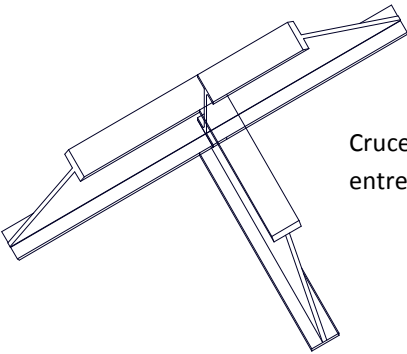
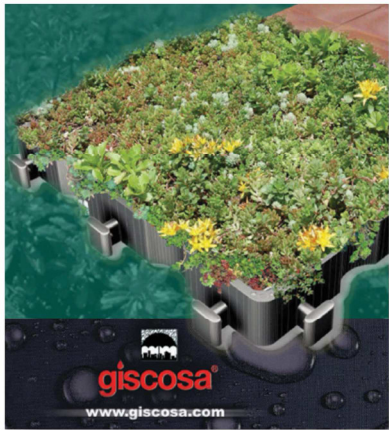


1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

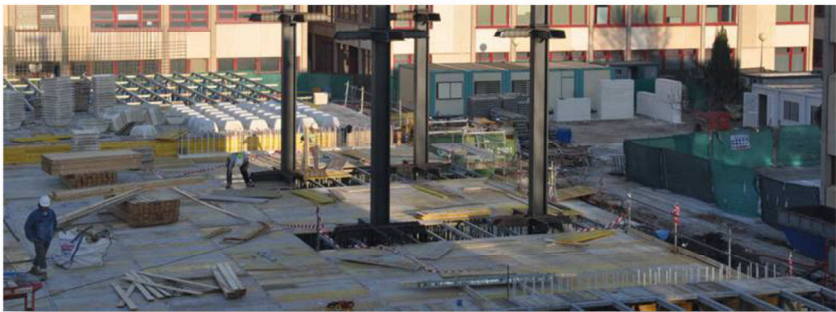
Casetones perdidos de polipropileno.



Forjado de losa de HA visto.



Cruceta de vigas metálicas en el encuentro entre la losa de HA de forjado y pilar metálico.



Cubierta vegetal:



- 1. PLANCHA GISCONATUR. Losa pre-cultivada con sustrato.
- 2. CAPA FILTRANTE. Geotextil no-tejido de 180 gr/m².
- 3. CAPA DRENANTE. 4 – 6 cm. de espesor de gravas con posibilidad de ser porosa para la retención de agua en zonas con poca lluvia.
- 4. GISCOLENE. Impermeabilización anti-raíces.

Lamas de protección solar en fachada orientada a oeste:



2. DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.

2.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN

- Código Técnico de la Edificación (CTE):
  - DB-SE Seguridad Estructural
  - DB-SE-AE Acciones en la Edificación
  - DB-SE-A Acero
  - DB-SE-C Cimientos
- Instrucción del Hormigón Estructural (EHE).
- Norma de la Construcción Sismorresistente (NCSE-02)
- Eurocódigo 4: Estructuras mixtas. (E4)

2.2. MATERIALES

Los materiales que se emplean para la realización del presente proyecto son los siguientes:

2.2.1. HORMIGÓN

- Según Capítulo II de la EHE (Tabla 8.2.2), la clase general de exposición relativa a la corrosión de armaduras será:  
  
Clase Normal / Humedad alta / Designación: **Ila** / Corrosión diferente a los cloruros
- Según Capítulo VII de la EHE (Tabla 37.2.4.1.a) el recubrimiento mínimo para la clase de exposición “Ila” según la vida útil del proyecto (50 años y con  $25 \text{ N/mm}^2 < f_{ck} < 40 \text{ N/mm}^2$ ) sería:
  - CEM I : **15 mm**
  - Otro tipo de cemento: **20 mm**
- Según Capítulo VII de la EHE (Tabla 37.3.2.a):
  - La máxima relación agua/cemento (Ila) sería:
    - HM = ---
    - HA = 0,60**
  - El mínimo contenido de cemento (Ila) sería:
    - HM = ---
    - HA = 275 Kg/cm<sup>3</sup>**
- Según Capítulo IIV de la EHE (Tabla 37.3.2.b) la resistencia mínima recomendada en función de la durabilidad según la clase de exposición “Ila” sería:
  - HM = ---
  - HA = 25 N/mm<sup>2</sup>**
- Designación del hormigón estructural: **HA-25/B/20/Ila**
- Resistencia característica :  $f_{ck} = 25 \text{ Mpa} = 25 \text{ N/mm}^2 = 250 \text{ Kp/cm}^2$
- Armaduras pasivas: **B-500-S**  
  
Límite elástico característico =  $500 \text{ N/mm}^2$
- Control: Estadístico

2.2.2. ACERO

- Según EA-95: **A-42 b**
  - Según UNE-EN-10025-94: **S-275-JR**
- Tensión de rotura característica:  $420 \text{ N/mm}^2$
- Límite elástico característico:  $260 \text{ N/mm}^2$
- Control intenso.

2.3. ESTIMACIÓN DE CARGAS

2.3.1. FORJADO DE CUBIERTA.

ESTADO DE CARGAS		FORJADO CUBIERTA	
ACCIONES PERMANENTES	KN/m	KN/m <sup>2</sup>	δ
- Peso Cubierta		<b>9,00 ↓</b>	
ACCIONES VARIABLES	KN/m	KN/m <sup>2</sup>	δ
- Sobrecarga de Uso		<b>1,00 ↓</b>	
- Voladizo	---		
- Tabiquería		---	
- Sobrecarga de Viento		<b>0,40</b>	
		<b>-0,17</b>	
- Sobrecarga de Nieve		<b>0,20 ↓</b>	

2.3.1.1. ACCIONES PERMANENTES

- PESO PROPIO

Cubierta vegetal:

ELEMENTO	PESO (KN/m <sup>2</sup> )
- Forjado bidireccional de losa maciza de hormigón armado “in situ”. HA-25. (e = 30 cm)	7,50
- Cubierta vegetal tipo ECOSEDUM DE GISCONATUR saturada de agua: <ul style="list-style-type: none"><li>- Plantas del género “Sedum”.</li><li>- Sustrato para plantas.</li></ul>	0,9
- Lámina de drenaje con tejido filtrante (geotextil). (e = 1,9 mm)	0,0015
- Aislamiento térmico de poliestireno extruido tipo ROOFMATE. (e = 5 cm)	0,0175
- Lámina impermeabilizante de caucho EPDM con doble fijación mecánica y termosellada (barrera de vapor). (e = 1,15 mm)	0,0141
- Enfoscado de cemento	0,20
- Falso techo de escayola.	0,20
- Instalaciones colgadas ligeras.	0,10
	Σ 8,92 ≈ <b>9,00</b>
	(7,50 +1,50)

Cubierta plana de hormigón filtrante:

ELEMENTO	PESO (KN/m <sup>2</sup> )
- Forjado bidireccional de losa maciza de hormigón armado “in situ”. HA-25. (e = 30 cm)	7,50
- Capa de hormigón filtrante. (e = 15 cm)	2,50
- Lámina de drenaje con tejido filtrante (geotextil). (e = 1,9 mm)	0,0015
- Aislamiento térmico de poliestireno extruido tipo ROOFMATE. (e = 5 cm)	0,0175
- Lámina impermeabilizante de caucho EPDM con doble fijación mecánica y termosellada (barrera de vapor). (e = 1,15 mm)	0,0141
- Enfoscado de cemento	0,20
- Falso techo de escayola.	0,20
- Instalaciones colgadas ligeras.	0,10
	Σ 10,53 ≈ <b>10,60</b>

2.3.1.2. ACCIONES VARIABLES

- SOBRECARGA DE USO.

Se establece en función de la Tabla 3.1. del DB-SE-AE del CTE.

- ACCIONES SOBRE BARANDILLAS Y ELEMENTOS DIVISORIOS.

En cubierta no aparece ningún tipo de barandilla ni elemento divisorio al tratarse de una cubierta ajardinada de uso exclusivo para mantenimiento de la misma.

- VIENTO

Según el apartado 3.3.2 del DB SE-AE los edificios se comprobarán ante la acción del viento en todas direcciones, independientemente de la existencia de construcciones contiguas medianeras, aunque generalmente bastará la consideración en dos sensiblemente ortogonales cualesquiera. Para cada dirección se debe considerar la acción en los dos sentidos.

El viento (apartado 3.3 DB SE-AE) genera una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, llamada Presión Estática (q<sub>e</sub>), cuyo valor se obtiene con la expresión:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (KN/m^2)$$

El valor se trasladará al pórtico multiplicándolo por el ámbito de carga.

Así pues, se calcula la acción del viento en las direcciones este-oeste por ser las más expuestas.

- Presión dinámica del viento ( $q_b$ ):  
Según la Figura D1 del Anejo D (DB SE-AE):

Ubicación: Valencia \_ ZONA A \_  $q_b = 0,42 \text{ KN/m}^2$

- Coeficiente de exposición ( $c_e$ ):  
Como el edificio tiene una altura menor a 30 m ( $h = 4,50 \text{ m}$ ), según la tabla 3.4 (DB SE-AE):

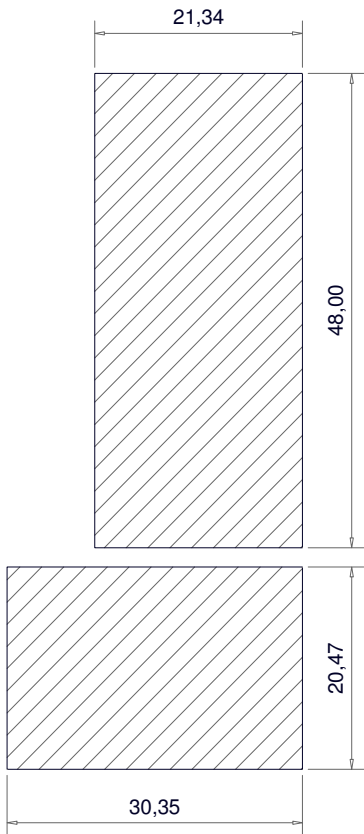
Grado de aspereza del entorno \_ IV (Zona urbana en general, industrial o forestal)

Altura del punto considerado = 4,50 m

Por lo tanto, interpolando:  $c_e = 1,35$

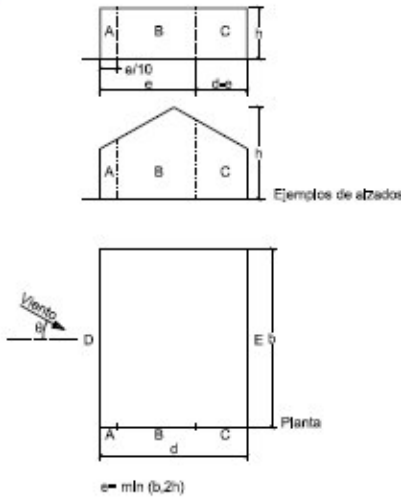
- Coeficiente de presión ( $c_p$ ):  
Según el punto 3.3.4. DB SE-AE en edificios con cubierta plana la acción del viento sobre la misma, generalmente de succión, opera habitualmente del lado de la seguridad, y se puede despreciar. Por lo tanto, consideraremos únicamente la acción del viento en los paramentos verticales.

- 1) Se consideran dos áreas generales de influencia:
- Z1) Área correspondiente a la envolvente general de la zona de las aulas con unas dimensiones de  $48,00 \times 21,34 \text{ m}^2$ .
- Z2) Área correspondiente a la envolvente general de la zona de acceso, cocina, comedor, sala de psicomotricidad y despachos, con unas dimensiones de  $20,47 \times 30,35 \text{ m}^2$ .



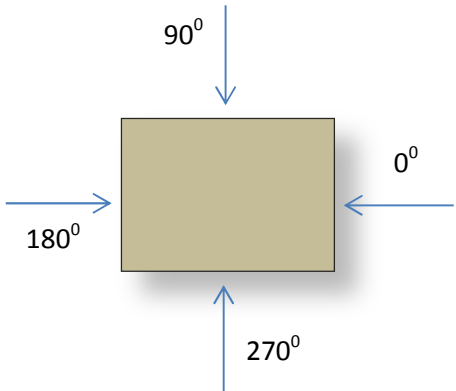
- 2) Se utiliza la Tabla D.3 del DB-SE-AE del CTE para la obtención de los coeficientes de presión ( $C_p$ ).

Tabla D.3 Paramentos verticales



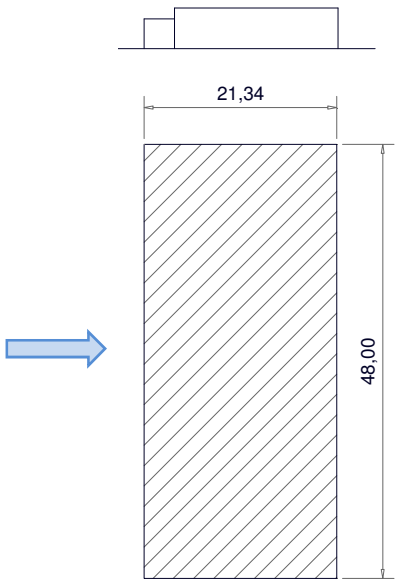
A (m <sup>2</sup> )	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	≤ 0,25	-	-	-	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	≤ 0,25	-	-	-	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	≤ 0,25	-	-	-	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	≤ 0,25	-	-	-	-	-0,3

A continuación se calculan las distintas hipótesis de viento sobre ambas zonas de proyecto. Se tendrá en cuenta que a partir de cada hipótesis se obtiene la presión estática en una dirección concreta del viento. Así pues, se considerara esa misma hipótesis en la dirección contraria del viento para cada caso.



Z1) Zona de aulas.

Viento hacia la derecha (Hipótesis 1)  $\alpha = 180^\circ$ :



- Área de influencia =  $4,50 \times 48,00 = 216 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$
- Relación  $H_i/d = 4,50/21,34 = 0,2109$

Con lo cual tenemos:

$C_p (E) = -0,3$

$C_p (D) = 0,7$

Por lo tanto, la Presión Estática será:

$Q_{Z1H1} = 0,42 \cdot 1,35 \cdot (-0,3) = -0,17 \text{ KN/m}^2$

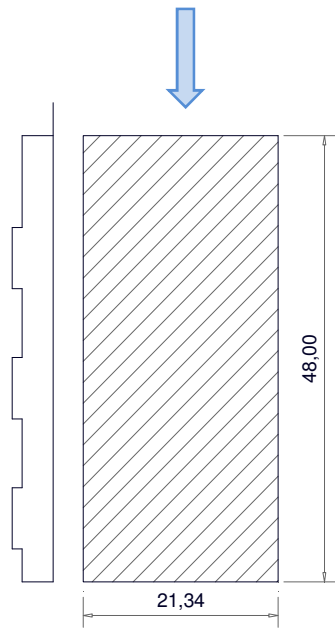
$Q_{Z1H1} = 0,42 \cdot 1,35 \cdot (0,7) = 0,40 \text{ KN/m}^2$

$Q_{Z1H1} = -0,17 \text{ KN/m}^2$

$Q_{Z1H1} = 0,40 \text{ KN/m}^2$



Viento hacia la izquierda (dirección ortogonal a la anterior. Hipótesis 2)  $\alpha = 90^0$ :



- Área de influencia =  $4,50 \times 21,34 = 96,03 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$
- Relación  $H_f/d = 4,50/48,00 = 0,09375$

Con lo cual tenemos:

**Cp (E) = -0,3**  
**Cp (D) = 0,7**

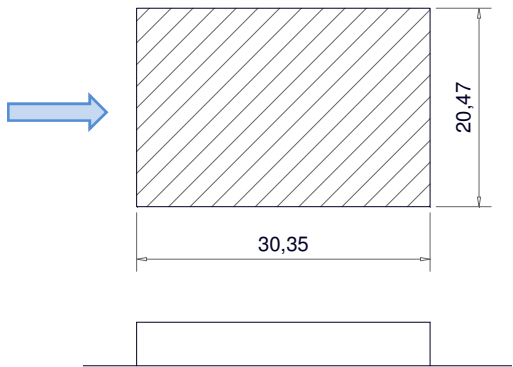
Por lo tanto, la Presión Estática será:

$Q_{z1H2} = 0,42 \cdot 1,35 \cdot (-0,3) = -0,17 \text{ KN/m}^2$   
 $Q_{z1H2} = 0,42 \cdot 1,35 \cdot (0,7) = 0,40 \text{ KN/m}^2$

**$Q_{z1H2} = -0,17 \text{ KN/m}^2$**   
 **$Q_{z1H2} = 0,40 \text{ KN/m}^2$**

**Z2) Zona de pública (acceso, comedor, cocina, sala psicomotricidad, despachos).**

Viento hacia la derecha (hipótesis 1)  $\alpha = 180^0$ :



- Área de influencia =  $4,50 \times 20,47 = 92,115 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$
- Relación  $H_f/d = 4,50/30,35 = 0,148$

Con lo cual tenemos:

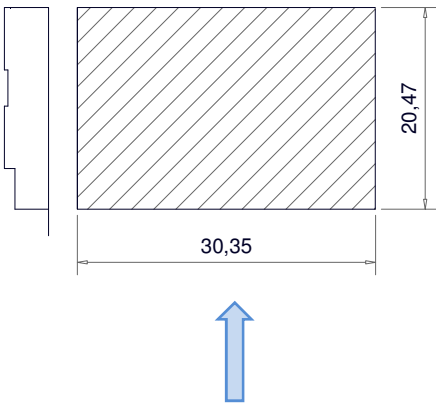
**Cp (E) = -0,3**  
**Cp (D) = 0,7**

Por lo tanto, la Presión Estática será:

$Q_{z2H1} = 0,42 \cdot 1,35 \cdot (-0,3) = -0,17 \text{ KN/m}^2$   
 $Q_{z2H1} = 0,42 \cdot 1,35 \cdot (0,7) = 0,40 \text{ KN/m}^2$

**$Q_{z2H1} = -0,17 \text{ KN/m}^2$**   
 **$Q_{z2H1} = 0,40 \text{ KN/m}^2$**

Viento hacia la derecha (dirección ortogonal a la anterior. Hipótesis 2)  $\alpha = 270^0$ :



- Área de influencia =  $4,50 \times 30,35 = 136,575 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$
- Relación  $H_f/d = 4,50/20,47 = 0,22$

Con lo cual tenemos:

**Cp (E) = -0,3**  
**Cp (D) = 0,7**

Por lo tanto, la Presión Estática será:

$Q_{z2H2} = 0,42 \cdot 1,35 \cdot (-0,3) = -0,17 \text{ KN/m}^2$   
 $Q_{z2H2} = 0,42 \cdot 1,35 \cdot (0,7) = 0,40 \text{ KN/m}^2$

**$Q_{z2H2} = -0,17 \text{ KN/m}^2$**   
 **$Q_{z2H2} = 0,40 \text{ KN/m}^2$**

- ACCIONES TÉRMICAS

Los edificios están sometidos a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura del ambiente exterior. La magnitud de las mismas depende de las condiciones climáticas del lugar, de la orientación y de la expresión del edificio, de las características de los materiales constructivos, de los acabados y revestimientos, del régimen de calefacción y ventilación interior, así como del aislamiento térmico.

Las variaciones de temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, en particular, los estructurales, que, en los casos que estén impedidas, producen tensiones en los elementos afectados. (DB-SE-AE del CTE).

Así pues, se dispondrán “juntas de dilatación” para contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de temperatura. Estas se dispondrán de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud.

- NIEVE

- Ubicación: Valencia

- Altitud: 0 m

- Intervalos de temperatura máxima exterior (Anexo E. Fig 1. DB-SE-AE del CTE):  
Tmáx ≈ 40 – 42 °C

- Temperatura mínima exterior: Zona climática de invierno (Anexo E. Fig 2. DB-SE-AE del CTE):  
ZONA 5

Tmín.ext = 5 ° C (Tabla E1. DB-SE-AE)

Por lo tanto, según la Tabla 3.8 del DB-SE-AE del CTE, la Sobrecarga de Nieve en terreno horizontal será:

$S_k = 0,2 \text{ KN/m}^2$

2.3.1.3. ACCIONES ACCIDENTALES

- SISMO

Para la determinación de las acciones sísmicas se utilizará la NCSE-02 (Norma de Construcción Sismorresistente) parte general y de edificación.

- Clasificación de la construcción (según NCSE-02): IMPORTANCIA NORMAL (Comprende todas aquellas construcciones cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.)

- Según los criterios de aplicación de la NCSE-0 (Apartado 1.2.3) quedan excluidas las construcciones de importancia norma con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones siempre y cuando la aceleración sísmica básica (a<sub>b</sub>) sea inferior a 0,08 g.

- Ubicación: VALENCIA \_\_\_\_ a<sub>b</sub> = 0,06 g → EXENTA COMPROBACIÓN DE SISMO (según Anejo 1 de la NCSE-02)

- INCENDIO

Las acciones debidas a la agresión térmica del incendio quedan definidas en el apartado correspondiente a PROTECCIÓN COTRA INCENDIOS según establece el DB-SI del CTE.

- IMPACTO

Las acciones sobre un edificio causadas por un impacto dependen de la masa, de la geometría y de la velocidad del cuerpo impactante, así como de la capacidad de deformación y de amortiguamiento tanto del cuerpo como del elemento contra el que impacta.

Así pues, los elementos resistentes afectados por un impacto se dimensionaran teniendo en cuenta las acciones debidas al mismo, con el fin de alcanzar una seguridad estructural adecuada.

El Documento Básico sólo considera las acciones debidas a impactos accidentales.

2.3.2. FORJADO/SOLERA COTA ± 0,00 m.

ESTADO DE CARGAS		FORJADO COTA ± 0,00 m		
ACCIONES PERMANENTES	KN/m	KN/m <sup>2</sup>	δ	
- Zona recepción, circulación interior y despachos.		7,908 (3,408)		
- Zona aulas, sala multiusos y comedor		8,651 (4,151)		
- Cocina y aseos		8,853 (4,353)		
- Terraza exterior cubierta		8,59 (4,09)		
- Porche aulas		3,275		
- EDIFICIO		9,00 ↓		
- ESPACIO EXTERIOR		3,30 ↓		
ACCIONES VARIABLES	KN/m	KN/m2	δ	
- Sobrecarga de Uso				
- Zona Adm (B)		2 ↓		
- Zona Acc. Público: mesas y sillas (C1)		3 ↓		
- Zona Acc. Público: sin obstáculos (C3)		5 ↓		
- Zona Acc. Público: act. físicas (C4)		5 ↓		
- Tabiques (C3), (C4)	1,6 →			
- Tabiques (Resto casos)	0,8 →			
-Tabiquería		1,00 ↓		
- Sobrecarga de Viento		---		
- Sobrecarga de Nieve	---	---	---	

2.3.2.1. ACCIONES PERMANENTES

- PESO PROPIO

ELEMENTO	PESO (KN/m <sup>2</sup> )
- Capa hormigón de limpieza. Hormigón en masa. (e = 10 cm)	2,30
- Solera de hormigón armado con malla electrosoldada. (e = 10 cm)	2,5
- Casetón perdido de polipropileno tipo CUPOLEX. (h = 70 cm)	0,066
- Capa de compresión de hormigón armado con malla electrosoldada. (e = 10 cm)	2,5
- Aislamiento térmico de poliestireno expandido. (e = 5 cm)	0,022
- Hormigón alveolar de recrecimiento que alberga los conductos para la instalación de suelo radiante. (e = 5 cm)	0,275
- Conductos para la instalación de suelo radiante. (e = 20 mm)	0,0071
- Capa de mortero autonivelante para alisado y regularización de pavimentos. (e = 5 cm)	0,95
- Pavimento de linóleo COLORETTE LPX de AMSTRONG sobre soporte de yute . (e = 3,2 mm)	0,038
- Capa de cemento cola flexible. (e = 5 mm)	0,095
- Capa de mortero de agarre de cemento. (e= 3 cm)	0,45
- Pavimento de gres porcelánico. (e = 1 cm)	0,2
- Pavimento de terrazo. (e = 2 cm)	0,2
- Tarima de madera de IPE fijada sobre rastreles de madera. (e = 2 cm)	0,21
- Losa maciza de hormigón armado. (e = 12 cm)	3,00
- Capa de mortero de agarre de cemento. (e= 1 cm)	0,15

- ACCIONES DEL TERRENO

Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones, se evalúan y tratan según establece el DB-SE-C.

2.3.2.2. ACCIONES VARIABLES

- SOBRECARGA DE USO

Se establece en función de la Tabla 3.1. del DB-SE-AE del CTE.

- ACCIONES SOBRE BARANDILLAS Y ELEMENTOS DIVISORIOS

En la planta de cimentación no se dispone de ningún tipo de barandilla. NO obstante, sí que se disponen elementos divisorios ligeros (Pladur), a pesar de que el peso de dicha tabiquería no alcanza el peso que indica la normativa (1 KN/m<sup>2</sup>) en cuanto a peso de compartimentación, nos colocaremos del lado de la seguridad y se considerará una carga uniformemente distribuida en la planta considerada.

- **VIENTO**  
Se considerará la acción del viento anteriormente descrita en todos los elementos estructurales comprendidos entre la cimentación y la planta de cubierta.

- **ACCIONES TÉRMICAS**  
Se dispondrán “juntas de dilatación” para contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de temperatura. Estas se dispondrán de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud.

2.3.2.3. ACCIONES ACCIDENTALES

- **SISMO**  
Exenta de la comprobación de sismo. Detalles en el punto anterior 2.3.1.3.

- **INCENDIO**  
Las acciones debidas a la agresión térmica del incendio quedan definidas en el apartado correspondiente a PROTECCIÓN COTRA INCENDIOS según establece el DB-SI del CTE.

- **IMPACTO**  
El Documento Básico sólo considera las acciones debidas a impactos accidentales.

3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DIMENSIONADO.

Las situaciones de dimensionado deben englobar todas las condiciones y circunstancias previsibles durante la ejecución y la utilización de la obra, teniendo en cuenta la diferente probabilidad de cada una. Para cada situación de dimensionado, se determinarán las combinaciones de acciones que deban considerarse.

- Según el DB-SE del CTE, las situaciones de dimensionado se clasifican en:
- a) persistentes, que se refieren a las condiciones normales de uso;
  - b) transitorias, que se refieren a unas condiciones aplicables durante un tiempo limitado (no se incluyen las acciones accidentales);
  - c) extraordinarias, que se refieren a unas condiciones excepcionales en las que se puede encontrar, o a las que puede estar expuesto el edificio (acciones accidentales).

Se denominan estados límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguna de los requisitos estructurales para las que ha sido concebido.

3.1. ESTADOS LÍMITE.  
A continuación se adjuntan las tablas (DB-SE) con los coeficientes parciales de seguridad y simultaneidad para las acciones, así como el significado de cada abreviatura utilizada en las ecuaciones de combinaciones de acciones:

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones			
Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)			
	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas(Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

<sup>(1)</sup> En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Notaciones:

A <sub>d</sub>	Valor característico de una acción accidental
G <sub>k</sub>	Valor característico de una acción permanente
γ <sub>G</sub> · G <sub>k</sub>	Valor de cálculo de una acción permanente
P	Valor característico de una acción de pretensado
γ <sub>P</sub> · P	Valor de cálculo de una acción de pretensado
Q <sub>k</sub>	Valor característico de una acción variable
γ <sub>Q</sub> · Q <sub>k</sub>	Valor de cálculo de una acción accidental
ψ <sub>0</sub>	Coeficiente para el valor de combinación de una acción variable
ψ <sub>1</sub>	Coeficiente para el valor frecuente de una acción variable
ψ <sub>2</sub>	Coeficiente para el valor casi permanente de una acción variable

3.1.1. ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (ELU): verificación de la resistencia y estabilidad.  
Los estados límite últimos son los que, de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo.

- Como estados límite últimos deben considerarse los debidos a:
- a) pérdida del equilibrio del edificio, o de una parte estructuralmente independiente, considerado como un cuerpo rígido;
  - b) fallo por deformación excesiva, transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo, rotura de sus elementos estructurales (incluidos los apoyos y la cimentación) o de sus uniones, o inestabilidad de elementos estructurales incluyendo los originados por efectos dependientes del tiempo (corrosión, fatiga).

3.1.2. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (ELS): verificación de la aptitud al servicio.  
1) Los estados límite de servicio son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento de del edificio o a la apariencia de la construcción.  
  
2) Los estados límite de servicio pueden ser reversibles e irreversibles. La reversibilidad se refiere a las consecuencias que excedan los límites especificados como admisibles, una vez desaparecidas las acciones que las han producido.

- Como estados límite de servicio deben considerarse los relativos a:
- a) las deformaciones (flechas, asientos o desplomes) que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones;
  - b) las vibraciones que causen una falta de confort de las personas, o que afecten a la funcionalidad de la obra;
  - c) los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

3.2. COMBINACIÓN DE ACCIONES.  
Para cada una de las situaciones estudiadas se establecerán las posibles combinaciones de acciones. Una combinación de acciones consiste en un conjunto de acciones compatibles que se considerarán actuando simultáneamente para una comprobación determinada.

Cada combinación, en general, estará formada por las acciones permanentes, una acción variable determinante y una o varias acciones variables concomitantes. Cualquiera de las acciones variables puede ser determinante. (EHE)

3.2.1. CUBIERTA:

3.2.1.1 COMBINACIÓN DE ACCIONES: ELU.

3.2.1.1.1. Situación Persistente o Transitoria.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$
 (ec. 4.3. DB-SE)

Cubierta vegetal:

- 1)  $1,35 \cdot (9,00) + 0 + 1,50 \cdot (1,00) + 1,50 \cdot 0 \cdot (0,20) = \mathbf{13,65 \text{ KN/m}^2}$
- 2)  $1,35 \cdot (9,00) + 0 + 1,50 \cdot (0,20) + 1,50 \cdot 0 \cdot (1,00) = \mathbf{12,45 \text{ KN/m}^2}$

Cubierta hormigón poroso:

- 1)  $1,35 \cdot (10,60) + 0 + 1,50 \cdot (1,00) + 1,50 \cdot 0 \cdot (0,20) = \mathbf{13,75 \text{ KN/m}^2}$
- 2)  $1,35 \cdot (10,60) + 0 + 1,50 \cdot (0,20) + 1,50 \cdot 0 \cdot (1,00) = \mathbf{16,11 \text{ KN/m}^2}$

3.2.1.1.2. Situación Accidental.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$
 (ec. 4.4. DB-SE)

Cubierta vegetal:

- 1)  $1,35 \cdot (9,00) + 0 + 0 + 1,50 \cdot 0 \cdot (1,00) + 1,50 \cdot 0 \cdot (0,20) = \mathbf{12,15 \text{ KN/m}^2}$
- 2)  $1,35 \cdot (9,00) + 0 + 0 + 1,50 \cdot 0,20 \cdot (0,20) + 1,50 \cdot 0 \cdot (1,00) = \mathbf{12,21 \text{ KN/m}^2}$

Cubierta de hormigón filtrante:

- 1)  $1,35 \cdot (10,60) + 0 + 0 + 1,50 \cdot 0 \cdot (1,00) + 1,50 \cdot 0 \cdot (0,20) = \mathbf{16,11 \text{ KN/m}^2}$
- 2)  $1,35 \cdot (10,60) + 0 + 0 + 1,50 \cdot 0,20 \cdot (0,20) + 1,50 \cdot 0 \cdot (1,00) = \mathbf{15,87 \text{ KN/m}^2}$

3.2.1.1.3. Situación Sísmica.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$
 (ec. 4.5. DB-SE)

Cubierta vegetal:

- 1)  $9,00 + 0 + 0 + [0 \cdot (1,00) + 0 \cdot (0,20)] = \mathbf{9,00 \text{ KN/m}^2}$

Cubierta de hormigón filtrante:

- 1)  $10,60 + 0 + 0 + [0 \cdot (1,00) + 0 \cdot (0,20)] = \mathbf{10,60 \text{ KN/m}^2}$

3.2.1.2. COMBINACIÓN DE ACCIONES: ELS.

3.2.1.2.1. Comprobación poco probable o característica.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$
 (ec. 4.6. DB-SE)

Cubierta vegetal:

- 1)  $9,00 + 0 + 1,00 + 0,5 \cdot (0,20) = \mathbf{10,10 \text{ KN/m}^2}$
- 2)  $9,00 + 0 + 0,20 + 0 \cdot (1,00) = \mathbf{9,20 \text{ KN/m}^2}$

Cubierta de hormigón filtrante:

- 1)  $10,60 + 0 + 1,00 + 0,5 \cdot (0,20) = \mathbf{11,70 \text{ KN/m}^2}$
- 2)  $10,60 + 0 + 0,20 + 0 \cdot (1,00) = \mathbf{10,80 \text{ KN/m}^2}$

3.2.1.2.2. Combinación Frecuente.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$
 (ec. 4.7. DB-SE)

Cubierta vegetal:

- 1)  $9,00 + 0 + 0 \cdot (1,00) + 0 \cdot (0,20) = \mathbf{9,00 \text{ KN/m}^2}$
- 2)  $9,00 + 0 + 0,2 \cdot (0,20) + 0 \cdot (1,00) = \mathbf{9,04 \text{ KN/m}^2}$

Cubierta de hormigón filtrante:

- 1)  $10,60 + 0 + 0 \cdot (1,00) + 0 \cdot (0,20) = \mathbf{10,60 \text{ KN/m}^2}$
- 2)  $10,60 + 0 + 0,2 \cdot (0,20) + 0 \cdot (1,00) = \mathbf{10,64 \text{ KN/m}^2}$

3.2.1.2.3. Combinación cuasipermanente.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$
 (ec. 4.8. DB-SE)

Cubierta vegetal:

- 1)  $9,00 + 0 + [0 + (1,00) + 0 \cdot (0,20)] = \mathbf{9,00 \text{ KN/m}^2}$

Cubierta de hormigón filtrante:

- 1)  $10,60 + 0 + [0 + (1,00) + 0 \cdot (0,20)] = \mathbf{10,60 \text{ KN/m}^2}$

3.2.2. FORJADO COTA +/- 0,00 m:

3.2.2.1 COMBINACIÓN DE ACCIONES: ELU.

3.2.2.1.1. Situación Persistente o Transitoria.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$
 (ec. 4.3. DB-SE)

- 1)  $1,35 \cdot (9,00) + 0 + 1,50 \cdot (5,00) + 1,50 \cdot 0,7 \cdot (1,00) = \mathbf{20,70 \text{ KN/m}^2}$
- 2)  $1,35 \cdot (9,00) + 0 + 1,50 \cdot (1,00) + 1,50 \cdot 0,7 \cdot (5,00) = \mathbf{18,90 \text{ KN/m}^2}$

3.2.2.1.2. Situación Accidental.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$
 (ec. 4.4. DB-SE)

- 1)  $1,35 \cdot (9,00) + 0 + 0 + 1,50 \cdot 0,7 \cdot (5,00) + 1,50 \cdot 0,6 \cdot (1,00) = \mathbf{18,30 \text{ KN/m}^2}$
- 2)  $1,35 \cdot (9,00) + 0 + 0 + 1,50 \cdot 0,7 \cdot (1,00) + 1,50 \cdot 0,6 \cdot (5,00) = \mathbf{17,70 \text{ KN/m}^2}$

3.2.2.1.3. Situación Sísmica.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$
 (ec. 4.5. DB-SE)

- 1)  $9,00 + 0 + 0 + [0,6 \cdot (5,00) + 0,6 \cdot (1,00)] = \mathbf{12,60 \text{ KN/m}^2}$

3.2.2.2. COMBINACIÓN DE ACCIONES: ELS.

3.2.2.2.1. Comprobación poco probable o característica.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$
 (ec. 4.6. DB-SE)

- 1)  $9,00 + 0 + 5,00 + 0,7 \cdot (1,00) = \mathbf{14,70 \text{ KN/m}^2}$
- 2)  $9,00 + 0 + 1,00 + 0,7 \cdot (5,00) = \mathbf{13,50 \text{ KN/m}^2}$

3.2.2.2.2. Combinación Frecuente.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$
 (ec. 4.7. DB-SE)

- 1)  $9,00 + 0 + 0,7 \cdot (5,00) + 0,6 \cdot (1,00) = \mathbf{13,10 \text{ KN/m}^2}$
- 2)  $9,00 + 0 + 0,7 \cdot (1,00) + 0,6 \cdot (5,00) = \mathbf{12,70 \text{ KN/m}^2}$

3.2.2.2.3. Combinación cuasipermanente.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$
 (ec. 4.8. DB-SE)

- 1)  $9,00 + 0 + [0,6 + (5,00) + 0,6 \cdot (1,00)] = \mathbf{12,60 \text{ KN/m}^2}$

4. MODELO DE CÁCULO.

La estructura ha sido calculada con el programa informático ARCHITRAVE.

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.

El dimensionado de las secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límite de la vigente EHE, utilizando el Método de Cálculo en Rotura.

4.1. COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NIVELES DE CONTROL DE LOS MATERIALES.  
Según la EHE:

HORMIGÓN	Coeficiente de minoración Nivel de control	1,50 ESTADÍSTICO
ACERO	Coeficiente de minoración Nivel de control	1,15 NORMAL
EJECUCIÓN	Coeficiente de mayoración Cargas permanentes Cargas variables Nivel de control	1,50 1,50 1,60 NORMAL

5. TIPO DE CIMENTACIÓN.

Tras el estudio y análisis de los distintos tipos de sondeos, de penetración dinámica y de la composición del terreno, y por el tipo de construcción a realizar y las cargas y pesos propios de la misma, se decide realizar una cimentación superficial mediante ZAPATAS AISLADAS.

CONDICIONES A CUMPLIR:

- 1) La cimentación transmitirá al terreno las cargas del edificio con asientos (deformaciones) tolerables, garantizando una seguridad suficiente frente a rotura y hundimiento.
- 2) Poseerá suficiente resistencia como elemento estructural.
- 3) No resultará afectada por la eventual agresividad del terreno.
- 4) Estará suficientemente protegida frente a las modificaciones naturales o artificiales del entorno (heladas, cambios de volumen, variaciones del nivel freático, excavaciones próximas, ...)