



proyecto para la construcción de centro de educación infantil y primaria en el barrio de Villimar de burgos

EXPT: A2018/000418

ARQUITECTO: LORENZO MUÑOZ VICENTE  
ARQUITECTO TECNICO JOSÉ LUIS MUÑOZ VICENTE  
INGENIERO TECNICO OSCAR GONZÁLEZ SÁNCHEZ  
INDUSTRIAL  
PROPIEDAD:



JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

CONSEJERIA DE EDUCACIÓN.

EMPLAZAMIENTO:

PARCELA QL1-B UNIDAD DE ACTUACION U.E.51.01  
CAMINO DE LA PLATA SGR. DE 5605801 BURGOS (BURGOS).

**CTE-DB-SE-SEGURIDAD ESTRUCTURAL**



## PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE CENTRO DE EDUCACIÓN INFÁNTIL Y PRIMARIA EN EL BARRIO DE VILLIMAR DE BURGOS

EXPTE: A2018/000418

### CTE-DB-SE EXIGENCIAS BÁSICAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL

#### ÍNDICE

##### **SE 1 y SE 2 Resistencia y estabilidad / Aptitud al servicio**

1. Análisis estructural y dimensionado.
2. Acciones.
3. Verificación de la estabilidad.
4. Verificación de la resistencia de la estructura.
5. Combinación de acciones.
6. Verificación de la aptitud de servicio.

##### **SE-AE Acciones en la edificación**

1. Acciones permanentes.
2. Acciones variables.
3. Cargas gravitatorias por niveles.

##### **SE-C Cimentaciones**

1. Bases de cálculo.
2. Estudio geotécnico.
3. Cimentación.
4. Sistema de contenciones.

##### **NCSE Norma de construcción sismorresistente**

1. Acción sísmica

##### **EHE-08 Instrucción de hormigón estructural**

1. Datos previos.
2. Sistema estructural proyectado.
3. Cálculo en ordenador. Programa de cálculo.
4. Estado de cargas consideradas.
5. Características de los materiales.
6. Coeficientes de seguridad y niveles de control.
7. Durabilidad.
8. Ejecución y control.

##### **EHE-08 Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados**

##### **unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados**

1. Cantos mínimos de los forjados unidireccionales.
2. Características técnicas de los forjados unidireccionales.
3. Características técnicas de los forjados de losas macizas de hormigón armado.



## PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE CENTRO DE EDUCACIÓN INFÁNTIL Y PRIMARIA EN EL BARRIO DE VILLIMAR DE BURGOS

EXPTE: A2018/000418

### CTE-DB-SE EXIGENCIAS BÁSICAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL

#### 1. Introducción. Normativas Utilizadas.

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 (Artículo 10 de la Parte I de CTE).

En este proyecto de adecuación no tiene incidencia ya que no se ejecutan estructuras se asimilan las ya realizadas y se transcribe la documentación previa de forma que cumpla con una fiabilidad adecuada a las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes:

Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE

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

	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"/>

Deberán tenerse en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

	apartado		Procede	No procede
NCSE	3.1.4.	Norma de construcción sismorresistente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EHE-08	3.1.5.	Instrucción de hormigón estructural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## SE 1 y SE 2 Resistencia y estabilidad – Aptitud al servicio

**EXIGENCIA BÁSICA SE 1:** 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.

**EXIGENCIA BÁSICA SE 2:** 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.

### Análisis estructural y dimensionado

Proceso	-DETERMINACION DE SITUACIONES DE DIMENSIONADO -ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES -ANALISIS ESTRUCTURAL -DIMENSIONADO							
Situaciones dimensionado	de	<table border="1"> <tr> <td>PERSISTENTES</td> <td>condiciones normales de uso</td> </tr> <tr> <td>TRANSITORIAS</td> <td>condiciones aplicables durante un tiempo limitado.</td> </tr> <tr> <td>EXTRAORDINARIAS</td> <td>condiciones excepcionales en las que se puede encontrar o estar expuesto el edificio.</td> </tr> </table>	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.
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 comprobación	de	Estados límites						
Definición estado limite	estado	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 estabilidad	y	<b>ESTADO LIMITE ÚLTIMO:</b>  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	<b>ESTADO LIMITE DE SERVICIO</b>  Situación que de ser superada se afecta: el nivel de confort y bienestar de los usuarios correcto funcionamiento del edificio apariencia de la construcción							



## 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	
Datos geométricos de la estructura	La definición geométrica de la estructura esta indicada en los planos de proyecto	
Características de los materiales	Las valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán en la justificación del DB correspondiente o bien en la justificación de la EHE-08.	
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.	

## Verificación de la estabilidad

$Ed,dst \leq Ed,stab$	Ed,dst: valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras Ed,stab: valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras
-----------------------	--

## Verificación de la resistencia de la estructura

$Ed \leq Rd$	Ed : valor de calculo del efecto de las acciones Rd: valor de cálculo de la resistencia correspondiente
--------------	--

## Combinación de acciones

El valor de calculo 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 calculo de las acciones correspondientes a una situación extraordinaria se ha obtenido de la expresión 4.4 del presente DB y los valores de calculo de las acciones se ha considerado 0 o 1 si su acción es favorable o desfavorable respectivamente.

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

En los elementos se establecen los siguientes límites:

Flechas relativas para los siguientes elementos				
Tipo de flecha	Combinación	Tabiques frágiles	Tabiques ordinarios	Resto de casos
1.-Integridad de los elementos constructivos (ACTIVA)	Característica G+Q	1/500	1/400	1/300
2.-Confort de usuarios (INSTANTÁNEA)	Característica de sobrecarga Q	1/350	1/350	1/350
3.-Apariencia de la obra (TOTAL)	Casi-permanente G+ψ2Q	1/300	1/300	1/300

Desplazamientos horizontales	
Local	Total
Desplome relativo a la altura entre plantas: □ /h<1/250	Desplome relativo a la altura total del edificio: □ /H<1/500



<b>Acciones Permanentes (G):</b>	Peso Propio de la estructura:	Corresponde generalmente a los elementos de hormigón armado, calculados a partir de su sección bruta y multiplicados por 25 (peso específico del hormigón armado) en pilares, paredes y vigas. En losas macizas será el canto h (cm.) x 25 kN/m <sup>2</sup> .
	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).
	Peso propio de tabiques pesados y muros de cerramiento:	Éstos se consideran al margen de la sobrecarga de tabiquería. En el anejo C del DB-SE-AE se incluyen los pesos de algunos materiales y productos. El pretensado se regirá por lo establecido en la Instrucción EHE-08. Las acciones del terreno se tratarán de acuerdo con lo establecido en DB-SE-C.

<b>Acciones Variables (Q):</b>	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: Se considera una sobrecarga lineal de 2 kN/m en los balcones volados de toda clase de edificios.
	Las acciones climáticas:	<b>El viento:</b> 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 desprejiciarse 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 $Q_b = 1/2 \times R_x \times V_b^2$ . A falta de datos más precisos se adopta $R = 1.25 \text{ kg/m}^3$ . La velocidad del viento se obtiene del anejo E. Burgos está en zona B, con lo que $v = 27 \text{ m/s}$ , correspondiente a un periodo de retorno de 50 años. Los coeficientes de presión exterior e interior se encuentran en el Anejo D.  <b>La temperatura:</b> 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.  <b>La nieve:</b> 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 0.60 Kn/m <sup>2</sup> .
	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.



	<p>Acciones accidentales (A):</p>	<p>Los impactos, las explosiones, el sismo, el fuego.          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.</p>
--	-----------------------------------	--

### 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-08, 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:

Niveles	Peso propio del forjado	Cargas permanentes	Sobrecarga de Uso	Sobrecarga de Tabiquería	Carga Total
Nivel 1 (N.P.T: -0.15) Forjado sanitario primaria Forjado caviti	3,00 kN/m <sup>2</sup>	1,50 kN/m <sup>2</sup>	4,00 kN/m <sup>2</sup>	0,00 kN/m <sup>2</sup>	8,50 kN/m <sup>2</sup>
Nivel 2A (N.P.T: 4.00) Techo Baja Primaria Forjado 30+5=35/70	3,50 kN/m <sup>2</sup>	1,50 kN/m <sup>2</sup>	4,00 kN/m <sup>2</sup>	0,00 kN/m <sup>2</sup>	9,00 kN/m <sup>2</sup>
Nivel 2B (N.P.T: 4.00) Techo Baja infantil Forjado 30+5=35/70	3,50 kN/m <sup>2</sup>	2,50 kN/m <sup>2</sup>	2,00 kN/m <sup>2</sup>	0,00 kN/m <sup>2</sup>	8,00 kN/m <sup>2</sup>
Nivel 3 A (N.P.T: 8.15) Techo Primera primaria Forjado 30+5=35/70	3,50 kN/m <sup>2</sup>	2,50 kN/m <sup>2</sup>	2,00 kN/m <sup>2</sup>	0,00 kN/m <sup>2</sup>	8,00 kN/m <sup>2</sup>
Nivel 3 B (N.P.T: 7.90) Techo Gimnasio Cubierta metálica inclinada	1,00 kN/m <sup>2</sup>	0,25 kN/m <sup>2</sup>	2,00 kN/m <sup>2</sup>	0,00 kN/m <sup>2</sup>	3,25 kN/m <sup>2</sup>
Losa de escalera (Canto =24 cm)	6,00 kN/m <sup>2</sup>	2,00 kN/m <sup>2</sup>	5,00 kN/m <sup>2</sup>	0,00 kN/m <sup>2</sup>	13,00 kN/m <sup>2</sup>



**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 al 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).

**2. Estudio geotécnico**

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.	
Datos estimados	Terreno con cantos y gravas cuarcíticas y calcáreas con matriz arcillosa marrones.	
Tipo de reconocimiento:	Topografía del terreno con desniveles mínimos. Se ha realizado un estudio geotécnico del terreno donde se pretende ubicar esta edificación, encontrándose un terreno con cantos y gravas arcillosas a la profundidad de la cota de cimentación teórica	
Parámetros geotécnicos estimados:	Cota de cimentación	-1.20 m.
	Estrato previsto para cimentar	Capa B (-0.50/-1.00 a -1.90/3.16 m.
	Nivel freático	Entre -4.00 y -4.60 m
	Tensión admisible considerada	0,21 N/mm <sup>2</sup>

Se adjunta el estudio geotécnico a la documentación presentada.

**3. Cimentación**

Descripción:	Cimentación de tipo superficial. Se proyecta con zanjas corridas y zapatas rígidas de hormigón armado, arriostradas entre si.
Material adoptado:	Hormigón armado HA-25 y Acero B500S.
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 instrucción de hormigón estructural (EHE-08) atendiendo a elemento estructural considerado.
Condiciones de ejecución:	Sobre la superficie de excavación del terreno se debe de extender una capa de hormigón de limpieza de un espesor de 10 cm. que sirve de base a las zanjas y zapatas de cimentación.

**4. Sistema de contenciones**

Descripción:	Muros de hormigón armado de 30 cm. de espesor, 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 HA-25 y Acero B500S.
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 instrucción de hormigón estructural (EHE-08) 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 de 10 cm. de espesor. 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.

**NCSE-02****Norma de construcción sismorresistente**

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

**1. Acción sísmica**

Clasificación de la construcción:	Colegio de nueva planta. (Construcción de normal importancia)
Tipo de Estructura:	Pórticos de hormigón y forjados unidireccionales.
Aceleración Sísmica Básica ( $a_b$ ):	$a_b < 0,04 g$ , (siendo $g$ la aceleración de la gravedad)
Coefficiente de contribución (K):	$K = 1$
Coefficiente adimensional de riesgo ( $\rho$ ):	$\rho = 1,0$ (en construcciones de normal importancia)
Coefficiente de amplificación del terreno (S):	Para ( $\rho \cdot a_b \leq 0,1g$ ), por lo que $S = C / 1,25$
Coefficiente de tipo de terreno (C):	
Aceleración sísmica de cálculo ( $A_c$ ):	

Ámbito de aplicación de la Norma

**No es obligatoria la aplicación de la norma NCSE-02 para esta edificación**, pues se trata de una construcción de normal importancia situada en una zona de aceleración sísmica básica  $a_b$  inferior a  $0,04 g$ , conforme al artículo 1.2.1. y al *Mapa de Peligrosidad* de la figura 2.1. de la mencionada norma. Por ello, no se han evaluado acciones sísmicas, no se han comprobado el estado límite último con las combinaciones de acciones incluyendo las sísmicas, ni se ha realizado el análisis espectral de la estructura.



R.D. 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

**1. Datos previos**

Condicionantes de partida:	El diseño de la estructura ha estado condicionado al programa funcional a desarrollar a petición de la propiedad, sin llegar a conseguir una modulación estructural estricta.
Datos sobre el terreno:	Topografía del terreno con desniveles mínimos. El nivel freático se encuentra muy por debajo de la cota de apoyo de la cimentación, por lo que no se considera necesario tomar medidas especiales de impermeabilización. Otros datos del terreno consultar apartado SE-C.

**2. Sistema estructural proyectado**

Descripción general del sistema estructural:	<p><b>FORJADO SANITARIO</b> Estructura en hormigón armado de pórticos planos con nudos rígidos de pilares de sección cuadrada y circular, y vigas planas y/o de canto en función de las luces a salvar. Entre los pórticos se ejecuta solera ventilada sobre caviti y capa de compresión de hormigón armado.</p> <p><b>EDIFICACIÓN SOBRE RASANTE</b> Estructura en hormigón armado de pórticos planos con nudos rígidos de pilares de sección cuadrada y circular, y vigas planas y/o de canto en función de las luces a salvar. Sobre estos pórticos se apoyan forjados unidireccionales de viguetas semirresistentes de canto 30+5 cm., con un intereje de 70 cm., y bovedilla de hormigón.</p>
--	---

**3. Cálculos en ordenador. Programa de cálculo**

Nombre comercial:	CYPECAD 2000
Empresa	Cype Ingenieros Avenida Eusebio Sempere nº 5. Alicante.
Descripción del programa Idealización de la estructura Simplificaciones efectuadas	<p>El programa realiza el análisis de solicitaciones mediante 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 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. Por tanto, cada planta sólo podrá girar y desplazarse en su conjunto (3 grados de libertad).</p> <p>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.</p> <p>El método de cálculo de los forjados se realiza mediante un cálculo plano en la hipótesis de viga continua empleando el método matricial de rigidez o de los desplazamientos, con un análisis en hipótesis elástica.</p> <p>En el caso de un análisis de solicitaciones en hipótesis plástica el programa, partiendo del cálculo elástico, considera una redistribución plástica de momentos en la que, como máximo, se lleguen a igualar los momentos de apoyos y vano, aplicando el criterio de la Instrucción EHE-08.</p> <p>No se ha utilizado la reducción de los coeficientes de ponderación, ni por cálculo riguroso (5%), ni por utilizar un forjado con distintivo de calidad (10%).</p>



## Memoria de cálculo

Método de cálculo	El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites de la vigente EHE-08, utilizando el Método de Cálculo en Rotura.		
Redistribución de esfuerzos	Se realiza una plastificación de hasta un 15% de momentos negativos en vigas, según la EHE-08.		
Deformaciones	Lím. flecha total	Lím. flecha activa	Máx. recomendada
	L/250	L/400	1cm.
Cuantías geométricas	Valores de acuerdo EHE-08. Para la estimación de flechas se considera la Inercia Equivalente ( $I_e$ ) a partir de la Formula de Branson. Se considera el modulo de deformación $E_c$ establecido en la EHE-08		
	Serán como mínimo las fijadas la EHE-08 de la Instrucción vigente.		

## 4. Estado de cargas consideradas

Las combinaciones de las acciones consideradas se han establecido siguiendo los criterios de:	NORMA ESPAÑOLA EHE-08 DOCUMENTO BASICO SE (CTE)
Los valores de las acciones serán los recogidos en:	DOCUMENTO BASICO SE-AE (CTE) ANEJO A del Documento Nacional de Aplicación de la norma UNE ENV 1992 parte 1, publicado en la norma EHE Norma Básica Española AE/88.

### Cargas verticales (valores en servicio)

Cerramiento 1 Fachada ventilada acabado tablero 1,85 kN/m <sup>2</sup>	Cerramiento compuesto de tipo ventilado, formado por: acabado superficial de placa de resinas termoendurecibles de fachada, espesor de 12mm, anclado mediante perfilera de aluminio a estructura tridimensional, cámara de 13 cm. donde se aloja el aislamiento de 12 cm que se sujeta al tabique de medio pie de ladrillo perforado enfoscado exteriormente con mortero hidrófugo. La hoja interior formado por trasdosado formado por dos placas de cartón-yeso de 13+15 mm de espesor, atornilladas a una estructura de acero galvanizado de 7cm, y montantes cada 400 mm, incluyendo panel de lana mineral acustic- 65, y acabado en pintura al plástico liso.
Cerramiento 2 Fachada panel de hormigón armado 6,95 kN/m <sup>2</sup>	Cerramiento compuesto por muro de hormigón armado in situ texturizado de 25 cm de espesor, aislamiento térmico de lana de roca de 12 cm. La hoja interior formado por trasdosado formado por dos placas de cartón-yeso de 13+15 mm de espesor, atornilladas a una estructura de acero galvanizado de 7cm, y montantes cada 400 mm, incluyendo panel de lana mineral acustic- 65, y acabado en pintura al plástico liso.
Cerramiento 3 Fachada acabado sistema SATE 1,85 kN/m <sup>2</sup>	Cerramiento compuesto formado por: acabado superficial de mortero acrílico sobre aislamiento de 18 cm de lana de roca que se sujeta al tabique de medio pie de ladrillo perforado enfoscado exteriormente con mortero hidrófugo. La hoja interior formado por trasdosado formado por dos placas de cartón-yeso de 13+15 mm de espesor, atornilladas a una estructura de acero galvanizado de 7cm, y montantes cada 400 mm, incluyendo panel de lana mineral acustic- 65, y acabado en pintura al plástico liso.
Horizontales: Barandillas	0,80 KN/m a 1,20 metros de altura
Horizontales: Viento	Se ha considerada la acción del viento estableciendo una presión dinámica de valor $W = 75 \text{ kg/m}^2$ sobre la superficie de fachadas. Esta presión se corresponde con situación normal, altura no mayor de 30 metros y velocidad del viento de 125 km/hora. Esta presión se ha considerado actuando en sus los dos ejes principales de la edificación.



Cargas Térmicas	Dadas las dimensiones del edificio no se ha previsto una junta de dilatación. Se han adoptado las cuantías geométricas exigidas por la EHE-08, y no se ha contabilizado la acción de la carga térmica.
Sobrecargas en el terreno	A los efectos de calcular el empuje al reposo de los muros de contención, se ha considerado en el terreno una sobrecarga de 1000 kg/m <sup>2</sup> por tratarse de una vía rodada.

## 5. Características de los materiales

Hormigón	HA-25/P/20/IIa para cimentación y HA-25/P/20/I para el resto de la estructura
Tipo de cemento	CEM I
Tamaño máximo de árido	20 mm.
Máxima relación	0,60 (0.45)
Mínimo contenido de	275 (350) kg/m <sup>3</sup>
F <sub>ck</sub>	25 (35) Mpa (N/mm <sup>2</sup> ) = 250 (350) Kg/cm <sup>2</sup>
Tipo de acero	B 500 S
F <sub>yk</sub>	500 N/mm <sup>2</sup> = 5.100 kg/cm <sup>2</sup>

## 6. Coeficientes de seguridad y niveles de control

El nivel de control de ejecución de acuerdo EHE-08 para esta obra es NORMAL. El nivel control de materiales es ESTADÍSTICO para el hormigón y NORMAL para el acero de acuerdo EHE-08.

Hormigón	Coeficiente de minoración		1,50	
	Nivel de control		ESTADISTICO	
Acero	Coeficiente de minoración		1,15	
	Nivel de control		NORMAL	
Ejecución	Coeficiente de mayoración			
	Cargas Permanentes	1,35	Cargas variables	1,50
	Nivel de control		NORMAL	

## 7. Durabilidad

Recubrimientos exigidos:	Al objeto de garantizar la durabilidad de la estructura durante su vida útil, EHE-08 establece los siguiente parámetros.
Recubrimientos:	A los efectos de determinar los recubrimientos exigidos en la tabla 37.2.4. de la vigente EHE-08, se considera toda la estructura en ambiente IIa: esto es exteriores sometidos a humedad alta (>65%) excepto los elementos previstos con acabado de hormigón visto, estructurales y no estructurales, que por la situación del edificio próxima al mar se los considerará en ambiente IIIa. Para el ambiente IIa se exigirá un recubrimiento mínimo de 25 mm, lo que requiere un recubrimiento nominal de 35 mm. Para los elementos de hormigón visto que se consideren en ambiente IIIa, el recubrimiento mínimo será de 35 mm, esto es recubrimiento nominal de 45 mm, a cualquier armadura (estribos). Para garantizar estos recubrimientos se exigirá la disposición de separadores homologados de acuerdo con los criterios descritos en cuando a distancias y posición en el artículo 66.2 de la vigente EHE-08.
Cantidad mínima de cemento:	Para el ambiente considerado II, la cantidad mínima de cemento requerida es de 275 kg/m <sup>3</sup> .
Cantidad máxima de cemento:	Para el tamaño de árido previsto de 20 mm. la cantidad máxima de cemento es de 375 kg/m <sup>3</sup> .
Resistencia mínima recomendada:	Para ambiente I la resistencia mínima es de 25 Mpa.
Relación agua / cemento:	Para ambiente I máxima relación agua / cemento 0,60.



R.D. 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados (EHE-08).

**1. Cantos mínimos de los forjados unidireccionales**

El canto de los forjados es superior al mínimo establecido en la Instrucción EHE-08 para las condiciones de diseño, materiales y carga que les corresponden. Los forjados se predimensionan calculando el canto mínimo conforme a EHE-08, según la fórmula:  $h = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot L/C$ . No siendo preciso comprobar la flecha prescrita en el artículo 15.2.1. si el canto total es mayor que h.

<b>Forjado sanitario:</b> Tabiques	Forjado de viguetas pretensadas / 8,50 kN/m <sup>2</sup> / Vano interior / Muros y Tabiques
	Luz máxima existente:6,50 m.      Canto mínimo:      19 cm. Canto adoptado: 30 cm.
<b>Forjado de techo baja:</b> Muros y Tabiques	Forjado de viguetas semirresistentes / 9,00 kN/m <sup>2</sup> / Vano aislado /
	Luz máxima existente:6,50 m.      Canto mínimo:      29 cm. Canto adoptado: 35 cm.
<b>Forjado de cubierta:</b> Cubierta	Forjado de viguetas semirresistentes / 8,00 kN/m <sup>2</sup> / Vano aislado /
	Luz máxima existente:6,50 m.      Canto mínimo:      29 cm. Canto adoptado: 35 cm.

**2. Características técnicas de los forjados unidireccionales (viguetas y bovedillas)**

Material adoptado:	Forjados unidireccionales compuestos de viguetas pretensadas de hormigón, más piezas de entrevigado aligerantes (bovedillas de hormigón vibropresado), con armadura de reparto y hormigón vertido en obra en relleno de nervios y formando la losa superior (capa de compresión)			
Sistema de unidades adoptado:	Se indican en los planos de los forjados los valores de ESFUERZOS CORTANTES ÚLTIMOS (en apoyos) y MOMENTOS FLECTORES en kN por metro de ancho y grupo de viguetas, con objeto de poder evaluar su adecuación a partir de las solicitaciones de cálculo y respecto a las FICHAS de CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS y de AUTORIZACIÓN de USO de las viguetas/semiviguetas a emplear..			
Características forjado de planta Baja:	Canto Total	35 cm.	Hormigón vigueta	HA-25
	Capa de Compresión	5 cm.	Hormigón "in situ"	HA-25
	Intereje	70 cm.	Acero de pretensados	B500S
	Mallazo de reparto	Ø 5 a 20 cm. perpendicular a viguetas	Acero de refuerzos	B500S
		Ø 5 a 30 cm. paralelo a viguetas	Acero de mallas	B500T
	Tipo de vigueta	Pretensada autoportante	Fys acero	500 N/mm <sup>2</sup>
	Tipo de bovedilla	Hormigón	Peso propio	3,50 kN/m <sup>2</sup>



Observaciones:

El hormigón de las viguetas cumplirá las condiciones especificadas en la Instrucción EHE-08. Las armaduras activas cumplirán las condiciones especificadas en la Instrucción EHE-08. Las armaduras pasivas cumplirán las condiciones especificadas de la Instrucción EHE-08. El control de los recubrimientos de las viguetas cumplirá las condiciones especificadas de la Instrucción EHE-08.

El canto de los forjados unidireccionales de hormigón con viguetas armadas o pretensadas será superior al mínimo establecido en la norma EHE-08 para las condiciones de diseño, materiales y cargas previstas; por lo que no es necesaria su comprobación de flecha.

No obstante, dado que en el proyecto se desconoce el modelo de forjado definitivo (según fabricantes) a ejecutar en obra, se exigirá al suministrador del mismo el cumplimiento de las deformaciones máximas (flechas) dispuestas en la presente memoria, en función de su módulo de flecha "EI" y las cargas consideradas; así como la certificación del cumplimiento del esfuerzo cortante y flector que figura en los planos de forjados. Exigiéndose para estos casos la limitación de flecha establecida por la referida EHE-08.

En las expresiones anteriores "L" es la luz del vano, en centímetros, (distancia entre ejes de los pilares si se trata de forjados apoyados en vigas planas) y, en el caso de voladizo, 1.6 veces el vuelo.

Límite de flecha total a plazo infinito	Límite relativo de flecha activa
flecha $\leq L/250$ $f \leq L / 500 + 1 \text{ cm}$	flecha $\leq L/500$ $f \leq L / 1000 + 0.5 \text{ cm}$

### 3. Características técnicas de los forjados de losas macizas de hormigón armado

Material adoptado:

Los forjados de losas macizas se definen por el canto (espesor del forjado) y la armadura, consta de una malla que se dispone en dos capas (superior e inferior) con los detalles de refuerzo a punzonamiento (en los pilares), con las cuantías y separaciones según se indican en los planos de los forjados de la estructura.

Sistema de unidades adoptado:

Se indican en los planos de los forjados de las losas macizas de hormigón armado los detalles de la sección del forjado, indicando el espesor total, y la cuantía y separación de la armadura.

Dimensiones y armado:

Canto Total	20 cm.	Hormigón "in situ"	HA-25
Peso propio total	5,00 kN/m <sup>2</sup>	Acero de refuerzos	B500S

Observaciones:

En lo que respecta al estudio de la deformabilidad de las vigas de hormigón armado y los forjados de losas macizas de hormigón armado, que son elementos estructurales solicitados a flexión simple o compuesta, se ha aplicado el método simplificado descrito en la instrucción EHE-08, donde se establece que no será necesaria la comprobación de flechas cuando la relación luz/canto útil del elemento estudiado sea igual o inferior a los valores indicados en la tabla.

Los límites de deformación vertical (flechas) de las vigas y de los forjados de losas macizas, establecidos para asegurar la compatibilidad de deformaciones de los distintos elementos estructurales y constructivos, son los que se señalan en el cuadro que se incluye a continuación, según lo establecido en la EHE-08:

Límite de la flecha total a plazo infinito	Límite relativo de la flecha activa	Límite absoluto de la flecha activa
flecha $\leq L/250$	flecha $\leq L/400$	flecha $\leq 1 \text{ cm}$



1. Bases de cálculo

Criterios de verificación

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

<input type="checkbox"/>	Manualmente	<input type="checkbox"/>	Toda la estructura:	
		<input type="checkbox"/>	Parte de la estructura:	
<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:	Identificar los elementos de la estructura: Pilares-
				Nombre del programa: Cype 2009.1-
				Versión: -
				Empresa: -
				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.

Modelado y 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	<input checked="" type="checkbox"/>	¿Se han tenido en cuenta las acciones térmicas y reológicas en el cálculo?	si	<input checked="" type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	no existen juntas de dilatación			<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>		
						<input type="checkbox"/>	¿Se han tenido en cuenta las acciones térmicas y reológicas en el cálculo?	si	<input type="checkbox"/>	
								no	<input type="checkbox"/>	

<input type="checkbox"/>	La estructura se ha calculado teniendo en cuenta las solicitaciones transitorias que se producirán durante el proceso constructivo.
<input type="checkbox"/>	Durante el proceso constructivo no se producen solicitaciones que aumenten las inicialmente previstas para la entrada en servicio del edificio.



### 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:

$E_{d,dst} \leq E_{d,stab}$	siendo:
	$E_{d,dst}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras $E_{d,stab}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

y para el estado límite último de resistencia, en donde

$E_d \leq R_d$	siendo:
	$E_d$ 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.

### Estados límite de servicio

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

$E_{ser} \leq C_{lim}$	siendo:
	$E_{ser}$ el efecto de las acciones de cálculo; $C_{lim}$ Valor límite para el mismo efecto.

### Geometría

En la dimensión de la geometría de los elementos estructurales se ha utilizado como valor de cálculo el valor nominal de proyecto.

## 2. 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".

## 3. Materiales

El tipo de acero utilizado en chapas y perfiles es: 275-JR

Designación	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )			$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$	
S235JR	235	225	215	360	20
S235J0					0
S235J2					-20
S275JR	275	265	255	410	2
S275J0					0
S275J2					-20
S355JR	355	345	335	470	20
S355J0					0
S355J2					-20
S355K2					-20 <sup>(1)</sup>
S450J0	450	430	410	550	0

<sup>(1)</sup> Se le exige una energía mínima de 40J.  
 $f_y$  tensión de límite elástico del material  
 $f_u$  tensión de rotura



#### 4. 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*.

#### 5. Estados límite últimos

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:

- a) 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
- b) 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

#### 6. Estados límite de servicio

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".

Burgos en junio de 2019

Supervisado

El Arquitecto

JUNTA DE CASTILLA Y LEON  
CONSEJERIA DE EDUCACION

LORENZO MUÑOZ VICENTE