Inspección visual de fisuras en forjados y tabiques, así como de humedades que puedan deteriorar la estructura.

\* Mantenimiento superficial.

Limpieza básica en general para todas las superficies se debe limpiar polvo, hojas y acumulación de materiales acarreados por el viento ocasionalmente.

Limpiar la superficie con cepillo, agua e hipoclorito al 3%. Dejar secar. Aplicar una mano de preservante Xilocromo. Dejar secar. Por último, aplicar una mano de Impermeabilizante acrílico.

\* Cuando se tengan herrajes en las estructuras estos se deben incluir en el mantenimiento de todo el conjunto. Inspección visual de apariciones de óxido o deformaciones.

### **POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO**

#### **Cada año:**

Protección de los elementos metálicos de la estructura con antioxidantes y esmaltes o similares, en ambientes agresivos como zonas marinas o piscinas.

#### **Cada 3 años:**

Protección de los elementos metálicos de la estructura con antioxidantes y esmaltes o similares, en ambientes no agresivos.

Inspección del estado de conservación de la protección contra el fuego de los perfiles vistos, procediéndose al repintado o reparación si fuera preciso. Para volver a pintar el perfil, bastará con limpiar las manchas si el recubrimiento está en buen estado. En el caso de existir ampollas, desconchados, agrietamiento o cualquier otro tipo de defecto, como paso previo a la pintura, se eliminarán las partes sueltas con cepillo de alambre, se aplicará una composición decapante, se lijará y se lavará.

#### **Cada 5 años:**

En el caso pilares enterrados se deben evaluar las partes enterradas en el suelo. Se debe excavar alrededor del poste y punzar con un formón o cuchillo afilado observando el estado de la madera. Se debe examinar hasta una profundidad máxima de 40 cm. Aplicar producto preservante difusivo, curativo con base en fluoruros que difunden en la madera esterilizando la flora y fauna xilófaga y envolver con envoltura plástica cerrando con unas grapas que sostengan el plástico para obligar que la difusión ocurra hacia el interior de la madera y no expanda hacia el suelo. Reponer el suelo y compactar.

#### **Cada 10 años:**

En pilares encamisados en hormigón cada 10 años se perforará un orificio de unos 6.5 mm. hasta llegar al centro del poste. Durante esta operación se puede detectar pérdida de resistencia de la madera. En caso de observarse algún grado de deterioro se le deberá aplicar tratamiento con preservante tipo Xilotox-6000 líquido, inyectado. Luego se debe sellar este túnel con un tapón de madera tratada. Cuando se tengan herrajes en las estructuras los tornillos autorroscantes se debe extraer el tornillo herrumbrado. Recuperar el hueco con un taco de madera preservada y luego volver a colocar un tornillo nuevo en un lugar apropiado.

# CÁLCULOS POR ORDENADOR

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se ha dispuesto de un programa informático de ordenador.

## NOMBRE DEL PROGRAMA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

Cypecad Espacial y Metal 3D. Versión 2022  
Empresa: CYPE Ingenieros S.A.

## DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS EFECTUADO POR EL PROGRAMA

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: losas de cimentación, muros de hormigón, pilares, vigas, pantallas H.A., muros, vigas y forjados, losas macizas, escaleras, perfiles de acero y pilares,

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta (diafragma rígido), para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diafragma rígido). Por tanto, cada planta sólo podrá girar y desplazarse en su conjunto (3 grados de libertad).

La consideración de diafragma rígido para cada zona independiente de una planta se mantiene, aunque se introduzcan vigas y no forjados en la planta.

Cuando en una misma planta existan zonas independientes, se considerará cada una de éstas como una parte distinta de cara a la indeformabilidad de esa zona, y no se tendrá en cuenta en su conjunto. Por tanto, las plantas se comportarán como planos indeformables independientes. Un pilar no conectado se considera zona independiente.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático, (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, en cuyo caso se emplea el análisis modal espectral), 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.

## DISCRETIZACION DE LA ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO

La estructura se discretiza en elementos tipo barra, emparrillados de barras y nudos, y elementos finitos triangulares de la siguiente manera:

1. Forjados unidireccionales: Las viguetas son barras que se definen en los paños huecos entre vigas o muros, y que crean nudos en las intersecciones de borde y eje correspondientes de la viga que intersectan. Se puede definir doble y triple vigueta, que se representa por una única barra con alma de mayor ancho. La geometría de la sección en **T** a la que se asimila cada vigueta se define en la correspondiente ficha de datos del forjado.

## REDISTRIBUCIONES CONSIDERADAS.

### COEFICIENTES DE REDISTRIBUCIÓN DE NEGATIVOS.

Se acepta una redistribución de momentos negativos en vigas y viguetas de hasta un 30%. El parámetro considerado es un 15% en vigas y un 25% en viguetas. Esta redistribución se realiza después del cálculo. La consideración de una cierta redistribución de momentos flectores supone un armado más caro, pero más seguro y más constructivo.

En vigas, una redistribución del 15% produce unos resultados generalmente aceptados y se puede considerar la óptima. En forjados una redistribución del 25%, lo que equivale a igualar aproximadamente los momentos negativos y positivos.

La redistribución de momentos se efectúa con los momentos negativos en bordes de apoyos, que en pilares será a caras, es decir afecta a la luz libre, determinándose los nuevos valores de los momentos dentro del apoyo a partir de los momentos redistribuidos a cara, y las consideraciones de redondeo de las leyes de esfuerzos indicadas en el apartado anterior.

### Coefficiente de empotramiento en última planta.

Se pueden redistribuir los momentos negativos en la unión de la cabeza del último tramo de pilar con extremo de viga; dicho valor estará comprendido entre 0 (articulado) y 1 (empotramiento). Se ha adoptado el valor de **0.3** como valor intermedio.

Se realiza una interpolación lineal entre las matrices de rigidez de barras biempotradas y empotradas-articuladas, que afecta a los términos  $E I/L$  de las matrices:

$K$  definitiva =  $\square \cdot K$  biempotradas. +  $(1 - \square) \cdot K$  empot - artic.

Siendo  $\square$  el valor del coeficiente introducido.

Los coeficientes de cabeza del último tramo de pilar se multiplican por éstos. Esta rótula plástica se considera físicamente en el punto de unión de la cabeza o pie con la viga o forjado tipo losa/reticular que acomete al nudo.

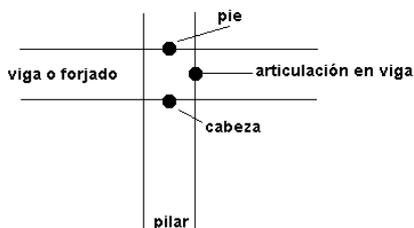


Fig. 9

En extremos de vigas y cabeza de último tramo de pilar con coeficientes muy pequeños y rótula en viga, se pueden dar resultados absurdos e incluso mecanismos, al coexistir dos rótulas unidas por tramos rígidos.

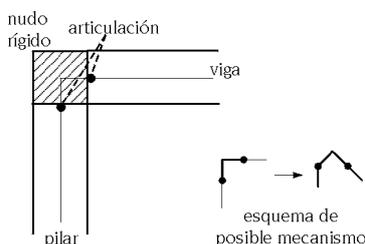


Fig. 10

En losas, forjados unidireccionales y forjados reticulares también se puede definir un coeficiente de empotramiento variable en todos sus bordes de apoyo, que puede oscilar entre 0 y 1 (valor por defecto). También se puede definir un coeficiente de empotramiento variable entre 0 y 1 (valor por defecto) en bordes de viga, de la misma manera que en forjados, pero para uno o varios bordes, al especificarse por viga. Cuando se define coeficientes de empotramiento simultáneamente en forjados y bordes de viga, se multiplican ambos para obtener un coeficiente resultante a aplicar a cada borde. La rótula plástica definida se materializa en el borde del forjado y el borde de apoyo en vigas y muros, no siendo efectiva en los bordes en contacto con pilares y pantallas, en los que siempre se considera empotrado. Entre el borde de apoyo y el eje se define una barra rígida, por lo que siempre existe momento en el eje de apoyo producido por el cortante en el borde por su distancia al eje. Dicho

momento flector se convierte en torsor si no existe continuidad con otros paños adyacentes. Esta opción no se utiliza, ya que, si se articula el borde de un paño en una viga, y la viga tiene reducida a un valor muy pequeño la rigidez a torsión, sin llegar a ser un mecanismo, puede dar resultados de los desplazamientos del paño en el borde absurdos, y por tanto los esfuerzos calculados.

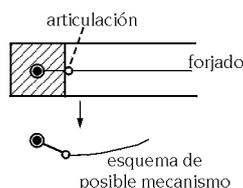


Fig. 11 Viga con rigidez torsional muy pequeña

Es posible definir también articulaciones en extremos de vigas, materializándose físicamente en la cara del apoyo, ya sea pilar, muro, pantalla o apoyo en muro.

Estas redistribuciones se tienen en cuenta en el cálculo e influyen por tanto en los desplazamientos y esfuerzos finales del cálculo obtenido.

### Rigideces consideradas.

Para la obtención de los términos de la matriz de rigidez se consideran todos los elementos de hormigón en su sección bruta.

Para el cálculo de los términos de la matriz de rigidez de los elementos se han distinguido los valores:

**EI/L:** rigidez a flexión

**GJ/L:** rigidez torsional

**EA/L:** rigidez axial

Y se han aplicado los coeficientes indicados en la siguiente tabla:

ELEMENTO	(E <sub>Iy</sub> )	(E <sub>Iz</sub> )	(G J)	(EA)
Pilares	S.B.	S.B.	S.B. · x	S.B. coef.rigidez axil
Vigas inclinadas	S.B.	S.B.	S.B. · x	S.B.
Vigas de hormigón y metálicas	S.B.	∞	S.B. · x	∞
Viguetas	S.B./36	∞	S.B. · x	∞
Zuncho de borde	S.B. · 10 <sup>-15</sup>	∞	S.B. · x	∞
Apoyo y empot. en muro	S.B. · 10 <sup>2</sup>	∞	S.B. · x	∞
Pantallas y muros	S.B.	S.B.	E.P.	SB · coef.rig.axil
Losas y reticulares	S.B.	∞	S.B. · x	∞
Placas Aligeradas	S.B.	∞	S.B. · x	∞

**S.B.:** sección bruta del hormigón

□□: no se considera por la indeformabilidad relativa en planta

**X:** coeficiente reductor de la rigidez a torsión

**E.P.:** elemento finito plano

### Coefficientes de Rigidez a Torsión.

Se puede definir un coeficiente reductor de la rigidez a torsión (**x**), ver tabla anterior, de los diferentes elementos. Esta opción no es aplicable a perfiles metálicos.

Coefficientes adoptados en el cálculo:

Vigas y forjados unidireccionales 0.001, vigas donde se apoyan losas o reticulares 0.20, barras cortas (<0.2 m) 0.20.

Cuando la dimensión del elemento sea menor o igual que el valor definido para barras cortas se tomará el coeficiente definido. Se considerará la sección bruta (S.B.) para el término de torsión

**GJ**, y también cuando sea necesaria para el equilibrio de la estructura.

### Coefficiente de Rigidez Axil.

Se considera el acortamiento por esfuerzo axial en pilares, muros y pantallas H.A. afectado por un coeficiente de rigidez axial variable entre 1 y 99.99 para poder simular el efecto del proceso constructivo de la estructura y su influencia en los esfuerzos y desplazamiento finales. El valor adoptado es entre 2.

Coeficiente de Pandeo en Pilares.

**Bx = 1.00**

**By = 1.00**

# ACCIONES CONSIDERADAS

## ACCIONES PERMANENTES

Se consideran según lo establecido en el **Código Estructural CE** en **complemento** al **CTE DB SE AE**

El peso propio de los elementos de hormigón armado se obtiene a partir de su sección bruta multiplicada por el peso específico del hormigón armado que es de  $25 \text{ KN} / \text{m}^3$

Se contemplan también las cargas lineales, puntuales y superficiales existentes.

### Peso propio de los forjados:

SITUACIÓN DEL FORJADO	TIPO DE FORJADO	Entre ejes / ancho nervio (cm.)	Canto Total (cm.)	Altura del casetón (cm.)	Capa de Compresión (cm.)	P. Propio (KN / m <sup>2</sup> )
Forjado Cub. Inferior	Unidireccional autoportante	72 / 12	20	15	5	2.70
Forjado Cub. Superior	Unidireccional autoportante viguetas madera	62/8	26	--	--	0.40

### Peso propio Pavimento o solado:

Suponiendo un pavimento tipo cerámico de espesor total (incluido relleno) 12 cm. se considera para el calculo una carga superficial uniformemente distribuida de  $2.00 \text{ KN}$  por cada  $\text{m}^2$  de superficie construida.

### Peso propio Otros elementos:

Se considerarán en el cálculo todas las cargas de extras de aparatos de instalaciones (placas solares, calderas, transformadores...), depósitos, etc., que figuren en el proyecto, de acuerdo con los valores aportados por los suministradores.

### Acciones por empuje del terreno:

Los parámetros adoptados en el cálculo, son los siguientes:

NO SE DISPONE DE ESTUDIO GEOTÉCNICO.

## ACCIONES VARIABLES

### Sobrecargas de Uso:

Tabla 3.1 Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles	2,00	2,00
		A2	Trasteros	3,00	2,00
B	Zonas administrativas			2,00	2,00
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3,00	4,00
		C2	Zonas con asientos fijos	4,00	4,00
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas, como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles, salas de exposición en museos, etc.	5,00	4,00
		C4	Zonas destinadas a gimnasio o actividades físicas	5,00	7,00
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc.)	5,00	4,00
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5,00	4,00
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5,00	7,00
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total <30 kN)			2,00	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1,00	2,00
G	Cubiertas accesibles únicamente para la conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20%	1,00 <sup>(4)</sup> <sup>(6)</sup>	2,00
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1,00
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40%	0,00	2,00
H	Sobrecarga lineal KN/m de uso sobre borde de balcón en voladizo			0.20	

(1) Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m<sup>2</sup> para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m<sup>2</sup> para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m<sup>2</sup> para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.

(2) En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.

(3) Para cubiertas con una inclinación entre 20° y 40°, el valor de q<sub>k</sub> se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.

(4) El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.

(5) Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m<sup>2</sup>.

(6) Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m<sup>2</sup> y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.

(7) Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables

## Acciones sobre barandillas y elementos divisorios:

NO DEFINIDAS EN EL PROYECTO

### Acción del viento:

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática  $q_e$  que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado.

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

$$q_b = v^2 / 1.6$$

$q_b$  Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

$C_e$  Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

$C_p$  Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.4 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

Altura de coronación del edificio: 5.35 m.

Zona Eólica: C (velocidad básica  $v = 29$  m/s)

Grado de aspereza: IV (Zona urbana industrial o forestal)

### Acciones térmicas:

No serán de aplicación ya que el edificio dispone de juntas de dilatación suficientes para dividir el edificio en partes siempre inferiores a 40 metros de longitud.

### Nieve:

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal,  $q_n$  puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Siendo:

$\mu$  Coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3

$S_k$  el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2

Zona climática invernal: ZONA 5 (Levante)

Altitud geográfica del edificio: < 1000 m

$S_k$  0.2 KN/m<sup>2</sup> (Mallorca)

$\mu$  1

## ACCIONES ACCIDENTALES

### Acciones sísmicas:

Se ha tenido en cuenta la normativa NCSE-02, si bien, dado que es un edificio de importancia normal, con pórticos bien arriostrados entre sí en todas direcciones y con una aceleración sísmica básica inferior a 0,08g, no es de aplicación en este proyecto.

Aceleración sísmica de cálculo:  $a_b = 0,04g$

### Incendio:

Las acciones debidas a la agresión térmica del incendio son las adoptadas en el DB-SI.

#### Resistencia al fuego de la estructura (db si 6)

##### Elementos estructurales principales

1 Se considera que la *resistencia al fuego* de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si:

a) alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura, o

b) soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el anejo B (Tiempo equivalente de exposición al fuego)

**Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales**

Uso del sector de incendio considerado <sup>(1)</sup>	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		<15 m	<28 m	≥28 m
Vivienda unifamiliar <sup>(2)</sup>	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 <sup>(3)</sup>	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 <sup>(4)</sup>		

<sup>(1)</sup> La resistencia al fuego suficiente de un suelo es la que resulte al considerarlo como techo del sector de incendio situado bajo dicho suelo.

<sup>(2)</sup> En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

<sup>(3)</sup> R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

<sup>(4)</sup> R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

**Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios <sup>(1)</sup>**

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

<sup>(1)</sup> No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

La resistencia al fuego suficiente de un suelo es la que resulte al considerarlo como techo del sector de incendio situado bajo dicho suelo

2 Las estructuras de cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no excedan de 28 m, así como los elementos que únicamente sustenten dichas cubiertas, podrán ser R 30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores o la compartimentación de los sectores de incendio. A tales efectos, puede entenderse como ligera aquella cubierta cuya carga permanente no exceda de 1 kN/m<sup>2</sup>.

3 Los elementos estructurales de una escalera protegida o de un pasillo protegido que estén contenidos en el recinto de éstos, serán como mínimo R-30. Cuando se trate de escaleras especialmente protegidas no se exige resistencia al fuego a los elementos estructurales.

### Elementos estructurales secundarios

1 A los elementos estructurales secundarios, tales como los cargaderos o los de las entreplantas de un local, se le exige la misma resistencia al fuego que a los elementos principales si su colapso puede ocasionar daños personales o compromete la estabilidad global, la evacuación o la compartimentación en sectores de incendio del edificio. En otros casos no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.

2 Las estructuras sustentantes de elementos textiles de cubierta integrados en edificios, tales como carpas, no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego siempre que, además ser clase M2 conforme a UNE 23727:1990 según se establece en el Capítulo 4 de la Sección 1 de este DB, el certificado de ensayo acredite la perforación del elemento. En caso contrario, los elementos de dichas estructuras deberán ser R 30.

**Según tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios**, en el apartado 2 el tiempo de resistencia del fuego no debe ser menor que el establecido para la estructura portante del conjunto del edificio, de acuerdo con el apartado SI6, excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser **R30**.

### Impacto de vehículos:

Se han considerado fuerzas estáticas equivalentes debidas al impacto de vehículos de hasta 30 kn de peso total, de 50 kn en la dirección paralela a la vía y de 25 kn en la dirección perpendicular, no actuando simultáneamente.

## CARGAS TOTALES EN BASE A LAS ACCIONES CONSIDERADAS

<b>PLANTA</b>	<b>SOBRECARGA DE USO KN / m<sup>2</sup></b>	<b>CARGAS PERMANENTES KN / m<sup>2</sup></b>	<b>CARGAS TOTALES KN / m<sup>2</sup></b>
Forjado Cub. Inferior	<b>1.20</b>	<b>2.50 + P.P. forjado (2.70)</b>	<b>6.40</b>
Forjado Cub. Superior	<b>0.40</b>	<b>0.60 + P.P. forjado (0.40)</b>	<b>1.40</b>

# COMBINACIONES DE ACCIONES CONSIDERADAS

## HORMIGÓN ARMADO

**Hipótesis y combinaciones.** De acuerdo con las acciones determinadas en función de su origen, y teniendo en cuenta tanto si el efecto de las mismas es favorable o desfavorable, así como los coeficientes de ponderación se realizará el cálculo de las combinaciones posibles del modo siguiente:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-CTE

Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-CTE

Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.00	1.60	1.00	1.00
Sobrecarga	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

## ACERO LAMINADO

Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. Elástico kp/cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad kp/cm <sup>2</sup>
Aceros Laminados	S275	2803	2100000

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB-SE A

Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.80	1.35	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.50	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.50	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.50	1.00	0.50
Sismo (A)				

## ACERO CONFORMADO

Se aplica los mismos coeficientes y combinaciones que en el acero laminado.

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB-SE A

## MADERA

Viguetas de madera

Tipo madera	clase	Lim. Elástico kp/cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad kp/cm <sup>2</sup>
Laminada encolada	GL-24	Ver tabla	Ver tabla

E.L.U. de rotura. Madera: CTE DB-SE M

Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.80	1.35	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.50	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.50	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.50	1.00	0.50
Sismo (A)				

# **ESTUDIO GEOTÉCNICO**

## **CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO**

NO SE DISPONE DE ESTUDIO GEOTÉCNICO