

ANEJO XIV: CUMPLIMIENTO DEL  
CÓDIGO TÉCNICO DE LA  
EDIFICACIÓN, DOCUMENTO  
BÁSICO DE SEGURIDAD  
ESTRUCTURAL

ÍNDICE:

	Página
1.- INTRODUCCIÓN	4
2.- ANALISIS ESTRUCTURAL Y DIMENSIONADO	6
3.- ACCIONES	8
3.1.-VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD	8
3.2.- VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA ESTRUCTURA	9
3.3.- COMBINACIÓN DE ACCIONES	9
3.4.- VERIFICACIÓN DE LA APTITUD DE SERVICIO	9
4.- ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN	10
5.- CARGAS GRAVITATORIAS POR NIVELES	12
6.- CIMENTACIÓN (SE-C)	14
6.1.- BASES DE CÁLCULO	14
6.2.- ESTUDIO GEOTÉCNICO	14
6.3.- CIMENTACIÓN	15
6.4.- SISTEMA DE CONTENCIÓNES	15
7.- ACCIÓN SISMICA (NCSE-02)	16
8.- CARACTERÍSTICAS DE LOS FORJADOS	18
8.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS FORJADOS UNIDIRECCIONALES DE ACERO LAMINADO CON CHAPAS COLABORANTES	18
9.- ESTRUCTURAS DE ACERO (SE-A)	19
9.1.- BASES DE CÁLCULO	19
9.1.1.- Criterios de verificación	19
9.1.2.- Modelo de análisis	20

9.1.3.- Estado límite último	21
9.1.4.- Estado límite de servicio	23
9.1.5.- Durabilidad	23
9.1.6.- Materiales	23
9.1.7.- Análisis estructural	24
10.- BIBLIOGRAFÍA	24

## 1.- INTRODUCCIÓN

Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE

El DB-SE constituye la base para los Documentos Básicos siguientes, tabla 1, y se utilizará conjuntamente con ellos:

Tabla 1: Documentos Básicos del C.T.E.

Apartado			Procede	No procede
DB-SE	3.1.1	Seguridad estructural:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-AE	3.1.2.	Acciones en la edificación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-C	3.1.3.	Cimentaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-A	3.1.7.	Estructuras de acero	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-F	3.1.8.	Estructuras de fábrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DB-SE-M	3.1.9.	Estructuras de madera	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Código Técnico de la Edificación

Deberán tenerse en cuenta, además, las especificaciones de la normativa incluidas en la tabla 2:

Tabla 2: Normativa de obligado cumplimiento.

Apartado			Procede	No procede
NCSE 02	3.1.4.	Norma de construcción sismorresistente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EHE	3.1.5.	Instrucción de hormigón estructural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EFHE	3.1.6	Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Código Técnico de la Edificación



REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.( BOE núm. 74,Martes 28 marzo 2006)

Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE).

1. El objetivo del requisito básico «Seguridad estructural» consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. Los Documentos Básicos «DB SE Seguridad Estructural», «DB-SE-AE Acciones en la edificación», «DB SE-C Cimientos», «DB-SE-A Acero», «DB-SE-F Fábrica» y «DB-SE-M Madera», especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.
4. Las estructuras de hormigón están reguladas por la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

10.1 Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad: la resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

10.2 Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio: la aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

## 2.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DIMENSIONADO

Cumplimentamos a continuación a las fichas del Código Técnico de la Edificación.

Proceso	Determinación de situaciones de dimensionado Establecimiento de las acciones Análisis estructural Dimensionado
Situaciones de dimensionado	Persistentes                      Condiciones normales de uso Transitorias                      Condiciones aplicables durante un tiempo limitado. Extraordinarias                      Condiciones excepcionales en las que se puede encontrar o estar expuesto el edificio.
Periodo de servicio	50 Años
Método de comprobación	Estados límites
Definición estado límite	Situaciones que de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido

Resistencia y estabilidad

ESTADO LIMITE ÚLTIMO:

Situación que de ser superada, existe un riesgo para las personas, ya sea por una puesta fuera de servicio o por colapso parcial o total de la estructura:

- pérdida de equilibrio
- deformación excesiva
- transformación estructura en mecanismo
- rotura de elementos estructurales o sus uniones
- inestabilidad de elementos estructurales

Aptitud de servicio

ESTADO LIMITE DE SERVICIO

Situación que de ser superada se afecta::

- el nivel de confort y bienestar de los usuarios
- correcto funcionamiento del edificio
- apariencia de la construcción

### 3.- ACCIONES

Clasificación de las acciones	Permanentes	Aquellas que actúan en todo instante, con posición constante y valor constante (pesos propios) o con variación despreciable: acciones reológicas.
	Variables	Aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio: uso y acciones climáticas
	Accidentales	Aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia: sismo, incendio, impacto o explosión.
Valores característicos de las acciones	Los valores de las acciones se recogerán en la justificación del cumplimiento del DB SE-AE y en el ANEJO V de cálculo de PREDIMENSIONADO DE ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN	
Datos geométricos de la estructura	La definición geométrica de la estructura está indicada en los planos de proyecto	
Características de los materiales	Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán en la justificación del DB correspondiente o bien en la justificación de la EHE.	
Modelo análisis estructural	Se realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura: pilares, vigas, brochales y viguetas. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden.	

#### 3.1.-Verificación de la estabilidad

$$Ed,dst \leq Ed,stb$$

Ed,dst: valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

Ed,stb: valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

### 3.2.-Verificación de la resistencia de la estructura

Ed : valor de cálculo del efecto de las acciones

Ed ≤ Rd      Rd: valor de cálculo de la resistencia correspondiente

### 3.3.-Combinación de acciones

El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación persistente o transitoria y los correspondientes coeficientes de seguridad se han obtenido de la formula 4.3 y de las tablas 4.1 y 4.2 del presente DB.

El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación extraordinaria se ha obtenido de la expresión 4.4 del presente DB y los valores de cálculo de las acciones se han considerado 0 o 1 si su acción es favorable o desfavorable respectivamente. Ver ANEJO V SISTEMA ESTRUCTURAL. BASES DE CÁLCULO.

### 3.4.-Verificación de la aptitud de servicio

Se considera un comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro si se cumple que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto

Flechas              La limitación de flecha activa establecida en general es de 1/400 de la luz

Desplazamientos    El desplome total limite es 1/500 de la altura total horizontales

#### 4.- ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (SE-AE)

	Peso Propio de la estructura:	Corresponde a los elementos de hormigón armado de las losas macizas calculadas como canto $h$ (cm) x 25 kN/m <sup>3</sup> , los forjados colaborantes, los pesos propios de los pilares y vigas metálicas, y el peso propio de los cerramientos exteriores.
Acciones Permanentes	Cargas Muertas:	Se estiman uniformemente repartidas en la planta. Son elementos tales como el pavimento y la tabiquería (aunque esta última podría considerarse una carga variable, si su posición o presencia varía a lo largo del tiempo).
(G):		Éstos se consideran al margen de la sobrecarga de tabiquería.
	Peso propio de tabiques pesados y muros de cerramiento:	En el anejo C del DB-SE-AE se incluyen los pesos de algunos materiales y productos. No hay elementos pretensados.
		Las acciones del terreno se tratarán de acuerdo con lo establecido en DB-SE-C.
Acciones Variables	La sobrecarga de uso:	Se adoptarán los valores de la tabla 3.1. Los equipos pesados no están cubiertos por los valores indicados. Las fuerzas sobre las barandillas y elementos divisorios:
(Q):		Se considera una sobrecarga lineal de 2 kN/m en los balcones volados de toda clase de edificios.

El viento:

Las disposiciones de este documento no son de aplicación en los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m. En general, las estructuras habituales de edificación no son sensibles a los efectos dinámicos del viento y podrán despreciarse estos efectos en edificios cuya esbeltez máxima (relación altura y anchura del edificio) sea menor que 6. En los casos especiales de estructuras sensibles al viento será necesario efectuar un análisis dinámico detallado.

La presión dinámica del viento  $Q_b = 1/2 \times R \times V_b^2$ . A falta de datos más precisos se adopta  $R = 1.25 \text{ kg/m}^3$ . La velocidad del viento se obtiene del anejo E. Canarias está en zona C, con lo que  $v = 29 \text{ m/s}$ , correspondiente a un periodo de retorno de 50 años.

Las acciones climáticas: Los coeficientes de presión exterior e interior se encuentran en el Anejo D.

La temperatura:

En estructuras habituales de hormigón estructural o metálicas formadas por pilares y vigas, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan de juntas de dilatación a una distancia máxima de 40 metros

La nieve:

Este documento no es de aplicación a edificios situados en lugares que se encuentren en altitudes superiores a las indicadas en la tabla 3.11. En cualquier caso, incluso en localidades en las que el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal  $S_k = 0$  se adoptará una sobrecarga no menor de  $0.20 \text{ Kn/m}^2$ , en nuestro caso  $0.7 \text{ Kn/m}^2$ .

Las acciones químicas, físicas y biológicas:

Las acciones químicas que pueden causar la corrosión de los elementos de acero se pueden caracterizar mediante la velocidad de corrosión que se refiere a la pérdida de acero por unidad de superficie del elemento afectado y por unidad de tiempo. La velocidad de corrosión depende de parámetros ambientales tales como la disponibilidad del agente agresivo necesario para que se active el proceso de la corrosión, la temperatura, la humedad relativa, el viento o la radiación solar, pero también de las características del acero y del tratamiento de sus superficies, así como de la geometría de la estructura y de sus detalles constructivos.

El sistema de protección de las estructuras de acero se regirá por el DB-SE-A. En cuanto a las estructuras de hormigón estructural se regirán por el Art.3.4.2 del DB-SE-AE.

Los impactos, las explosiones, el sismo, el fuego.

Acciones accidentales (A):

Las acciones debidas al sismo están definidas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

En este documento básico solamente se recogen los impactos de los vehículos en los edificios, por lo que solo representan las acciones sobre las estructuras portantes. Los valores de cálculo de las fuerzas estáticas equivalentes al impacto de vehículos están reflejados en la tabla 4.1

## 5.- CARGAS GRAVITATORIAS POR NIVELES

Conforme a lo establecido en el DB-SE-AE en la tabla 3.1 y al Anexo A.1 y A.2 de la EHE, las acciones gravitatorias, así como las sobrecargas de uso, tabiquería y nieve que se han considerado para el cálculo de la estructura de este edificio son las indicadas, en la tabla 3:

Tabla 3: Sobrecarga consideradas para el cálculo de la estructura

Niveles	Sobrecarga de Uso	Sobrecarga de Tabiquería	Peso propio del Forjado	Peso propio del Solado	Carga Total
Nivel 0 (N.P.T: +0.00).					
Planta 0. Uso bodega producción tanques	4,00 KN/m <sup>2</sup>	0,00 KN/m <sup>2</sup>	3.75 KN/m <sup>2</sup>	2.04 KN/m <sup>2</sup>	9.80 KN/m <sup>2</sup>
Nivel 0 (N.P.T: +0.00).					
Planta acceso. Módulo servicios	2,00 KN/m <sup>2</sup>	1,00 KN/m <sup>2</sup>	2.90 KN/m <sup>2</sup>	1.55 KN/m <sup>2</sup>	6.45 KN/m <sup>2</sup>
Nivel 0 (N.P.T: +0.00).					
Planta acceso. Uso vestíbulos	5,00 KN/m <sup>2</sup>	1,00 KN/m <sup>2</sup>	2.90 KN/m <sup>2</sup>	1.55 KN/m <sup>2</sup>	9.45 KN/m <sup>2</sup>
Nivel 1 (N.P.T: +4.50).					
Planta alta. Uso asientos fijos	4,00 KN/m <sup>2</sup>	1,00 KN/m <sup>2</sup>	2.90 KN/m <sup>2</sup>	1.55 KN/m <sup>2</sup>	8.45 KN/m <sup>2</sup>
Nivel 2 (N.P.T: +9.00).					
Planta de cubierta acabado de grava	1,70 KN/m <sup>2</sup>	0,00 KN/m <sup>2</sup>	2.90 KN/m <sup>2</sup>	2.15 KN/m <sup>2</sup>	6.75 KN/m <sup>2</sup>
Nivel 2 (N.P.T: +9.00).					
Planta de cubierta ligera módulo de producción	1,70 KN/m <sup>2</sup>	0,00 KN/m <sup>2</sup>	0.232 KN/m <sup>2</sup>	0.00 KN/m <sup>2</sup>	1.932 KN/m <sup>2</sup>
Nivel 2 (N.P.T: +9.00).					
Planta de cubierta ligera sobre el camino	1,70 KN/m <sup>2</sup>	0,00 KN/m <sup>2</sup>	0.232 KN/m <sup>2</sup>	0.00 KN/m <sup>2</sup>	1.932 KN/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

La definición de las cargas en cada nivel viene especificado en el ANEJO V DE CONSTRUCCIÓN SISTEMA ESTRUCTURAL.

## 6.- CIMENTACIONES (SE-C)

### 6.1.- Bases de cálculo

Método de cálculo:	El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE). El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.
Verificaciones:	Las verificaciones de los Estados Límites están basadas en el uso de un modelo adecuado para el sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.
Acciones:	Se ha considerado las acciones que actúan sobre el edificio soportado según el documento DB-SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento DB-SE en los apartados (4.3 - 4.4 – 4.5).

### 6.2.- Estudio geotécnico realizado (ver Anejo V Construcción Sistema Estructural)

Generalidades:	El análisis y dimensionamiento de la cimentación exige el conocimiento previo de las características del terreno de apoyo, la tipología del edificio previsto y el entorno donde se ubica la construcción.
Número de Sondeos:	1 sondeo (S.P.T)
Descripción de los terrenos:	En todos los sondeos se han encontrado cinco estratos de potencia variable: <ul style="list-style-type: none"><li>• Rellenos de grava y cantos de matriz limosa marrón de 0 m a 1 m.</li><li>• Suelo vegetal antiguo. Arcillas marrones con algunos cantos de 1 m a 1.6 m</li><li>• Niveles granulares grises con otros de arcillas marrones algo granulares con acumulaciones de carbonatos, fundamentalmente a techo. Hacia la base los niveles son arcillosos grisáceos, de 1.6 m a 8.40 m.</li><li>• Conglomerado poco cementado. Arenas, gravas, cantos y bolos con matriz limosa y arcilla de tonalidades grisáceas y marrones, de 8.40 m a 11.80 m.</li><li>• Cantos calizos dolomíticos con algo de sílex. Posible substrato rocoso alpujárride muy fracturado, de 11.80 m a 15 m.</li></ul>

Resumen parámetros geotécnicos:	Cota de cimentación	-9.40 (respecto a la rasante)
	Estrato previsto para cimentar	Niveles granulares
	Nivel freático	No se detecta
	Tensión admisible considerada	0.13 N/mm <sup>2</sup>
	Peso específico del terreno	$\gamma=17 \text{ kN/m}^3$
	Angulo de rozamiento interno del terreno	$\varphi=27^\circ$
	Coeficiente de empuje en reposo	$K' = 1 - \text{sen } \varphi$ (estudio geotécnico)
Valor de empuje al reposo		
Coeficiente de Balasto	6.000 kN/m <sup>3</sup>	

### 6.3.- Cimentación

Descripción:	Zapatas corridas de hormigón armado bajo muros y pilares.
Material adoptado:	Hormigón armado.
Dimensiones y armado:	Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura. Se han dispuesto armaduras que cumplen con las cuantías mínimas indicadas en la tabla 42.3.5 de la instrucción de hormigón estructural (EHE) atendiendo a elemento estructural considerado.
Condiciones de ejecución:	Sobre la superficie de excavación del terreno se debe de extender una capa de hormigón de regularización llamada solera de asiento que tiene un espesor mínimo de 10 cm y que sirve de base a la losa de cimentación.

### 6.4.- Sistema de contenciones

Descripción:	Muros de hormigón armado de espesor entre 30 y 40 centímetros, calculado en flexo-compresión compuesta con valores de empuje al reposo y como muro de sótano, es decir considerando la colaboración de los forjados en la estabilidad del muro.
Material adoptado:	Hormigón armado.

- Dimensiones y armado: Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura. Se han dispuesto armaduras que cumplen con las cuantías mínimas indicadas en la tabla 42.3.5 de la instrucción de hormigón estructural (EHE) atendiendo a elemento estructural considerado.
- Condiciones de ejecución: Sobre la superficie de excavación del terreno se debe de extender una capa de hormigón de regularización llamada solera de asiento que tiene un espesor mínimo de 10 cm. Cuando sea necesario, la dirección facultativa decidirá ejecutar la excavación mediante bataches al objeto de garantizar la estabilidad de los terrenos y de las cimentaciones de edificaciones colindantes.

## 7.- ACCIÓN SÍSMICA (NCSE-02)

RD 997/2002, de 27 de Septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

- Clasificación de la construcción: Bodega  
(Construcción de normal importancia)
- Tipo de Estructura: Metálica
- Aceleración Sísmica Básica (ab):  $ab=0.23 g$ , (siendo  $g$  la aceleración de la gravedad)
- Coefficiente de contribución (K):  $K=1$
- Coefficiente adimensional de riesgo ( $\rho$ ):  $\rho=1$ , (en construcciones de normal importancia)
- Coefficiente de amplificación del terreno (S): 1.6  
(art. 2.2 de NCSE 02)
- Coefficiente de tipo de terreno (C): Terreno tipo III ( $C=1.6$ )  
Suelo granular de compacidad media  
(Valor de los 30 primeros metros bajo la superficie art. 2.4 NCSE 02)

Aceleración sísmica de cálculo (ac):	Para terreno tipo III(C=1.6) y un S=1.021 (obtenido según calculo) $Ac = S \times \rho \times ab = 2.55 \text{ m/s}^2$
Método de cálculo adoptado:	Análisis Modal Espectral.
Factor de amortiguamiento:	Estructura de acero compartimentada: 3%
Periodo de vibración de la estructura:	Se indican en el ANEJO DE CONSTRUCCIÓN.SISTEMA ESTRUCTURAL
Número de modos de vibración considerados:	1 modo de vibración ( $T_f < 75s$ )
Fracción cuasi-permanente de sobrecarga:	La parte de sobrecarga a considerar en la masa sísmica movilizable es = 0.3 (oficinas), 0.2 (viviendas), 0.6 (industria)
Coefficiente de comportamiento por ductilidad:	$\mu = 3$ (ductilidad alta)
Efectos de segundo orden (efecto p ): (La estabilidad global de la estructura)	Los desplazamientos reales de la estructura son los considerados en el cálculo multiplicados por la ductilidad.
Medidas constructivas consideradas:	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Arriostramiento de la cimentación mediante un anillo perimetral con vigas riostras y centradoras y solera armada de arriostramiento de hormigón armado.</li><li>○ Atado de los pórticos exentos de la estructura mediante vigas perpendiculares a los mismos.</li><li>○ Pasar las hiladas alternativamente de unos tabiques sobre los otros.</li></ul>

## 8.- CARACTERÍSTICAS DE LOS FORJADOS

RD 642/2002, de 5 de Julio, por el que se aprueba instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados

### 8.1.- Características de los forjados unidireccionales de acero laminado con chapas colaborantes

Material adoptado:	Forjados unidireccionales compuestos de viguetas de acero laminado, con chapa colaborante y armadura de reparto y hormigón vertido en obra en relleno entre los nervios y formación de la losa superior (capa de compresión).			
Sistema de unidades adoptado:	Ver el ANEJO V DE CONSTRUCCIÓN SISTEMA ESTRUCTURAL			
Dimensiones y armado:	Canto Total	Máx. 85 cm	Tipo de Acero vigueta	S-275
	Capa de Compresión	5 cm	Hormigón "in situ"	HA-25
	Intereje	1 m	Coef. Dilatación Térmic.	12*10 <sup>-6</sup>
		1.5 m		
	Arm. c. compresión	redondos 10	Mod. Deformación Long	2*10 <sup>5</sup>
	Tipo de Perfil laminado	IPN	Acero refuerzos	B 400 S
	Tipo de Bovedilla	No se utiliza	Peso propio	Según perfil

El hormigón "in situ" cumplirá las condiciones especificadas en el Art.30 de la Instrucción EHE. Las armaduras pasivas cumplirán las condiciones especificadas en el Art.31 de la Instrucción EHE.

El canto de los forjados unidireccionales de viguetas de acero laminado será superior al mínimo establecido en la norma DB-SE-A para las condiciones de diseño, materiales y cargas previstas; por lo que no es necesaria su comprobación de flecha.

En el siguiente cuadro se indican los límites de flecha establecidos para asegurar la compatibilidad de deformaciones de los distintos elementos estructurales y constructivos.

Observaciones:

Tipo de elemento flectado de acero laminado	flecha relativa (f/l)
Vigas o viguetas de cubierta	L / 250
Vigas ( $L \leq 5m$ ) o viguetas que no soportan muros de fábrica	-
Vigas ( $L > 5m$ ) que no soportan muros de fábrica	L / 400
Vigas y viguetas que soportan muros de fábrica	-
Ménsulas (flecha medida en el extremo libre)	L / 300
Otros elementos solicitados a flexión	-

## 9.- ESTRUCTURAS DE ACERO (SE-A)

### 9.1.- Bases de cálculo

#### 9.1.1.- Criterios de verificación

La verificación de los elementos estructurales de acero se ha realizado:

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Manualmente                   | <input type="checkbox"/> Toda la estructura:                |  |
|   | <input checked="" type="checkbox"/> Parte de la estructura: | Predimensionado de la ZONA: bodega administrativa y de producción. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Mediante programa informático | <input type="checkbox"/> Toda la estructura                 | Nombre del programa: -   |

	Versión:	-
	Empresa:	-
	Domicilio:	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Parte de la estructura:	Pórticos metálicos formados por pilares, vigas y forjado de chapa colaborante + zapatas corridas
	Identificar los elementos de la estructura:	
	Nombre del programa:	CYPE Ingenieros
	Versión:	2007.1.d
	Empresa:	CYPE INGENIEROS
	Domicilio:	-

Se han seguido los criterios indicados en el Código Técnico para realizar la verificación de la estructura en base a los siguientes estados límites:

Estado límite último	Se comprueba los estados relacionados con fallos estructurales como son la estabilidad y la resistencia.
Estado límite de servicio	Se comprueba los estados relacionados con el comportamiento estructural en servicio.

#### 9.1.2.- Modelo de análisis

El análisis de la estructura se ha basado en un modelo que proporciona una previsión suficientemente precisa del comportamiento de la misma.

Las condiciones de apoyo que se consideran en los cálculos corresponden con las disposiciones constructivas previstas.

Se consideran a su vez los incrementos producidos en los esfuerzos por causa de las deformaciones (efectos de 2º orden) allí donde no resulten despreciables.

En el análisis estructural se han tenido en cuenta las diferentes fases de la construcción, incluyendo el efecto del apeo provisional de los forjados cuando así fuere necesario.

<input checked="" type="checkbox"/> la estructura está formada por pilares y vigas	<input checked="" type="checkbox"/> existen juntas de dilatación	<input checked="" type="checkbox"/> separación máxima entre juntas de dilatación	d > 40 metros	¿Se han tenido en cuenta las acciones térmicas y reológicas en el cálculo?	si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> no existen juntas de dilatación			¿Se han tenido en cuenta las acciones térmicas y reológicas en el cálculo?	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>

- La estructura se ha calculado teniendo en cuenta las solicitaciones transitorias que se producirán durante el proceso constructivo
- Durante el proceso constructivo no se producen solicitaciones que aumenten las inicialmente previstas para la entrada en servicio del edificio

### 9.1.3.- Estados límite últimos

La verificación de la capacidad portante de la estructura de acero se ha comprobado para el estado límite último de estabilidad, en donde:

$E_{d,dst} \leq E_{d,stb}$	$E_{d,dst}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras
	$E_{d,stb}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras
$E_d \leq R_d$	$E_d$ el valor de cálculo del efecto de las acciones
	$R_d$ el valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Al evaluar  $E_d$  y  $R_d$ , se han tenido en cuenta los efectos de segundo orden de acuerdo con los criterios establecidos en el Documento Básico.

La comprobación frente a los estados límites últimos supone la comprobación ordenada frente a la resistencia de las secciones, de las barras y las uniones.

El valor del límite elástico utilizado será el correspondiente al material base según se indica en el apartado 3 del "Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero". No se considera el efecto de endurecimiento derivado del conformado en frío o de cualquier otra operación.

Se han seguido los criterios indicados en el apartado "6 Estados límite últimos" del "Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero" para realizar la comprobación de la estructura, en base a los siguientes criterios de análisis:

- Descomposición de la barra en secciones y cálculo en cada uno de ellas de los valores de resistencia:
  - Resistencia de las secciones a tracción
  - Resistencia de las secciones a corte
  - Resistencia de las secciones a compresión
  - Resistencia de las secciones a flexión
  - Interacción de esfuerzos:
    - Flexión compuesta sin cortante
    - Flexión y cortante
    - Flexión, axil y cortante
- Comprobación de las barras de forma individual según esté sometida a:
  - Tracción
  - Compresión
  - Flexión

- Interacción de esfuerzos:
  - Elementos flectados y traccionados
  - Elementos comprimidos y flectados

#### 9.1.4.- Estado límite de servicio

Para los diferentes estados límite de servicio se ha verificado que:

siendo:

$$E_{ser} \leq C_{lim} \quad E_{ser} \text{ el efecto de las acciones de cálculo;}$$

$C_{lim}$  valor límite para el mismo efecto.

Para las diferentes situaciones de dimensionado se ha comprobado que el comportamiento de la estructura en cuanto a deformaciones, vibraciones y otros estados límite, está dentro de los límites establecidos en el apartado "7.1.3. Valores límites" del "Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero".

#### 9.1.5.-Durabilidad

Se han considerado las estipulaciones del apartado "3 Durabilidad" del "Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero", y que se recogen en el presente proyecto en el apartado de "Pliego de Condiciones Técnicas".

#### 9.1.6.- Materiales

El tipo de acero utilizado en chapas y perfiles es:

Designación	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20

S275JR					2
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0					0
S355J2	355	345	335	470	-20
S355K2					-20 <sup>(1)</sup>
S450J0	450	430	410	550	0

(1) Se le exige una energía mínima de 40J.

$f_y$  tensión de límite elástico del material

$f_u$  tensión de rotura

#### 9.1.7.- Análisis estructural

La comprobación ante cada estado límite se realiza en dos fases: determinación de los efectos de las acciones (esfuerzos y desplazamientos de la estructura) y comparación con la correspondiente limitación (resistencias y flechas y vibraciones admisibles respectivamente). En el contexto del "Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero" a la primera fase se la denomina de análisis y a la segunda de dimensionado.

#### 10.- BIBLIOGRAFÍA

Código Técnico de la Edificación (CTE). (2006). Documento Básico Seguridad Estructural. Secretaría de Estado de Viviendas y Actuaciones Urbanas. Ministerio de Fomento. Madrid. España.