MEMORIA DE CÁLCULO

CONSTRUCCIÓN DE SALA DE BOMBAS Y DEPÓSITO PCI

AMPLIACIÓN PCI

GAVÁ (Barcelona)

ANEXO 4 – Memoria de cálculo

DOCUMENTO	A	MEMORIA

INDICE

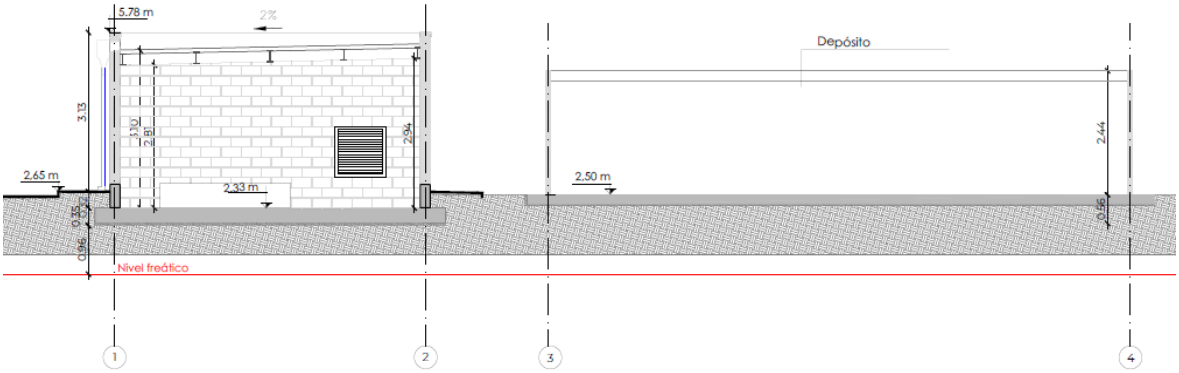
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 2
1.1. UBICACIÓN 2
1.2. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA 3
1.3. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO ESTRUCTURAL 3
1.3.1. CASETA PCI 3
1.3.2. LOSA DE DEPÓSITO PCI 5
2. CONSIDERACIONES DE CÁLCULO 6
2.1. NORMATIVA Y SOFTWARE 6
2.2. RESISTENCIA DE LOS MATERIALES 7
2.2.1. HORMIGONES 7
2.2.2. ACEROS ESTRUCTURALES 7
2.3. CRITERIOS DE DIMENSIONADO Y COMBINACIÓN DE ACCIONES 8
2.4. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES 13
2.5. ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO 14
2.5.1. CARGAS GRAVITATORIAS 14
2.5.2. ACCIONES EÓLICAS 14
2.6. DATOS GEOTÉCNICOS 16
3. ESTRUCTURA 17
3.1. COMPROBACIONES ESTRUCTURALES 17
3.1.1. LOSA CASETA PCI Y CUBIERTA 17
3.1.1. LOSA PARA DEPÓSITO PCI 20

ANEXOS

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El objetivo de la redacción de la presente memoria de cálculo, es la justificación de la proyección de los elementos estructurales correspondientes a la nueva construcción de depósito PCI y sala de bombas en desuso, que tiene como fin último, ampliar la capacidad de la protección contra incendios.

Se proyectan elementos de hormigón armado, correspondientes a losas de cimentación, muros de block reforzado y elementos metálicos para la cubierta



1.1. UBICACIÓN

La parcela objeto de las obras se encuentra en Carr. Camí Antic de Barcelona a València, Km 1, 08850, Barcelona

La parcela se encuentra ubicada sobre el Camí Antic de Barcelona a València. Esta parcela es de forma poligonal irregular y se encuentra dividida en dos entre la jurisdicción de Gavá y Viladecans. El área de intervención de este proyecto pertenece a la parcela ubicada dentro de la jurisdicción del ayuntamiento de Gavá.

1.2. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

- *Proyecto básico y de ejecución*
- *Pliego petitorio y de condiciones de proyecto*
- *Planos de arquitectura de Proyecto Ejecutivo*

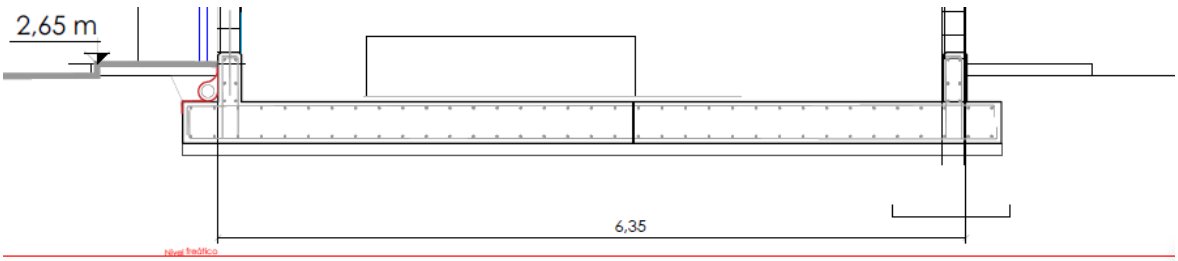
1.3. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO ESTRUCTURAL

1.3.1. CASETA PCI

LOSA DE CIMENTACIÓN/SUBPRESIÓN:

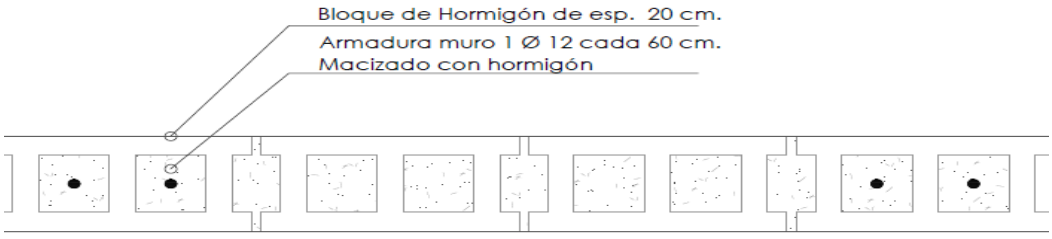
- Como losa de cimentación; transmitir las tensiones del interior de la caseta, de la cubierta y de los muros al terreno portante.
- Como losa de subpresión, por una eventual subida del nivel freático, y que con el peso propio de la losa se contrarrestaría el empuje del agua.
  Si el nivel freático sube 80cm y causa una subpresión de 8 kN/m^2, el peso propio de la losa de 35cm lo contrarresta, ya que ejerce una presión sobre el suelo de 8,75 kN/m^2 y se compensaría, evitando que "flote".

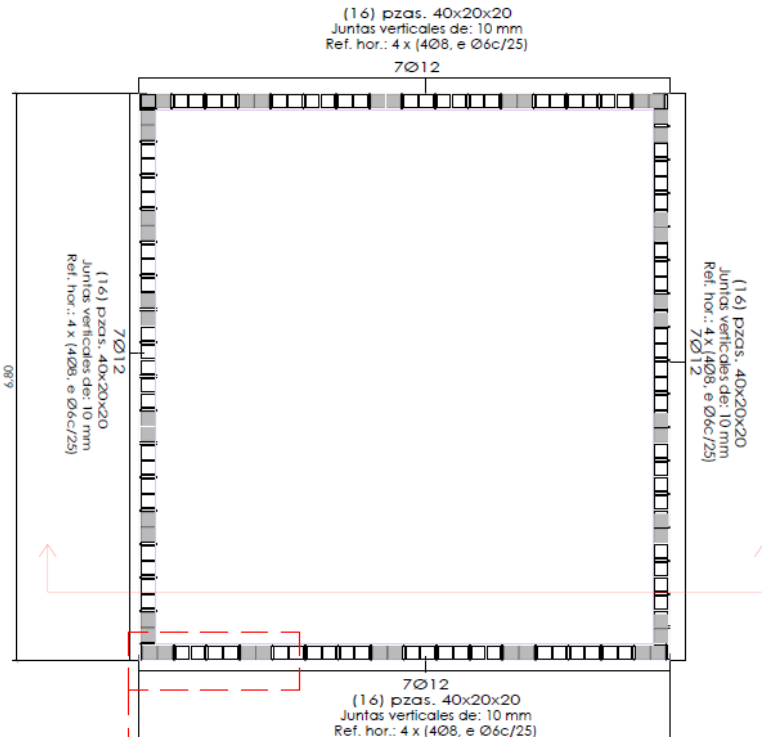
Se recalca que esta solución de losa, evita una cimentación más profunda donde al momento de la excavación, pudiera salir el nivel freático y obligaría el uso de medidas de bombeo.



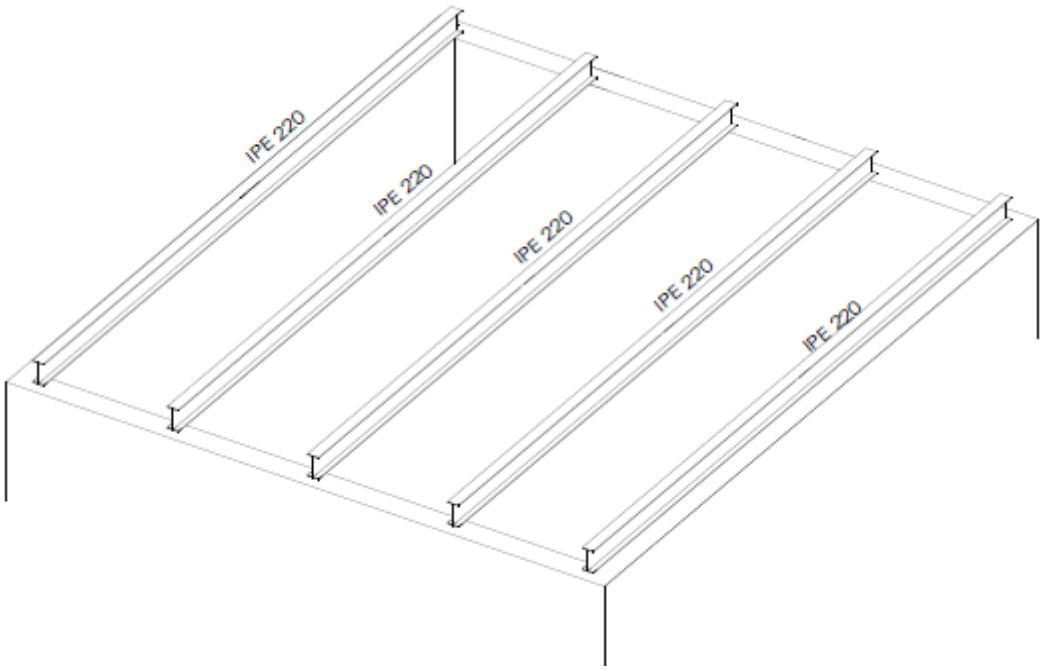
MURO DE CARGA DE BLOCK Y CUBIERTA METÁLICA LIGERA:

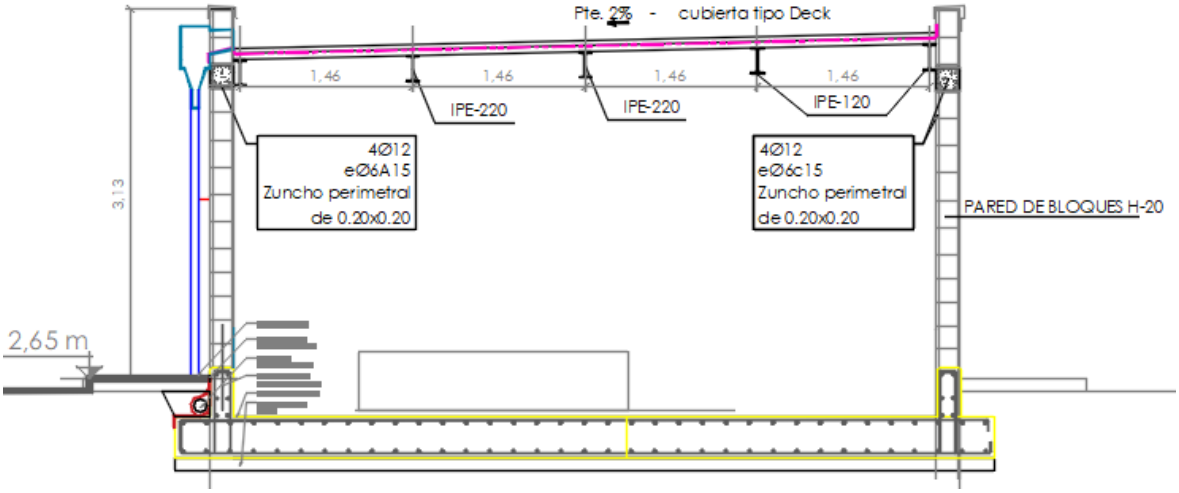
Bloque de 20cm de espesor, con alveolos macizados para darle rigidez en el sentido horizontal.





Correas de perfiles metálicos apoyados sobre en el muro, para tener puntos de fijación portantes para la cubierta deck.



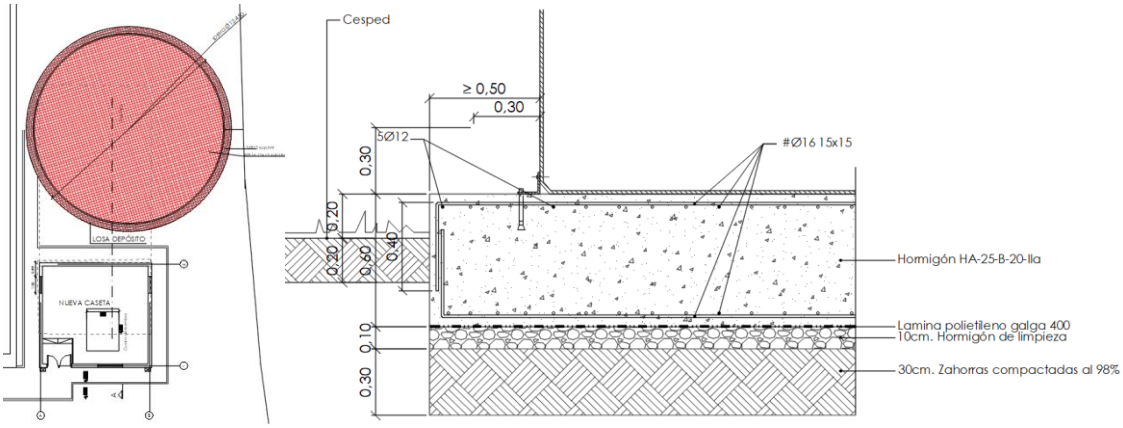


1.3.2. LOSA DE DEPÓSITO PCI

Depósito PCI metálico prefabricado cilíndrico, de 11,430m de diámetro y una altura de 2,438m. La capacidad de este tanque es de 204m^3.

LOSA DE CIMENTACIÓN:

- Transmitir las cargas del depósito de agua al estrato resistente de terreno
- Lastre de fijación antivuelco de depósito ante situación extrema de depósito vacio y viento



2. CONSIDERACIONES DE CÁLCULO

2.1. NORMATIVA Y SOFTWARE

La normativa aplicable al proyecto es lo establecido en el código técnico de la edificación en sus documentos:

CODIGO ESTRUCTURAL Real Decreto 470/2021
DB-SE: Documento básico seguridad estructural.
DB-SE-C: Documento básico seguridad estructural Cimentaciones
DB-SE-AE: Documento Básico Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación.
DB-SE-A: Documento Básico Seguridad Estructural Acero.
EAE-11: Instrucción de Acero Estructural Acero.
EUROCODIGO UNE-EN 1993-1-1

Como software, se ha utilizado el paquete distribuido por Cype Ingenieros en su módulo se muros ménsula y *Cype 3D, este último* verifica la capacidad estructural de los perfiles de acero y las deformaciones admisibles a servicio. También comprueba placas de anclaje, uniones y elementos de cimentación.

2.2. RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

2.2.1. HORMIGONES

La resistencia característica f_{ck} y demás características requeridas que se deben cumplir para poder ejecutar los elementos concernientes de esta nota de cálculo, se especifican en cada uno de los elementos calculados y planos de estructuras de proyecto. Se deben verificar que coincidan con lo aprobado por la D.F. y lo ejecutado en obra.

Como norma general, la resistencia característica f_{ck} de los hormigones a los que se fijará la estructura metálica no deberá ser menor a 25 MPa.

2.2.2. ACEROS ESTRUCTURALES

El acero utilizado es el S 275JR, contemplado en el DB SE-A.

Sus características mecánicas se definen en la Norma UNE EN 10025.

TIPO DE ACERO		S275JR
Tensión de rotura $\mathbf{f_u}$ (N/mm²) $3 \leq t \leq 100$		410
Tensión de límite elástico $\mathbf{f_y}$ (N/mm²)	t ≤ 16mm	275
	16 < t ≤ 40mm	265
	40 < t ≤ 63mm	255

Como valores habituales de cálculo las constantes elásticas del acero son:

- Módulo de elasticidad: E = 210.000 N/mm²
- Módulo de rigidez: G = 81.000 N/mm²
- Coeficiente de Poisson: ν = 0,30
- Coeficiente de dilatación: $\alpha = 1.2 * 10^{-5}\ {}^{m}/_{m^{o}C}$
- Densidad: ρ = 78,5 kN/m³

2.3. CRITERIOS DE DIMENSIONADO Y COMBINACIÓN DE ACCIONES

Se adoptan los criterios del Documento Básico SE Seguridad Estructural, el análisis de la estructura se realiza por el método de los estados límites.

1º) Se definen las situaciones de dimensionado (apartado 3.1), las cuales se clasifican en:

- Persistentes (condiciones normales de uso)
- Transitorias (condiciones aplicables durante un tiempo limitado)
- Extraordinarias (condiciones excepcionales)

En esta obra se consideran los efectos de las acciones correspondientes a una situación persistente o transitoria que corresponde a las condiciones normales de uso.

2º) Se clasifican las acciones a considerar en el cálculo (apartado 3.3.2), que según su variación en el tiempo pueden ser:

- Acciones permanentes (peso propio, empujes del terreno y acciones reológicas).
- Acciones variables (uso o acciones climáticas)
- Acciones accidentales (sismo, incendio, impacto o explosión)

En este proyecto las acciones consideradas son el peso propio como carga permanente y las sobrecargas de viento como acciones variables. No hay acciones accidentales.

3º) Se determina el valor de cálculo de los efectos de las acciones tanto para el estado límite último como para el estado límite de servicio:

Estado límite último

El valor de cálculo de las cargas se determina según dos tipos de situaciones distintas:

Situación persistente o transitoria

Se define con las siguientes combinaciones:

$$\sum \gamma_G * G + \gamma_P * P + \gamma_{Q1} * Q_1 + \sum \gamma_{Qi} * \Psi_{0,i} * Q_i \text{ ;con } i \geq 2$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\sum \gamma_G * G$), incluido el pretensado ($\gamma_P * P$).
- Una acción variable cualquiera en valor de cálculo ($\gamma_{Q1} * Q_1$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente.
- El resto de las acciones variables, en valor de combinación ($\sum \gamma_{Qi} * \Psi_{0,i} * Q_i$)

Situación extraordinaria

Se define con las siguientes combinaciones:

$$\sum \gamma_G * G + \gamma_P * P + A_d + \gamma_Q * \Psi_1 * Q + \sum \gamma_{Qi} * \Psi_{2,i} * Q_i$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\sum \gamma_G * G$), incluido el pretensado ($\gamma_P * P$).
- Una acción accidental cualquiera en valor de cálculo (A_d), debiendo analizarse sucesivamente con cada una de ellas.
- Una acción variable cualquiera en valor de cálculo frecuente ($\gamma_Q * \Psi_1 * Q$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis para cada acción accidental considerada..
- El resto de las acciones variables, en valor de cálculo casi permanente ($\sum \gamma_{Qi} * \Psi_{2,i} * Q_i$)

Los valores de los coeficientes de seguridad γ se definen en la tabla 4.1 del DB SE.

Tipo de verificación	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		Desfavorable	**Favorable**
Resistencia	Permanente Peso propio, peso del terreno Empuje del terreno Presión del agua	 1.35 1.35 1.20	 0.80 0.70 0.90
	Variable	1.50	0
Estabilidad		**Desestabilizadora**	**Estabilizadora**
	Permanente Peso propio, peso del terreno Empuje del terreno Presión del agua	 1.10 1.35 1.05	 0.90 0.80 0.95
	Variable	1.50	0

En situación extraordinaria, todos los coeficientes de seguridad γ son iguales a cero si su efecto es favorable, o a la unidad si es desfavorable.

Los valores de los coeficientes de simultaneidad, Ψ, se definen en la tabla 4.2 del DB SE:

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
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 30kN (Categoría F)	0.7	0.7	0.6
Cubiertas transitables (Categoría G)	(1)		
Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0
Nieve			
Para altitudes > 1000m	0.7	0.5	0.2
Para altitudes < 1000m	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

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

Estados límite de servicio

Los efectos de las cargas se determinan con 3 tipos de combinaciones de acciones.

Combinación de acciones característica

Determina los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles:

$$\sum G + P + Q_1 + \sum \Psi_{0,i} * Q_i \quad ;\text{con } i \geq 2$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor característico (G), incluido el pretensado (P).

- Una acción variable cualquiera en valor característico (Q_1), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente.
- El resto de las acciones variables, en valor de combinación ($\Psi_{0,i} * Q_i$)

Combinación de acciones frecuente

Determina los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles:

$$\sum G + P + \Psi_{1,1} * Q_1 + \sum \Psi_{2,i} * Qi \text{ ;con } i \geq 2$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor característico (G), incluido el pretensado (P).
- Una acción variable cualquiera en valor frecuente ($\Psi_{1,1} * Q_1$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente.
- El resto de las acciones variables, en valor de casi permanente ($\Psi_{2,i} * Q_i$)

Combinación de acciones casi permanente

Determina los efectos debidos a las acciones de larga duración:

$$\sum G + P + \sum \Psi_{2,i} * Q_i \text{ ;con } i \geq 1$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor característico (G), incluido el pretensado (P).
- Todas las acciones variables en valor casi permanente ($\Psi_2 * Q_i$)

Flechas y desplazamientos horizontales admisibles

1- Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, ante cualquier combinación de acciones característica, y considerando solo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa debe ser menor que:

1/500 en pisos con tabiques frágiles.

1/400 en pisos con tabiques ordinarios.
1/300 en el resto de los casos.

Y el desplome debe ser menor de:
1/500 en desplome total.
1/250 en desplome local.

2- Cuando se considere el confort de los usuarios, ante cualquier combinación de acciones característica, y considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa debe ser menor que **1/350**.
3- Cuando se considere la apariencia de la obra, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa debe ser menor que **1/300** y el desplome relativo menor de **1/250**.

La combinación utilizada para este caso es:

La flecha activa se obtiene como la flecha total menos la que ya se ha producido en el momento en que se construye el elemento.
Para el cálculo se ha tenido en cuenta la inercia fisurada para calcular la flecha instantánea y se ha añadido el efecto de la fluencia para obtener la flecha diferida.
Las limitaciones que se han tomado son l/250 para las flechas total diferida y para la flecha activa.

2.4. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES

Coeficientes de minoración del hormigón

Los coeficientes parciales de seguridad, según la norma EHE, para los Estados Límites Últimos son:

Situación de proyecto	Hormigón	Acero pasivo y activo
Persistente o transitoria	$\gamma_C = 1.50$	$\gamma_S = 1.15$
Accidental	$\gamma_C = 1.30$	$\gamma_S = 1.00$

Coeficiente de minoración del acero estructural

El coeficiente parcial de seguridad para determinar la resistencia del acero, según el DB-SE-A, es de 1.05.

2.5. ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO

2.5.1. CARGAS GRAVITATORIAS

PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA
CARGA PERMANENTE POR DEPÓSITO AGUA = 10 kN/m^2 x mca
CARGA PERMANENTE MURO DE BLOCK = 2,0 kN/m^2
CARGA PERMANENTE CUBIERTA DECK = 0,2 kN/m^2
SOBRECARGA DE USO MANTENIMIENTO / NIEVE = 0,4 kN/m^2

2.5.2. ACCIONES EÓLICAS

La acción de viento se considera como una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, produciendo una presión estática "q_e" definida en el punto 3.3 del DB-SE-AE. Esta presión depende de la situación, la forma y la orientación de la construcción.

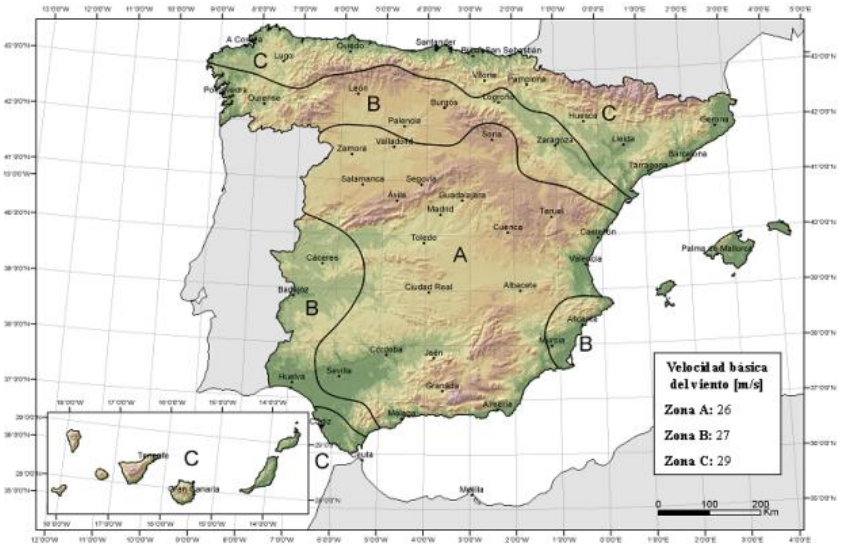
En este caso el estudio se centra en la zona de cubierta de la nave.

La sobrecarga de viento sobre un elemento superficial se obtiene de la expresión:

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

Siendo:

- q_b = la presión dinámica del viento, que en este caso adopta un valor de 0,52 kN/m^2, ya que el emplazamiento se encuentra situada en la zona C.



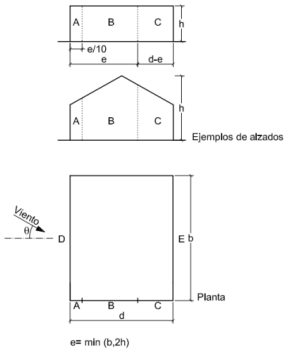
- **c_e** = el coeficiente de exposición, que es variable según la altura del punto considerado, y está en función del grado de aspereza del entorno.
  El entorno de la edificación se considera de grado IV, correspondiente a zona urbana en general, industrial o forestal, y la altura la estructura en su punto más alto es de 3,15 sobre la rasante.
  - C_e = 1,3

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

	Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
		3	6	9	12	15	18	24	30
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V	Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

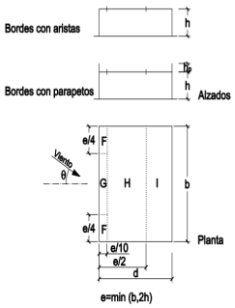
- **c_p** = el coeficiente eólico o de presión que depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento.

Paramentos Verticales



A (m^2)	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

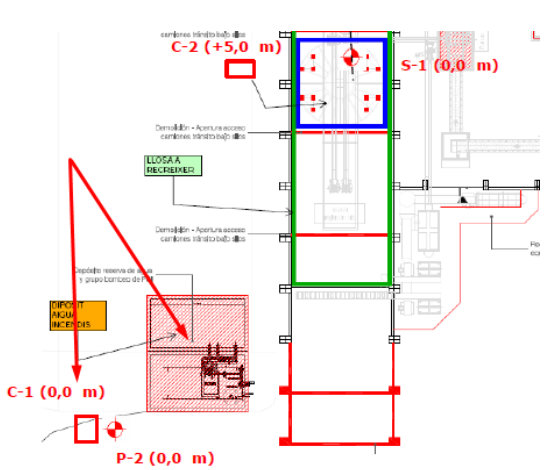
Cubierta a un agua

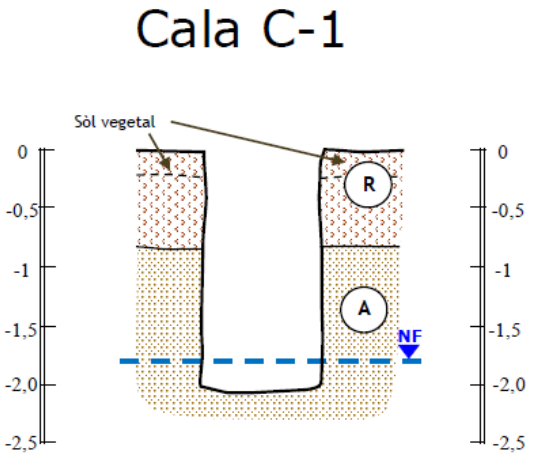


	h_p/h	A (m^2)	Zona (según figura), -45° < θ < 45°			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	0,2 -0,2
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	0,2 -0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	0,2 -0,2
	0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	0,2 -0,2

2.6. DATOS GEOTÉCNICOS

El estudio geotécnico no abarca completamente todas las zonas circundantes al la zona especifica de las obras concernientes a esta memoria de cálculo, pero se extrapolan los valores de los sondeos más cercanos para tener valores de referencia, que tendrán que ser validados al momento de la ejecución.





Capa	Tipus de sòl	Valor d'N_{SPT}	Valor d'N_P	Q_{ad} llosa armada	Q_{ad} sabata correguda	Q_{ad} Sabata aïllada
A	Granular	15 - 20	20 - 25	1,3 Kg/cm²	1,1 Kg/cm²	1,4 Kg/cm²
B	Granular	20 - 25	25 – 30	----	1,7 Kg/cm²	2,2 Kg/cm²

Capacidad portante del suelo (losas armadas): 1,3 kg/cm² = 0,13MPa

Agua con agresividad química, que requería hormigones resistentes al mismo.

Paràmetres	Resultats
pH	7,96 µpH
Magnesi	31 ppm Mg^{2+}
Amoni	2,1 ppm NH^{4+}
Sulfats	507 ppm SO_4^{2-}
CO_2 agressiu	0 mg/l
Residu sec	1.644 mg/l
Conductivitat a 25ºC	2.580 µS/cm
Duresa total	965 ppm CO_3Ca
Bicarbonats	213,5 ppm CO_3H^-
Clorurs	529 ppm Cl^-
Calci	336 ppm Ca^{2+}

Aquesta aigua es classifica com ***Qa*** en la taula d'agressivitat química en front a l'exposició ambiental.

3. ESTRUCTURA

El hormigón de cimentación, por su posible contacto con el nivel freático con ataque químico,, deberá de ser:

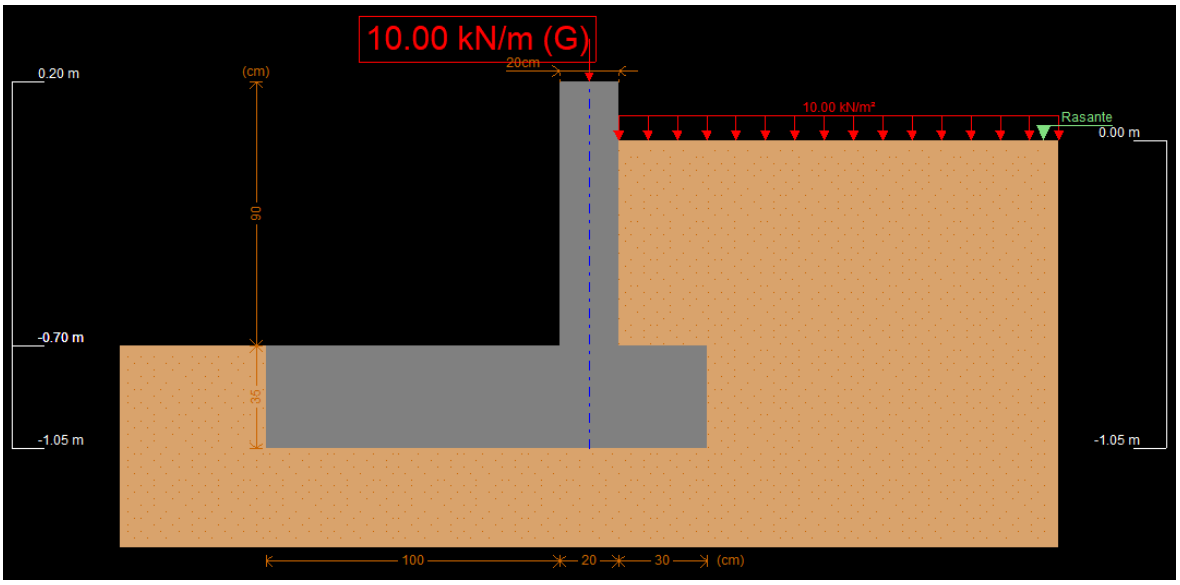
HA-30/B/20/IIa+Qa

3.1. COMPROBACIONES ESTRUCTURALES

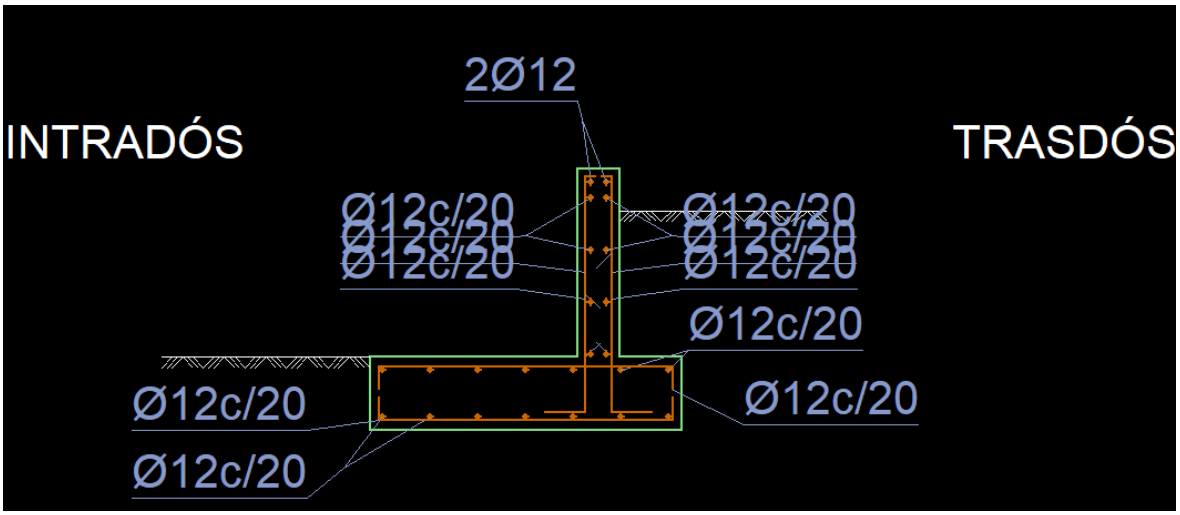
3.1.1. LOSA CASETA PCI Y CUBIERTA

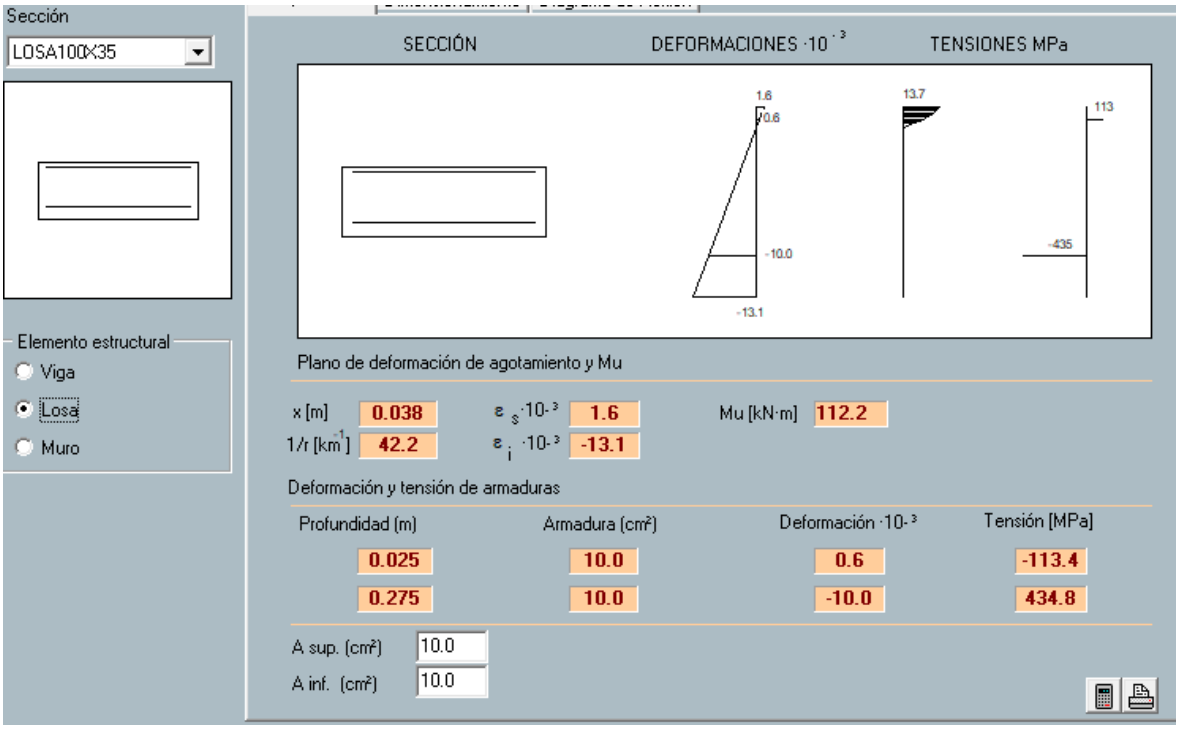
LOSA Y ARMADO DE MURO

Se puede asimilar que la carga pésima será en la zona de transferencia de cargas del muro (bajada de cargas de cubierta y empuje tierras trasdós por banqueta de tránsito), por lo que verificando la losa como zapata de muro, con un ancho de banda que reparte las tensiones en el terreno, tendríamos el siguiente esquema estático y su comprobación:



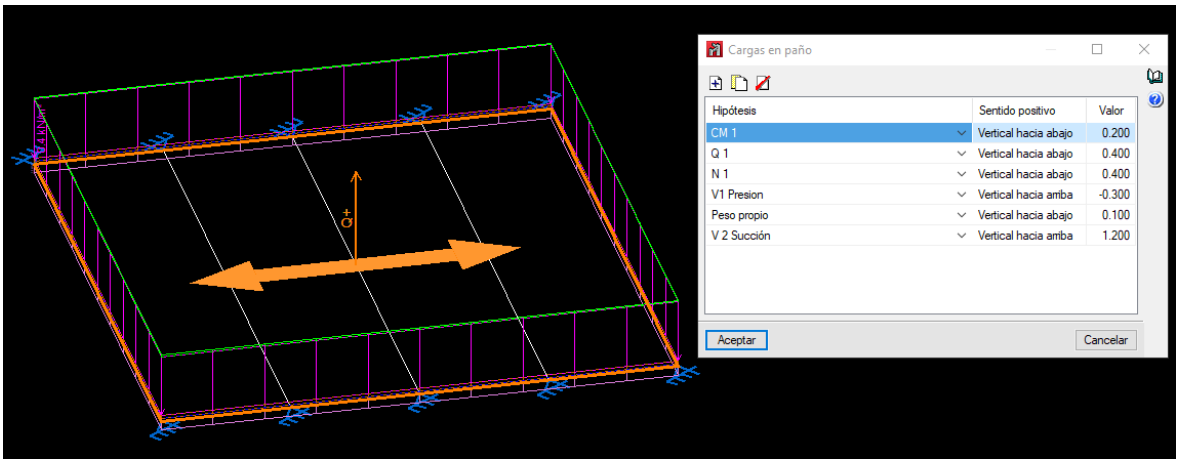
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media:	Máximo: 0.13 MPa Calculado: 0.0234 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0.1625 MPa Calculado: 0.0394 MPa	Cumple

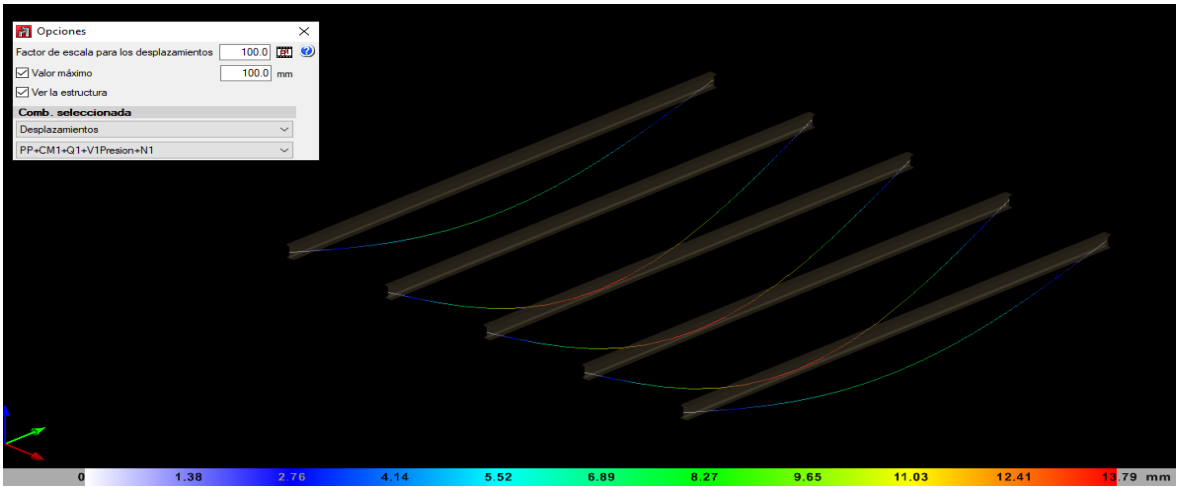




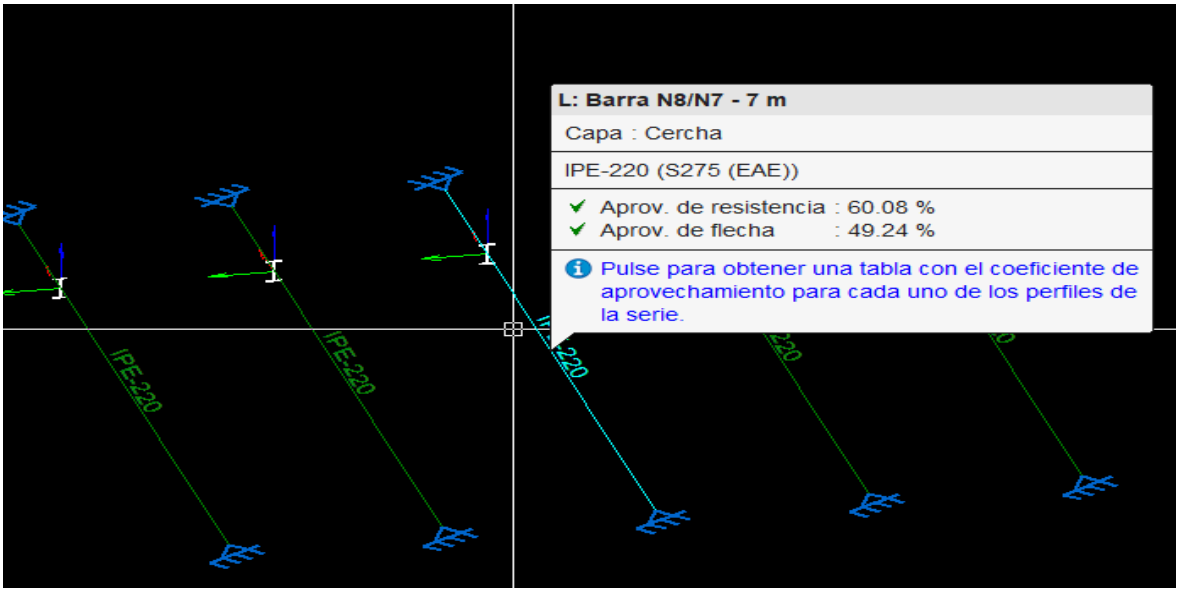
El armado y la sección soportan un momento último de 112,2 kN*m, que es necesario para una eventual subida del nivel freático y la cuantía mínima.

CUBIERTA





CUMPLIMIENTO ELU Y ELS



3.1.1. LOSA PARA DEPÓSITO PCI

La carga máxima transmitida al terreno portantes será el peso de la cimentación más el peso del agua del depósito lleno.

Capa de hormigón pobre de 10cm de espesor= 2,5 kN/m^2

Losa de cimentación de 60cm de espesor= 15 kN/m^2

Peso agua (metro columna agua 2,44m)= 2,44 kN/m^2

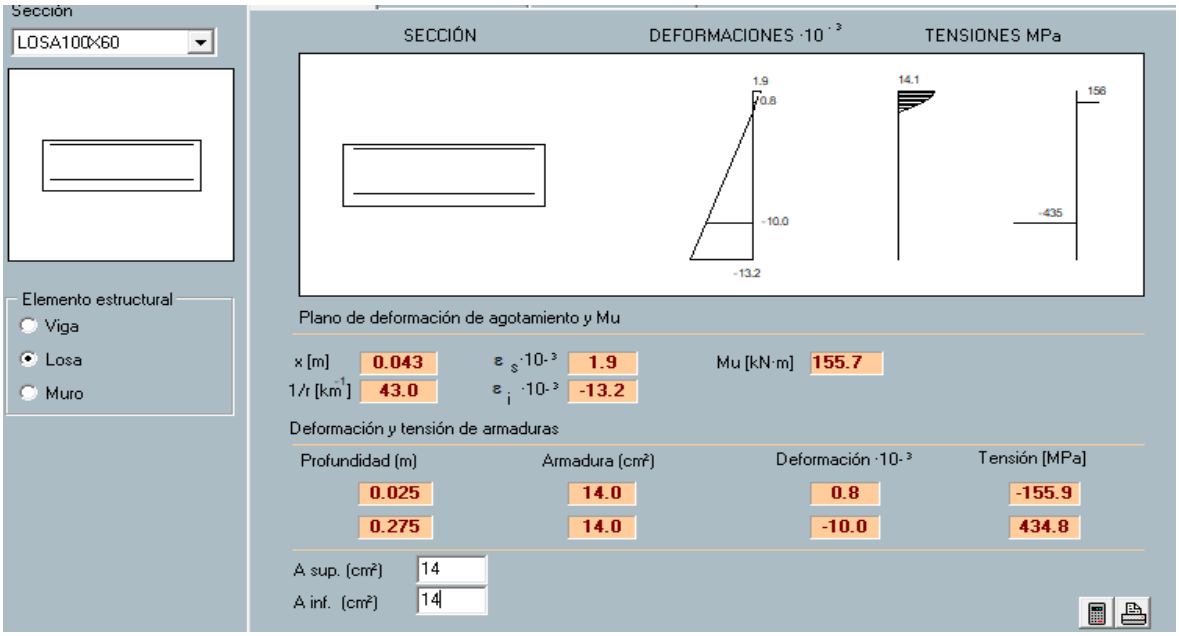
Total= 19,94 kN/m2

El terreno portante resiste 1,3 kg/cm^2, que son 130 kN/m^2.

∴CUMPLE

No hay cargas puntuales, ni tensiones concentradas, pero se considera como un lastre, por los vientos que pueda recibir el depósito al estar vacio y que le generaría un momento volcador.

ARMADO DE LOSA
(Flexión por momento volcador y cuantía mínima)



La sección resiste un momento de 155,7 kN*m.
Se cumplen las cuantías mínimas con el armado propuesto de barras diámetro 16 a cada 15cm.

∴CUMPLE

ANEXOS

LISTADOS DE COMPROBACIONES ESTRUCTURALES

Terrassa, 2 de Abril de 2022

El Promotor

Enric Torrella Corbera

Ingeniero Industrial, col. 17.191

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES..... 2
2. ACCIONES..... 2
3. DATOS GENERALES..... 2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO..... 2
5. GEOMETRÍA..... 3
6. ESQUEMA DE LAS FASES..... 3
7. CARGAS..... 3
8. RESULTADOS DE LAS FASES..... 3
9. COMBINACIONES..... 4
10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO..... 5
11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA..... 5
12. MEDICIÓN..... 8

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-30, Yc=1.5
Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15
Tipo de ambiente: Clase Qa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 3.5 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 3.5 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2. ACCIONES

Empuje en el intradós: Pasivo
Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m
Enrase: Sin enrase
Longitud del muro en planta: 10.00 m
Sin juntas de retracción
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 33 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 33 %
Evacuación por drenaje: 100 %
Porcentaje de empuje pasivo: 100 %
Cota empuje pasivo: 0.50 m
Tensión admisible: 0.130 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.45

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - Relleno	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 24.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.39 Pasivo intradós: 2.93

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
Capa R	Densidad aparente: 19.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 24.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.39 Pasivo intradós: 2.93

RELLENO EN TRASDÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
Relleno	Densidad aparente: 17.66 kN/m³ Densidad sumergida: 10.79 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.30 Pasivo intradós: 4.07

5. GEOMETRÍA

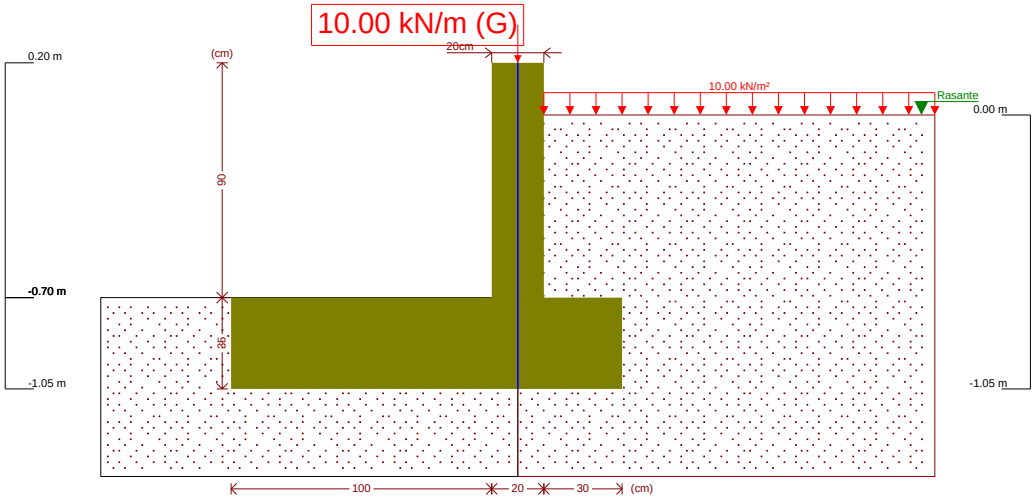
MURO

Altura: 0.90 m
Espesor superior: Intradós: 10.0 cm / Trasdós: 10.0 cm
Espesor inferior: Intradós: 10.0 cm / Trasdós: 10.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 35 cm
Vuelos intradós / trasdós: 100.0 / 30.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase Original + Uso

7. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 10 kN/m²	Fase Original + Uso	Fase Original + Uso

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE ORIGINAL + USO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.20	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.12	10.39	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.06	11.31	0.25	0.00	4.35	0.00
-0.15	11.81	0.67	0.04	5.05	0.00
-0.24	12.32	1.16	0.11	5.75	0.00
-0.33	12.84	1.70	0.23	6.45	0.00
-0.42	13.36	2.32	0.41	7.15	0.00
-0.51	13.90	2.99	0.64	7.84	0.00
-0.60	14.44	3.73	0.93	8.54	0.00
-0.69	15.00	4.53	1.29	9.24	0.00
Máximos	15.06 Cota: -0.70 m	4.62 Cota: -0.70 m	1.33 Cota: -0.70 m	9.32 Cota: -0.70 m	0.00 Cota: 0.20 m
Mínimos	10.00 Cota: 0.20 m	0.00 Cota: 0.20 m	-0.00 Cota: -0.01 m	0.00 Cota: 0.20 m	0.00 Cota: 0.20 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.20	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.12	10.39	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	10.83	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.06	11.28	0.01	0.00	0.47	0.00
-0.15	11.73	0.09	0.00	1.17	0.00
-0.24	12.19	0.22	0.01	1.86	0.00
-0.33	12.66	0.42	0.04	2.56	0.00
-0.42	13.14	0.69	0.09	3.26	0.00
-0.51	13.62	1.01	0.16	3.96	0.00
-0.60	14.12	1.40	0.26	4.66	0.00
-0.69	14.62	1.85	0.40	5.36	0.00
Máximos	14.68 Cota: -0.70 m	1.90 Cota: -0.70 m	0.42 Cota: -0.70 m	5.44 Cota: -0.70 m	0.00 Cota: 0.20 m
Mínimos	10.00 Cota: 0.20 m	0.00 Cota: 0.20 m	-0.00 Cota: -0.03 m	0.00 Cota: 0.20 m	0.00 Cota: 0.20 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

1 - Carga permanente
2 - Empuje de tierras
3 - Sobrecarga

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.35	1.00	
3	1.00	1.50	
4	1.35	1.50	
5	1.00	1.00	1.50
6	1.35	1.00	1.50
7	1.00	1.50	1.50
8	1.35	1.50	1.50

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis		
Combinación	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 2Ø12 Anclaje intradós / trasdós: 15 / 15 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12c/20 Solape: 0.3 m	Ø12c/20	Ø12c/20 Solape: 0.5 m	Ø12c/20
ZAPATA				
Armadura	Longitudinal	Transversal		
Superior	Ø12c/20	Ø12c/20 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm		
Inferior	Ø12c/20	Ø12c/20 Patilla intradós / trasdós: 20 / 20 cm		
Longitud de pata en arranque: 50 cm				

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: Muro T2 - h=1m v3 (Muro de contención - Deposito Semesa PCI)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*	Máximo: 295.6 kN/m Calculado: 6.9 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1* - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 18.8 cm Calculado: 18.8 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1* - Trasdós:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	 Cumple

Referencia: Muro: Muro T2 - h=1m v3 (Muro de contención - Deposito Semesa PCI)		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0016	
- Trasdós (-0.70 m):	Calculado: 0.00282	Cumple
- Intradós (-0.70 m):	Calculado: 0.00282	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*	Mínimo: 0.00056	
- Trasdós:	Calculado: 0.00282	Cumple
- Intradós:	Calculado: 0.00282	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-0.70 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00282	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-0.70 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184 Calculado: 0.00282	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-0.70 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00282	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (-0.70 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00282	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós, vertical:	Calculado: 17.6 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 17.6 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 124.8 kN/m Calculado: 4.8 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.42 m Calculado: 0.5 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.3 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 15 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 10 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 2.2 cm² Calculado: 2.2 cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -0.70 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -0.70 m		

Referencia: Muro: Muro T2 - h=1m v3 (Muro de contención - Deposito Semesa PCI)		
Comprobación	Valores	Estado
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -0.70 m, Md: 2.00 kN·m/m, Nd: 15.38 kN/m, Vd: 6.93 kN/m, Tensión máxima del acero: 10.233 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -0.55 m		

Referencia: Zapata corrida: Muro T2 - h=1m v3 (Muro de contención - Deposito Semesa PCI)		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: - Coeficiente de seguridad al vuelco: *Valor introducido por el usuario.*	Mínimo: 1.8 Calculado: 9.88	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media:	Máximo: 0.13 MPa Calculado: 0.0234 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0.1625 MPa Calculado: 0.0394 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*	Calculado: 5.65 cm²/m	
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 0.01 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0.08 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 0.36 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 207.7 kN/m	
- Trasdós:	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Intradós:	Calculado: 6 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 29.1 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 29.1 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	

Referencia: Zapata corrida: Muro T2 - h=1m v3 (Muro de contención - Deposito Semesa PCI)		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00161	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00161	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00161	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00161	Cumple
Cuantía mecánica mínima:	Calculado: 0.00161	
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00015	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 1.09 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 4.70 kN·m/m		

12. MEDICIÓN

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)	51x1.01 51x0.90	51.51 45.73
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	6x9.86 6x8.75	59.16 52.52
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)	51x1.01 51x0.90	51.51 45.73
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	6x9.86 6x8.75	59.16 52.52
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)	2x9.86 2x8.75	19.72 17.51
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)	51x1.75 51x1.55	89.25 79.24
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	8x9.86 8x8.75	78.88 70.03
Armadura superior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)	51x1.95 51x1.73	99.45 88.30

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	8x9.86 8x8.75	78.88 70.03
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (kg)	51x1.09 51x0.97	55.59 49.35
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)	51x1.29 51x1.15	65.79 58.41
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	708.90 629.37	 629.37
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	779.79 692.31	 692.31

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m³)	
Elemento	Ø12	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: Muro	692.31	7.05	1.50
Totales	692.31	7.05	1.50

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: EAE 2011

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Acero laminado	EAE Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

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

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Acero laminado: EAE 2011

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

1.2.2. Combinaciones

- Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
CM 1	CM 1
Q 1	Q 1
V1 Presion	V1 Presion
V 2 Succión	V 2 Succión
N 1	N 1

- E.L.U. de rotura. Acero laminado

Comb.	PP	CM 1	Q 1	V1 Presion	V 2 Succión	N 1
1	1.000	1.000				
2	1.350	1.000				
3	1.000	1.350				
4	1.350	1.350				
5	1.000	1.000	1.500			
6	1.350	1.000	1.500			
7	1.000	1.350	1.500			
8	1.350	1.350	1.500			
9	1.000	1.000		1.500		
10	1.350	1.000		1.500		
11	1.000	1.350		1.500		
12	1.350	1.350		1.500		
13	1.000	1.000	1.500	0.900		
14	1.350	1.000	1.500	0.900		
15	1.000	1.350	1.500	0.900		
16	1.350	1.350	1.500	0.900		
17	1.000	1.000			1.500	
18	1.350	1.000			1.500	
19	1.000	1.350			1.500	
20	1.350	1.350			1.500	
21	1.000	1.000	1.500		0.900	
22	1.350	1.000	1.500		0.900	
23	1.000	1.350	1.500		0.900	
24	1.350	1.350	1.500		0.900	
25	1.000	1.000				1.500
26	1.350	1.000				1.500
27	1.000	1.350				1.500
28	1.350	1.350				1.500
29	1.000	1.000		0.900		1.500
30	1.350	1.000		0.900		1.500
31	1.000	1.350		0.900		1.500
32	1.350	1.350		0.900		1.500
33	1.000	1.000			0.900	1.500
34	1.350	1.000			0.900	1.500
35	1.000	1.350			0.900	1.500
36	1.350	1.350			0.900	1.500
37	1.000	1.000	1.500			0.750
38	1.350	1.000	1.500			0.750
39	1.000	1.350	1.500			0.750
40	1.350	1.350	1.500			0.750
41	1.000	1.000		1.500		0.750
42	1.350	1.000		1.500		0.750
43	1.000	1.350		1.500		0.750
44	1.350	1.350		1.500		0.750
45	1.000	1.000	1.500	0.900		0.750
46	1.350	1.000	1.500	0.900		0.750
47	1.000	1.350	1.500	0.900		0.750

Comb.	PP	CM 1	Q 1	V1 Presion	V 2 Succión	N 1
48	1.350	1.350	1.500	0.900		0.750
49	1.000	1.000			1.500	0.750
50	1.350	1.000			1.500	0.750
51	1.000	1.350			1.500	0.750
52	1.350	1.350			1.500	0.750
53	1.000	1.000	1.500		0.900	0.750
54	1.350	1.000	1.500		0.900	0.750
55	1.000	1.350	1.500		0.900	0.750
56	1.350	1.350	1.500		0.900	0.750

- Desplazamientos

Comb.	PP	CM 1	Q 1	V1 Presion	V 2 Succión	N 1
1	1.000	1.000				
2	1.000	1.000		1.000		
3	1.000	1.000			1.000	
4	1.000	1.000				1.000
5	1.000	1.000		1.000		1.000
6	1.000	1.000			1.000	1.000
7	1.000	1.000	1.000			
8	1.000	1.000	1.000	1.000		
9	1.000	1.000	1.000		1.000	
10	1.000	1.000	1.000			1.000
11	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000
12	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	11.500	-27.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	18.000	-27.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	11.500	-34.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	18.000	-34.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	13.125	-27.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	13.125	-34.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	14.750	-27.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	14.750	-34.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N9	16.375	-27.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	16.375	-34.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (EAE)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
a_t: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (EAE)	N6/N5	N6/N5	IPE-220 (IPE)	7.000	1.00	1.00	3.500	7.000
		N8/N7	N8/N7	IPE-220 (IPE)	7.000	1.00	1.00	3.500	7.000
		N10/N9	N10/N9	IPE-220 (IPE)	7.000	1.00	1.00	3.500	7.000
		N3/N1	N3/N1	IPE-220 (IPE)	7.000	1.00	1.00	3.500	7.000
		N4/N2	N4/N2	IPE-220 (IPE)	7.000	1.00	1.00	3.500	7.000

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N6/N5, N8/N7, N10/N9, N3/N1 y N4/N2

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm^2)	Avy (cm^2)	Avz (cm^2)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (EAE)	1	IPE-220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2770.00	205.00	9.15

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275 (EAE)	N6/N5	IPE-220 (IPE)	7.000	0.023	183.53
		N8/N7	IPE-220 (IPE)	7.000	0.023	183.53
		N10/N9	IPE-220 (IPE)	7.000	0.023	183.53
		N3/N1	IPE-220 (IPE)	7.000	0.023	183.53
		N4/N2	IPE-220 (IPE)	7.000	0.023	183.53

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275 (EAE)	IPE	IPE-220	35.000	35.000	35.000	0.117	0.117	0.117	917.66	917.66	917.66

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
IPE	IPE-220	0.868	35.000	30.387
			Total	30.387

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N6/N5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.500 3.500	13.79 L/507.7	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.500 3.500	20.35 L/527.4
N8/N7	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.500 3.500	13.79 L/507.7	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.500 3.500	20.35 L/527.4
N10/N9	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.500 3.500	13.79 L/507.7	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.500 3.500	20.35 L/527.4
N3/N1	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.500 3.500	7.59 L/921.7	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.500 3.500	10.18 L/(>1000)
N4/N2	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.500 3.500	7.59 L/921.7	0.000 -	0.00 L/(>1000)	3.500 3.500	10.18 L/(>1000)

2.2.1.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (EAE 2011)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N6/N5	N.P.[1]	x: 0.438 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.[2]	N_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	x: 3.5 m η = 60.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[3]	x: 0 m η = 4.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.[4]	x: 0.438 m η < 0.1	N.P.[5]	N.P.[6]	N.P.[7]	M_{Ed} = 0.00 N.P.[8]	N.P.[9]	N.P.[9]	CUMPLE h = 60.1
N8/N7	N.P.[1]	x: 0.438 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.[2]	N_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	x: 3.5 m η = 60.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[3]	x: 0 m η = 4.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.[4]	x: 0.438 m η < 0.1	N.P.[5]	N.P.[6]	N.P.[7]	M_{Ed} = 0.00 N.P.[8]	N.P.[9]	N.P.[9]	CUMPLE h = 60.1
N10/N9	N.P.[1]	x: 0.438 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.[2]	N_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	x: 3.5 m η = 60.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.[3]	x: 0 m η = 4.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.[4]	x: 0.438 m η < 0.1	N.P.[5]	N.P.[6]	N.P.[7]	M_{Ed} = 0.00 N.P.[8]	N.P.[9]	N.P.[9]	CUMPLE h = 60.1
N3/N1	N.P.[1]	x: 0.438 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.[2]	N_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	x: 3.5 m η = 26.5	M_{Ed} = 0.00 N.P.[3]	x: 0 m η = 2.4	V_{Ed} = 0.00 N.P.[4]	x: 0.438 m η < 0.1	N.P.[5]	N.P.[6]	N.P.[7]	M_{Ed} = 0.00 N.P.[8]	N.P.[9]	N.P.[9]	CUMPLE h = 26.5
N4/N2	N.P.[1]	x: 0.438 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.[2]	N_{Ed} = 0.00 N.P.[1]	x: 3.5 m η = 26.5	M_{Ed} = 0.00 N.P.[3]	x: 0 m η = 2.4	V_{Ed} = 0.00 N.P.[4]	x: 0.438 m η < 0.1	N.P.[5]	N.P.[6]	N.P.[7]	M_{Ed} = 0.00 N.P.[8]	N.P.[9]	N.P.[9]	CUMPLE h = 26.5

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
I_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
[2] La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
[3] La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
[4] La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
[5] No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
[6] No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
[7] No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
[8] La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
[9] No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.