
ANEJO Nº 27: CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ÍNDICE

1.	ARQUETA DE TOMA DE FONDO	5
1.1.	INTRODUCCIÓN	5
1.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL	5
1.3.	NORMAS	6
1.4.	CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES	6
1.5.	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	7
1.6.	MODELO DE CÁLCULO	8
1.7.	HIPÓTESIS SIMPLES	8
1.8.	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES	9
1.9.	COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES	9
1.10.	CÁLCULOS POR ORDENADOR	10
1.11.	ACCIONES	11
1.12.	RESULTADOS	13
2.	ARQUETA DE FILTROS DE CADENAS Y VÁLVULAS	14
2.1.	INTRODUCCIÓN	14
2.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL	14
2.3.	NORMAS	16
2.4.	CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES	16
2.5.	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	17
2.6.	MODELO DE CÁLCULO	18
2.7.	HIPÓTESIS SIMPLES	19
2.8.	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES	19
2.9.	COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES	19
2.10.	CÁLCULOS POR ORDENADOR	20
2.11.	ACCIONES	21
2.12.	RESULTADOS	23
3.	ARQUETA DE VERTIDO AL CANAL	24
3.1.	INTRODUCCIÓN	24
3.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL	24
3.3.	NORMAS	26
3.4.	CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES	26
3.5.	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	27
3.6.	MODELO DE CÁLCULO	28
3.7.	HIPÓTESIS SIMPLES	28

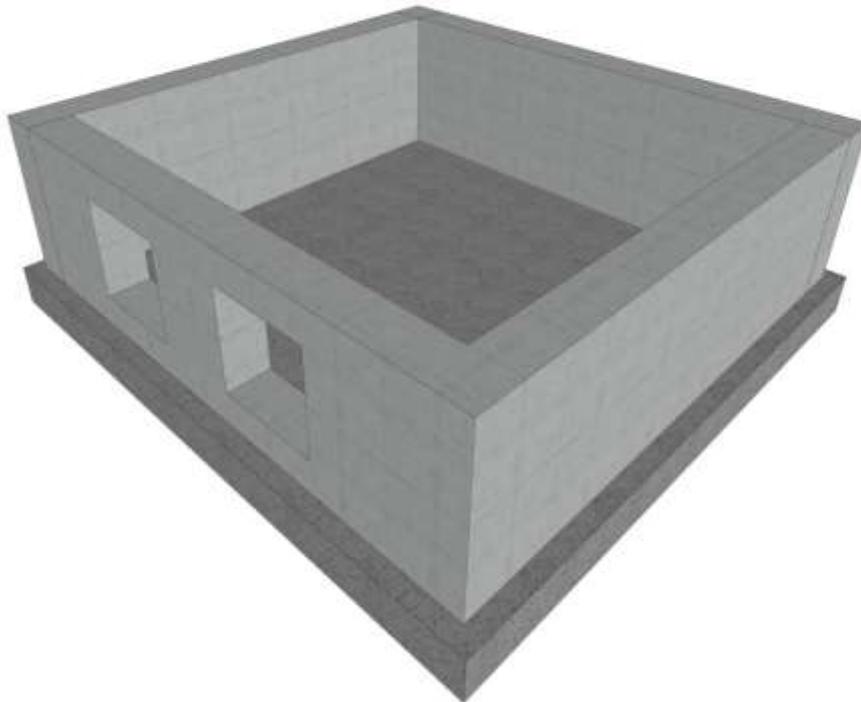
3.8.	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES	29
3.9.	COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES	29
3.10.	CÁLCULOS POR ORDENADOR	30
3.11.	ACCIONES	31
3.12.	RESULTADOS	33
4.	ARQUETA CONEXIÓN DESAGÜES	34
4.1.	INTRODUCCIÓN	34
4.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL	34
4.3.	NORMAS	35
4.4.	CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES	35
4.5.	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	37
4.6.	MODELO DE CÁLCULO	37
4.7.	HIPÓTESIS SIMPLES	38
4.8.	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES	38
4.9.	COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES	39
4.10.	CÁLCULOS POR ORDENADOR	40
4.11.	ACCIONES	41
4.12.	RESULTADOS	43
5.	PASO BAJO DIQUE	44
5.1.	INTRODUCCIÓN	44
5.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL	44
5.3.	NORMAS	44
5.4.	CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES	45
5.5.	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	46
5.6.	MODELO DE CÁLCULO	46
5.7.	HIPÓTESIS SIMPLES	47
5.8.	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES	47
5.9.	COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES	48
5.10.	CÁLCULOS POR ORDENADOR	49
5.11.	ACCIONES	50
5.12.	RESULTADOS	52
6.	ARQUETA CONEXIÓN DRENESS	53
6.1.	INTRODUCCIÓN	53
6.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL	53
6.3.	NORMAS	54
6.4.	CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES	54
6.5.	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	56
6.6.	MODELO DE CÁLCULO	56
6.7.	HIPÓTESIS SIMPLES	57

6.8.	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES	57
6.9.	COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES	58
6.10.	CÁLCULOS POR ORDENADOR	59
6.11.	ACCIONES	60
6.12.	RESULTADOS	61
APÉNDICE 1: ARQUETA TOMA DE FONDO		63
APÉNDICE 2: ARQUETA DE FILTROS DE CADENAS Y VÁLVULAS.....		66
APÉNDICE 3: ARQUETA VERTIDO AL CANAL		76
APÉNDICE 4: ARQUETA CONEXIÓN DE DESAGÜES		79
APÉNDICE 5: PASO BAJO DIQUE		82
APÉNDICE 6: ARQUETA CONEXIÓN DE DRENES		85

1. ARQUETA DE TOMA DE FONDO

1.1. INTRODUCCIÓN

Se proyecta la arqueta de toma de fondo en la balsa. La estructura se realizará con hormigón armado.



1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL

Se trata de una arqueta de planta rectangular con medidas interiores de 5,80 x 5,50 m, y una profundidad de 2 m. En una de sus caras se realizan dos pasatubos para salida de tubería de 1200 mm de diámetro.

Tanto los muros como la losa maciza de hormigón armado tienen un espesor de 50 cm para evitar la flotabilidad de la arqueta si aumenta el nivel freático.

El armado de los muros y de la losa se detalla en los planos correspondientes.

1.3. NORMAS

Las instrucciones y Normas que serán de aplicación a las estructuras incluidas en el presente apartado, son las que a continuación se indican:

- Código estructural
- CTE. Documento Básico SE-C: Seguridad Estructural Cimientos
- NCSE-02, Norma de Construcción Sismorresistente

1.4. CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES

ACERO PARA ARMAR

El acero empleado en las armaduras será el B-500 S cuyas características mínimas garantizadas son:

- Límite elástico, f_y (N/mm²): ≥ 500
- Carga unitaria de rotura, f_s (N/mm²): ≥ 550
- Alargamiento de rotura, ϵ_u (%): ≥ 12
- Alargamiento total bajo Carga máxima, ϵ_{max} (%):
- Acero en barra: $\geq 5,0$
- Acero en rollo: $\geq 7,5$
- Relación f_s/f_y : $\geq 1,05$

HORMIGÓN

Se emplearán los siguientes tipos de hormigones en la construcción de esta obra:

- Hormigón de limpieza: HM-15/B/20/XC2+XA1
- Hormigón para muros: HA-25/P/20/ XC2+XA1
- Hormigón losas de cimentación: HA-25/P/20/ XC2+XA1

El hormigón HM-15/B/20 presenta las siguientes características:

- Hormigón de limpieza: HM-15 MPa
- Consistencia: Blanda
- Tamaño máximo árido: 20 mm
- Clase general de exposición: IIa
- Clase específica de exposición: Qa
- Resistencia característica: $f_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$ (15 MPa)

El hormigón HA-25/P/20/IIa+Qa presenta las siguientes características:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| - Hormigón | HA-25 |
| - Consistencia | Plástica |
| - Tamaño máximo árido | 20 mm |
| - Clase general de exposición | XC2 |
| - Clase específica de exposición | XA1 |
| - Resistencia característica: | $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ (25 MPa) |

El control de ejecución de la obra será in situ y normal para los elementos armados y para la cimentación. Para garantizar la durabilidad del hormigón deberá realizarse un adecuado control del recubrimiento mediante la adecuada disposición de separadores.

La abertura máxima de fisuras para la clase de exposición XC2+XA1 será $W_{max} = 0,3 \text{ mm}$.

Se emplea acero para armaduras de cimentación B 500S, con un límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$. En el caso de mallas electrosoldadas de reparto, se utilizará un acero B-500T, con un límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$.

1.5. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Se toma como partida el estudio geotécnico, así como sus recomendaciones posteriores. Por ello, se considera para cálculo en este terreno las siguientes características:

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| - Terreno: | GRAVAS Y BOLOS |
| - Densidad aparente: | $2,2 \text{ t/m}^3$ |
| - Ángulo rozamiento interno: | 34° |
| - Tensión admisible del terreno: | $2,5 \text{ kp/cm}^2$ |
| - Nivel freático | A cota de coronación de muro |

El nivel freático se ha considerado que puede llegar hasta cota 0, con lo que se ha tenido en cuenta en los cálculos, suponiendo una evacuación por drenaje de tan solo el 1%, quedando de esta manera del lado de la seguridad.

Se ha considerado para el cálculo de la losa y zapatas corridas de cimentación un coeficiente de balasto $K=16000 \text{ kN /m}^3$, resultando de los datos del estudio geotécnico.

1.6. MODELO DE CÁLCULO

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: estructura metálica, muros, zapatas y losas.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden con unas características mecánicas calculadas con las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

Las **losas de cimentación**: se calculan como losas macizas flotantes cuya discretización se realiza en mallas de elementos tipo barra de tamaño máximo 25 cm y se efectúa una condensación estática (método exacto) de todos los grados de libertad, con muelles cuya constante se define a partir del coeficiente de balasto.

Los **muros**: la discretización efectuada es por elementos finitos tipo lámina gruesa tridimensional, que considera la deformación cortante. Están formados por seis nodos, en los vértices y en los puntos medios de los lados, con seis grados de libertad cada uno. Su forma es triangular y se realiza un mallado del muro en función de las dimensiones, geometría, huecos, generándose un mallado con refinamiento en zonas críticas, lo que reduce el tamaño de los elementos en las proximidades de ángulos, bordes y singularidades.

Las estructuras metálicas dispondrán siempre de 6 grados de libertad por nudo.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden con unas características mecánicas calculadas con las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

1.7. HIPÓTESIS SIMPLES

Se han considerado las siguientes hipótesis de acciones según el CTE:

- Peso propio de los elementos
- Sobrecarga de uso
- Viento
- Nieve

1.8. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES

HORMIGONES

Tabla 2.1. Coeficientes seguridad Hormigón

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	20	27264

ACEROS POR ELEMENTO Y POSICIÓN (BARRAS)

Tabla 2.2. Coeficientes seguridad acero barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

ACEROS EN PERFILES

Tabla 2.3. Coeficientes seguridad acero perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)	γ_{MO}
Acero conformado	S 235	235	210	1,0
Acero laminado	S275 (EC)	275	210	1,0

1.9. COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES

ESTADOS LÍMITE:

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero conformado	EAE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

Tensiones sobre el terreno

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

Desplazamientos

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

1.10. CÁLCULOS POR ORDENADOR

Desde el punto de vista del modelo de cálculo se ha organizado la estructura mediante pórticos rígidos transversales, con pilares empotrados totalmente sobre los muros de hormigón. Las viguetas de cubierta se consideran continuas y apoyadas en las vigas transversales principales. El dimensionamiento de todos los elementos de la estructura está reflejado en los planos correspondientes.

El programa usado para la verificación de la estructura ha sido Cype (versión 2024b - Nº de Licencia: 168703) concebido para realizar el cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado integrando el cálculo de sistemas de barras con muros y cimentaciones en edificios sometidos a acciones verticales y horizontales. Los soportes pueden ser pilares de hormigón armado, metálicos, de materiales genéricos, pantallas de hormigón armado, muros de hormigón armado con o sin empujes horizontales y muros de fábrica. La cimentación puede ser fija o flotante mediante vigas y losas de cimentación. Asimismo, el programa implementa la aplicación de la norma NCSE-02 de acuerdo al análisis modal espectral.

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formado por todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas de hormigón armado, muros, vigas y forjados.

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diagrama rígido).

El cálculo de los muros se ha realizado mediante elementos finitos con láminas de hormigón, donde se han tenido en cuenta el empuje del terreno, considerando la acción del nivel freático. Una vez calculados los esfuerzos en los muros y las losas de cimentación, mediante el propio programa CypeCad, se han calculado los armados teniendo en cuenta los resultados obtenidos para estos muros.

Las comprobaciones y cálculos de la Arqueta de toma de fondo figuran en el apéndice del presente Anejo: APÉNDICE 1: ARQUETA DE TOMA DE FONDO

1.11. ACCIONES

Los valores adoptados en el cálculo se ajustan a lo prescrito en el CTE DB-AE (Documento Básico Acciones en la edificación perteneciente al Código Técnico de la Edificación), la norma NSCE (Norma de construcción sismorresistente).

Las cargas que se consideran son las previstas para que la estructura las soporte al entrar en servicio una vez terminada. No se podrán cargar los elementos estructurales con valores iguales o superiores durante la ejecución de la obra.

ACCIONES GRAVITATORIAS

Las cargas producidas por los pesos que gravitan sobre un elemento resistente pueden ser de origen permanente o variable. Las acciones gravitatorias permanentes son el peso propio y las acciones debidas al terreno. Las acciones gravitatorias variables, son las debidas a la sobrecarga de uso y la carga de nieve.

Además, se tienen en cuenta las cargas puntuales o lineales de elementos singulares como cerramientos de fachada o medianería, escaleras y rampas, divisiones pesadas, jardineras, terrazas, etc. que exigen refuerzos especiales, tal como se recoge en planos de estructura.

PESOS ESPECÍFICOS DE MATERIALES

Se detallan pesos de algunos materiales básicos que intervienen en la construcción, tomados del DB-AE y de la documentación técnica de los productos según los datos del fabricante.

- Acero laminado: 78.50 kN/m³
- Hormigón armado: 25 kN/m³

ACCIONES GRAVITATORIAS Y SOBRECARGAS SOBRE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

CUBIERTA:

Agua en la arqueta (estado llena)

ACCIONES GRAVITATORIAS Y SOBRECARGAS

Acción del agua sobre la losa de cimentación de la arqueta: 19,60 kN/m².

Leyes de presiones sobre muros:

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Terreno	Cargas muertas	Con nivel freático: Cota 0.00 m Con relleno: Cota 0.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida 11.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno 38.00 Grados Evacuación por drenaje 1.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 10.00 kN/m ²	M1, M2, M3, M4

Leyes de presiones genéricas					
Referencia	Hipótesis	Presión		Descripción	Muro
		Cota (m)	Valor (kN/m ²)		
Agua	Cargas muertas	-2.00	19.6		-
		0.00	0.0		

ACCIONES DEL VIENTO

No es de aplicación en este caso.

ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS

Debido a las dimensiones de la edificación se prevé una junta de dilatación en la nave de la estación de bombeo, en la situación indicada en los planos.

ACCIONES SÍSMICAS

Tal y como recoge el anejo 1 de la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, León se encuentra en una zona sísmica con una aceleración básica de valor menor a 0,04·g. La construcción se cataloga como de importancia normal según el apartado 1.2.2. de la norma, todo esto hace que no sea preciso tener en cuenta los efectos sísmicos.

1.12. RESULTADOS

Los resultados del dimensionamiento de cálculo se muestran en los planos correspondientes de estructura. Los listados de cálculo del conjunto de comprobaciones se incluyen en el Apéndice 2: ARQUETA DE TOMOA DE FONDO que completa el presente anejo.

Se debe tener en cuenta que las dimensiones son las mínimas exigibles con las condiciones de cálculo expuestas. Cualquier tipo de modificación implica que el cálculo deberá ser revisado.

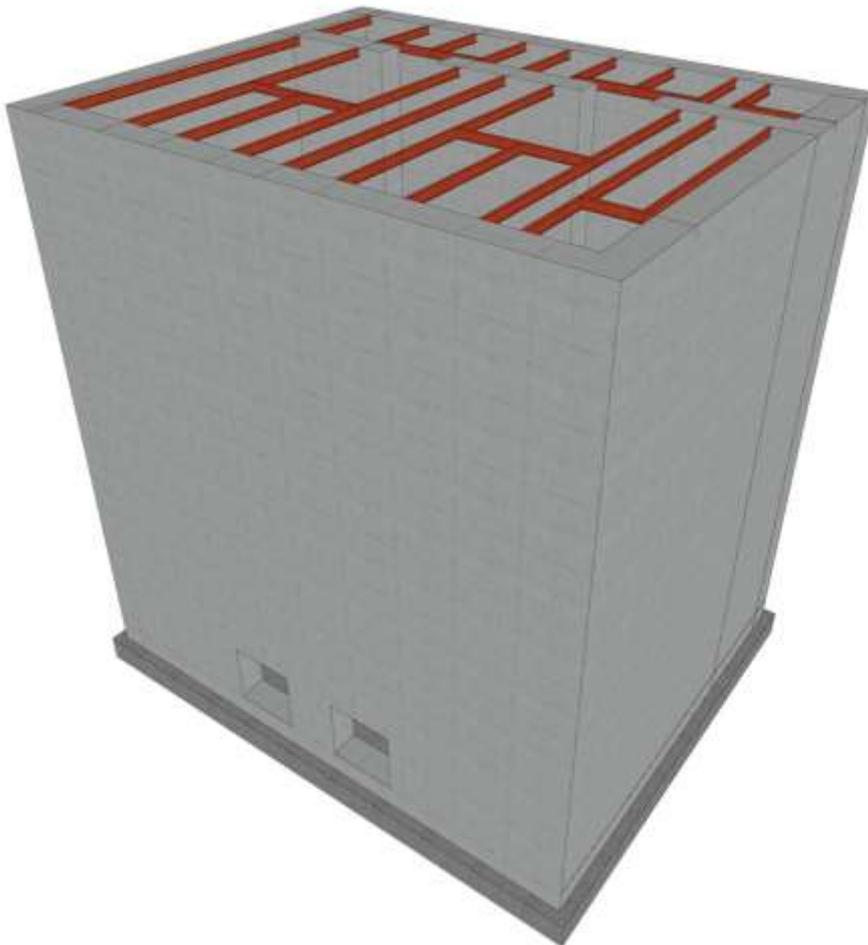
2. ARQUETA DE FILTROS DE CADENAS Y VÁLVULAS

2.1. INTRODUCCIÓN

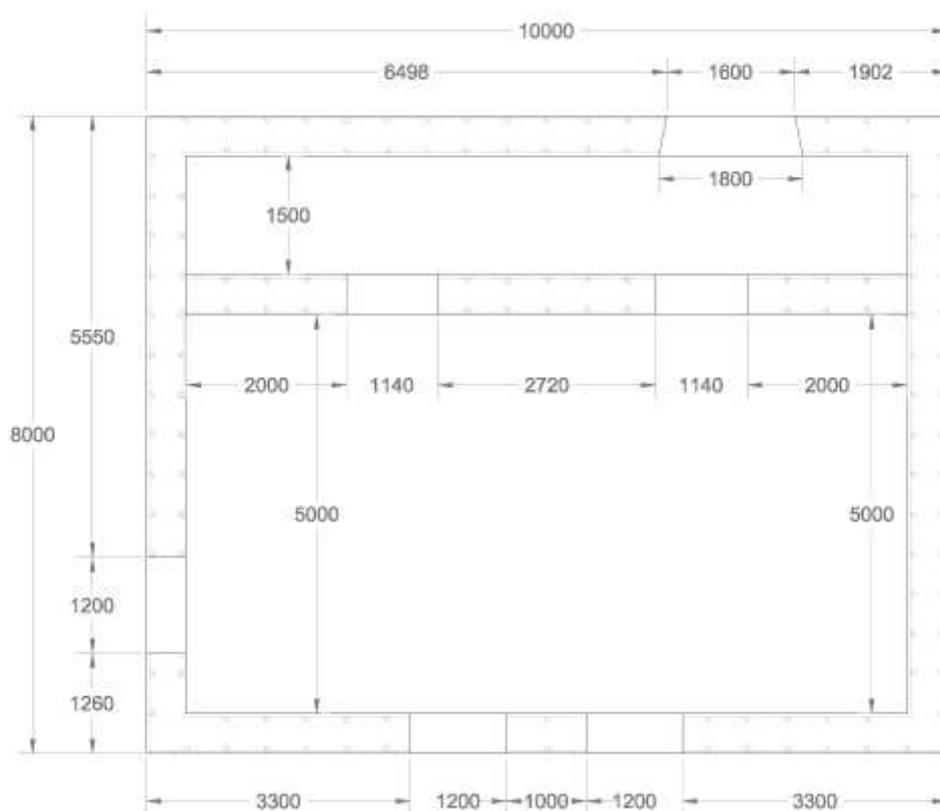
Se proyecta la arqueta de filtros de cadenas y válvulas. La estructura se realizará con hormigón armado y estructura de acero laminado.

2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL

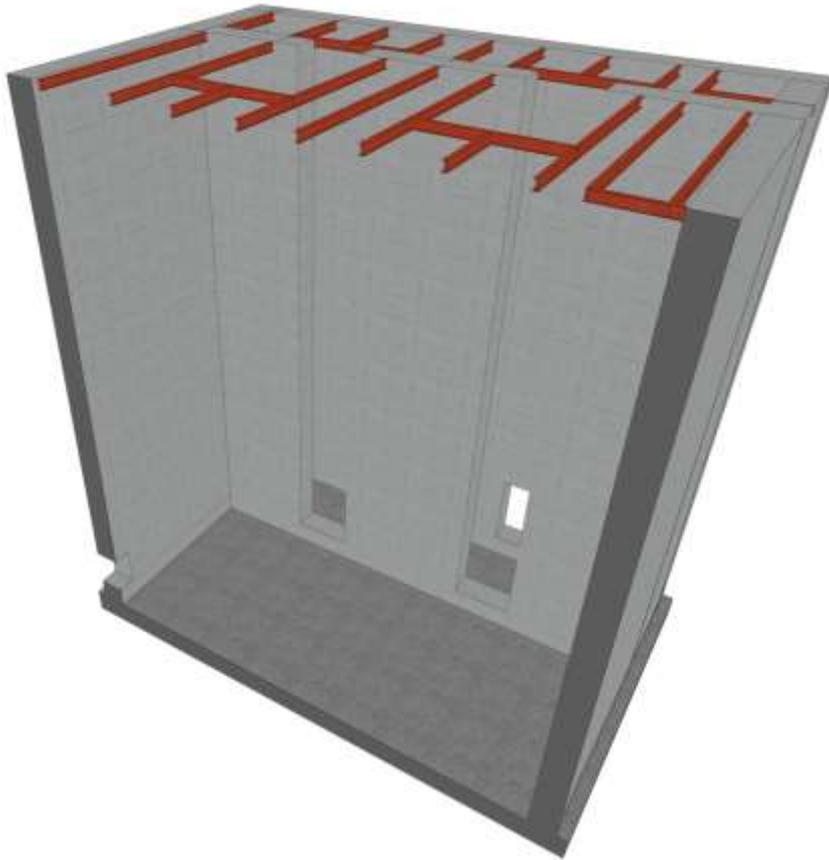
La arqueta de filtros de cadenas es también una edificación rectangular, con una parte de la misma bajo el nivel del terreno (4,30m) y una parte sobre el mismo (6,90 m). La estructura principal se realiza enteramente con muros de hormigón armado de 50 cm de espesor que apoyan en una losa de cimentación, también de 50 cm.



Las dimensiones en planta son a exterior de muros de 10,00 x 8,00 m. La arqueta se divide en dos longitudinalmente, con un muro también de 50 cm situado a 2 m de uno de los laterales. Este muro cuenta con unas aberturas verticales desde 43 cm del suelo hasta coronación de 1,14 m de ancho para la colocación y fijación de los filtros de cadenas.



Tanto la losa de cimentación como los muros de la cántara de seguridad son de 30 cm de espesor. En coronación de ambas arquetas se coloca un forjado ligero de estructura metálica con tramex.



2.3. NORMAS

Las instrucciones y Normas que serán de aplicación a las estructuras incluidas en el presente apartado, son las que a continuación se indican:

- Hormigón: Código Estructural
- Aceros conformados: Eurocódigos 3 y 4
- Aceros laminados y armados: Código Estructural

2.4. CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES

ACERO PARA ARMAR

El acero empleado en las armaduras será el B-500 S cuyas características mínimas garantizadas son:

- Límite elástico, f_y (N/mm²): ≥ 500
- Carga unitaria de rotura, f_s (N/mm²): ≥ 550
- Alargamiento de rotura, ϵ_u (%): ≥ 12
- Alargamiento total bajo Carga máxima, ϵ_{max} (%):
- Acero en barra: $\geq 5,0$
- Acero en rollo: $\geq 7,5$

- Relación f_s/f_y : $\geq 1,05$

HORMIGÓN

Se emplearán los siguientes tipos de hormigones en la construcción de esta obra:

- Hormigón de limpieza: HM-15/B/20/XC2+XA1
- Hormigón para muros: HA-25/P/20/ XC2+XA1
- Hormigón losas de cimentación: HA-25/P/20/ XC2+XA1

El hormigón HM-15/B/20 presenta las siguientes características:

- Hormigón de limpieza HM-15 MPa
- Consistencia Blanda
- Tamaño máximo árido 20 mm
- Clase general de exposición IIa
- Clase específica de exposición Qa
- Resistencia característica: $f_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$ (15 MPa)

El hormigón HA-25/P/20/IIa+Qa presenta las siguientes características:

- Hormigón HA-25
- Consistencia Plástica
- Tamaño máximo árido 20 mm
- Clase general de exposición XC2
- Clase específica de exposición XA1
- Resistencia característica: $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ (25 MPa)

El control de ejecución de la obra será in situ y normal para los elementos armados y para la cimentación. Para garantizar la durabilidad del hormigón deberá realizarse un adecuado control del recubrimiento mediante la adecuada disposición de separadores.

La abertura máxima de fisuras para la clase de exposición XC2+XA1 será $W_{max} = 0,3 \text{ mm}$.

Se emplea acero para armaduras de cimentación B 500S, con un límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$. En el caso de mallas electrosoldadas de reparto, se utilizará un acero B-500T, con un límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$.

2.5. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Se toma como partida el estudio geotécnico, así como sus recomendaciones posteriores. Por ello, se considera para cálculo en este terreno las siguientes características:

- Terreno: GRAVAS Y BOLOS
- Densidad aparente: 2,2 t/m³
- Ángulo rozamiento interno: 34°
- Tensión admisible del terreno: 2,5 kp/cm²
- Nivel freático: A cota de coronación de muro

El nivel freático se ha considerado que puede llegar hasta cota 0, con lo que se ha tenido en cuenta en los cálculos, suponiendo una evacuación por drenaje de tan solo el 1%, quedando de esta manera del lado de la seguridad.

Se ha considerado para el cálculo de la losa y zapatas corridas de cimentación un coeficiente de balasto $K=16000 \text{ kN /m}^3$, resultando de los datos del estudio geotécnico.

2.6. MODELO DE CÁLCULO

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: estructura metálica, muros, zapatas y losas.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden con unas características mecánicas calculadas con las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

Las **losas de cimentación**: se calculan como losas macizas flotantes cuya discretización se realiza en mallas de elementos tipo barra de tamaño máximo 25 cm y se efectúa una condensación estática (método exacto) de todos los grados de libertad, con muelles cuya constante se define a partir del coeficiente de balasto.

Los **muros**: la discretización efectuada es por elementos finitos tipo lámina gruesa tridimensional, que considera la deformación cortante. Están formados por seis nodos, en los vértices y en los puntos medios de los lados, con seis grados de libertad cada uno. Su forma es triangular y se realiza un mallado del muro en función de las dimensiones, geometría, huecos, generándose un mallado con refinamiento en zonas críticas, lo que reduce el tamaño de los elementos en las proximidades de ángulos, bordes y singularidades.

Las estructuras metálicas dispondrán siempre de 6 grados de libertad por nudo.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden con unas características mecánicas calculadas con

las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

2.7. HIPÓTESIS SIMPLES

Se han considerado las siguientes hipótesis de acciones según el CTE:

- Peso propio de los elementos
- Sobrecarga de uso

2.8. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES

HORMIGONES

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	31476

ACEROS POR ELEMENTO Y POSICIÓN (BARRAS)

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

ACEROS EN PERFILES

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S 235	235	210
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	275	210

2.9. COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES

ESTADOS LÍMITE:

E.L.U. de rotura. Hormigón	EC
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	

Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características
---	--------------------------

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

Tensiones sobre el terreno

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

Desplazamientos

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

2.10. CÁLCULOS POR ORDENADOR

Desde el punto de vista del modelo de cálculo se ha organizado la estructura mediante muros de hormigón armado empotrados en la losa de cimentación. Las vigas de la estructura metálica del forjado de coronación se han considerado biapoyadas. El dimensionamiento de todos los elementos de la estructura está reflejado en los planos correspondientes.

El programa usado para la verificación de la estructura ha sido Cype (versión 2024b - Nº de Licencia: 168703) concebido para realizar el cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado integrando el cálculo de sistemas de barras con muros y cimentaciones en edificios sometidos a acciones verticales y horizontales. Los soportes pueden ser pilares de hormigón armado, metálicos, de materiales genéricos,

pantallas de hormigón armado, muros de hormigón armado con o sin empujes horizontales y muros de fábrica. La cimentación puede ser fija o flotante mediante vigas y losas de cimentación. Asimismo, el programa implementa la aplicación de la norma NCSE-02 de acuerdo al análisis modal espectral.

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formado por todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas de hormigón armado, muros, vigas y forjados.

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diagrama rígido).

El cálculo de los muros se ha realizado mediante elementos finitos con láminas de hormigón, donde se han tenido en cuenta el empuje del terreno, considerando la acción del nivel freático. Una vez calculados los esfuerzos en los muros y las losas de cimentación, mediante el propio programa CypeCad, se han calculado los armados teniendo en cuenta los resultados obtenidos para estos muros.

Las comprobaciones y cálculos de la Arqueta de filtros de cadenas y válvulas figuran en el apéndice del presente Anejo: APÉNDICE 2: ARQUETA DE FILTROS DE CADENAS Y VÁLVULAS.

2.11. ACCIONES

Los valores adoptados en el cálculo se ajustan a lo prescrito en el CTE DB-AE (Documento Básico Acciones en la edificación perteneciente al Código Técnico de la Edificación), la norma NSCE (Norma de construcción sismorresistente).

Las cargas que se consideran son las previstas para que la estructura las soporte al entrar en servicio una vez terminada. No se podrán cargar los elementos estructurales con valores iguales o superiores durante la ejecución de la obra.

ACCIONES GRAVITATORIAS

Las cargas producidas por los pesos que gravitan sobre un elemento resistente pueden ser de origen permanente o variable. Las acciones gravitatorias permanentes son el peso propio y las acciones debidas al terreno. Las acciones gravitatorias variables, son las debidas a la sobrecarga de uso y la carga de nieve.

Además, se tienen en cuenta las cargas puntuales o lineales de elementos singulares como cerramientos de fachada o medianería, escaleras y rampas, divisiones pesadas, jardineras, terrazas, etc. que exigen refuerzos especiales, tal como se recoge en planos de estructura.

PESOS ESPECÍFICOS DE MATERIALES

Se detallan pesos de algunos materiales básicos que intervienen en la construcción, tomados del DB-AE y de la documentación técnica de los productos según los datos del fabricante.

- Acero laminado: 78.50 kN/m³
- Hormigón armado: 25 kN/m³

ACCIONES GRAVITATORIAS Y SOBRECARGAS SOBRE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

CORONACIÓN

ACCIONES GRAVITATORIAS Y SOBRECARGAS

Tabla 4.1. Acciones gravitatorias y sobrecargas

Carga por m ² de forjado framex		kN/m ²
Variables	Sobrecarga de uso	2,00
Peso Propio	Tramex	0,30
Suma Peso Propio.....		0,30
Carga total.....		<u>2,30</u>

OTRAS SOBRECARGAS:

LEYES DE PRESIONES SOBRE LOS MUROS

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Empuje del terreno	Cargas muertas	Con nivel freático: Cota 0.00 m Con relleno: Cota 0.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m ³ Densidad sumergida 11.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados Evacuación por drenaje 1.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 10.00 kN/m ²	M1, M3, M4, M5

Leyes de presiones genéricas					
Referencia	Hipótesis	Presión		Descripción	Muro
		Cota (m)	Valor (kN/m ²)		
Agua nivel mínimo	Cargas muertas	-3.80	35.3		-
		-0.20	0.0		
Agua nivel máximo	Cargas muertas	-3.80	99.1		M1, M3, M4, M5, M6, M8, M9, M10
		6.30	0.0		

ACCIONES DEL VIENTO

De acuerdo con el DB-AE, la edificación se encuentra en zona eólica B con una velocidad básica de viento de 27 m/s. El grado de aspereza es III (Zona rural accidentada o llana con obstáculos).

ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS

Debido a las dimensiones de la edificación se prevé una junta de dilatación en la nave de la estación de bombeo, en la situación indicada en los planos.

ACCIONES SÍSMICAS

Tal y como recoge el anejo 1 de la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, León se encuentra en una zona sísmica con una aceleración básica de valor menor a 0,04·g. La construcción se cataloga como de importancia normal según el apartado 1.2.2. de la norma, todo esto hace que no sea preciso tener en cuenta los efectos sísmicos.

2.12. RESULTADOS

Los resultados del dimensionamiento de cálculo se muestran en los planos correspondientes de estructura. Los listados de cálculo del conjunto de comprobaciones se incluyen en el Apéndice 2: ARQUETA DE FILTROS DE CADENAS Y VÁLVULAS que completa el presente anejo.

Se debe tener en cuenta que las dimensiones son las mínimas exigibles con las condiciones de cálculo expuestas. Cualquier tipo de modificación implica que el cálculo deberá ser revisado.

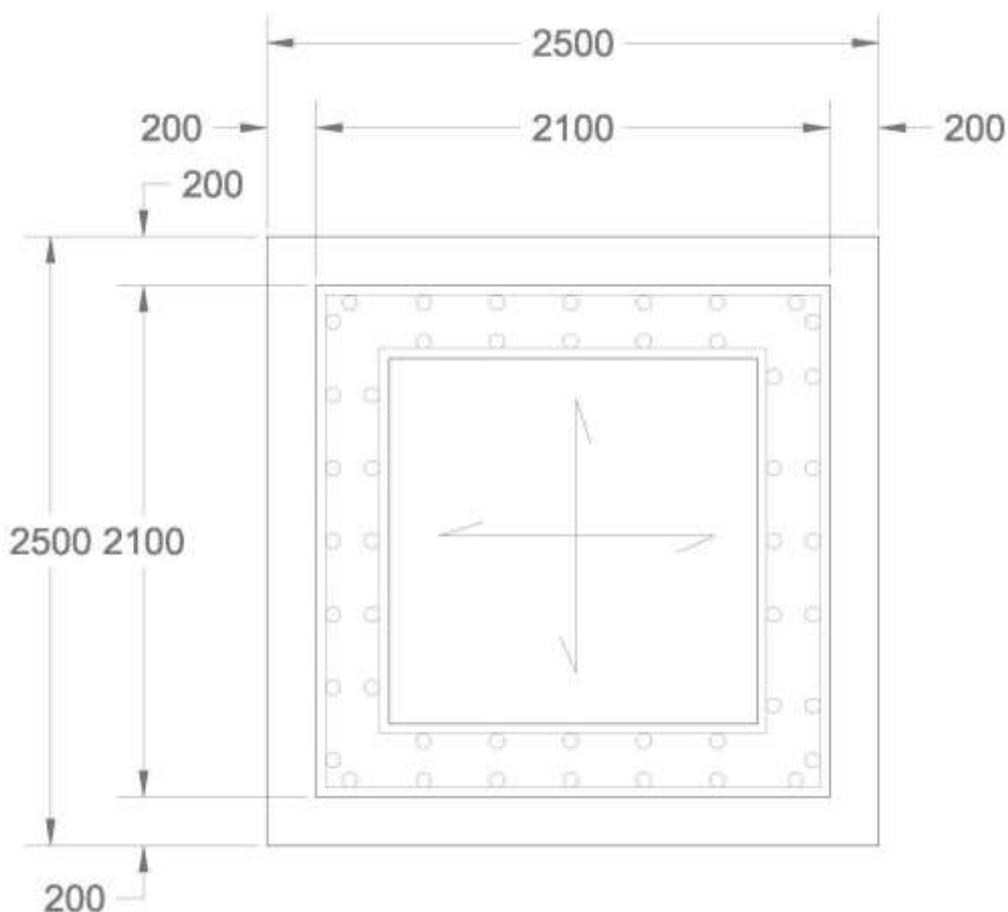
3. ARQUETA DE VERTIDO AL CANAL

3.1. INTRODUCCIÓN

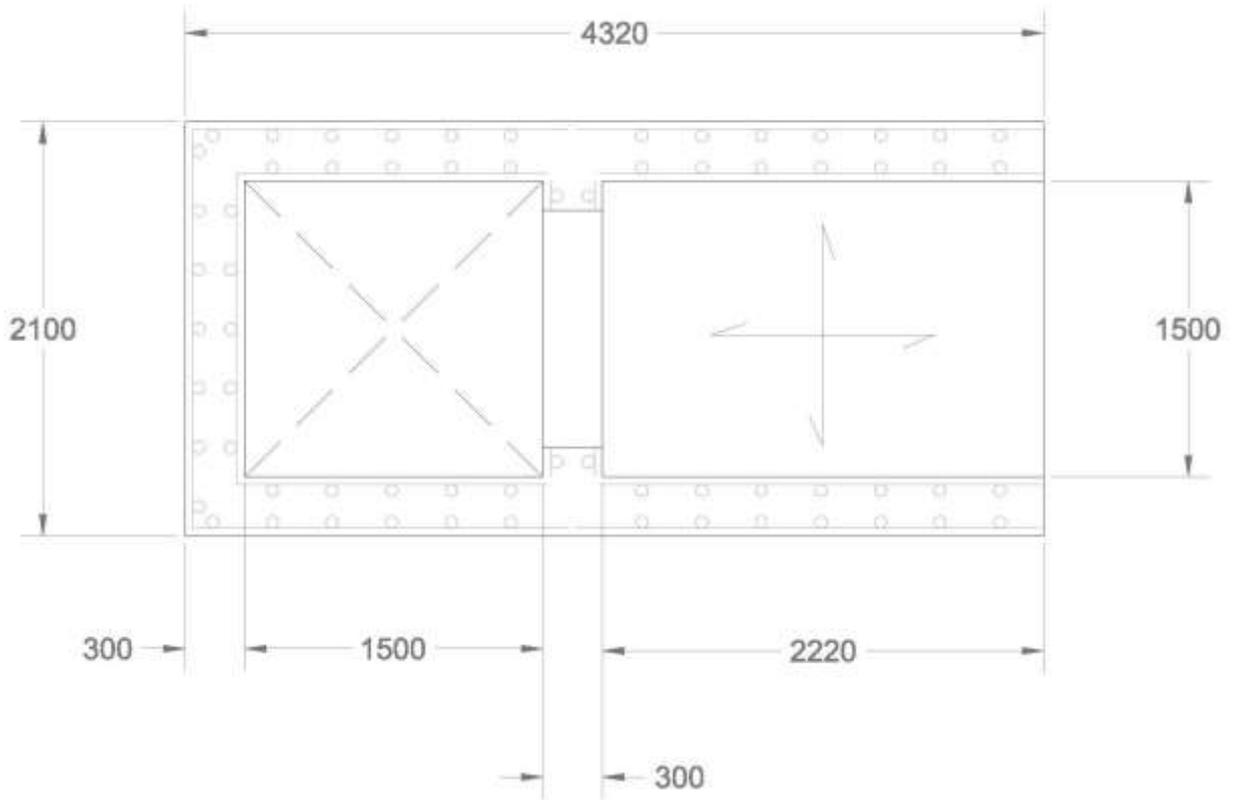
Se proyecta la arqueta del vertido al canal. La estructura se realizará con hormigón armado.

3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL

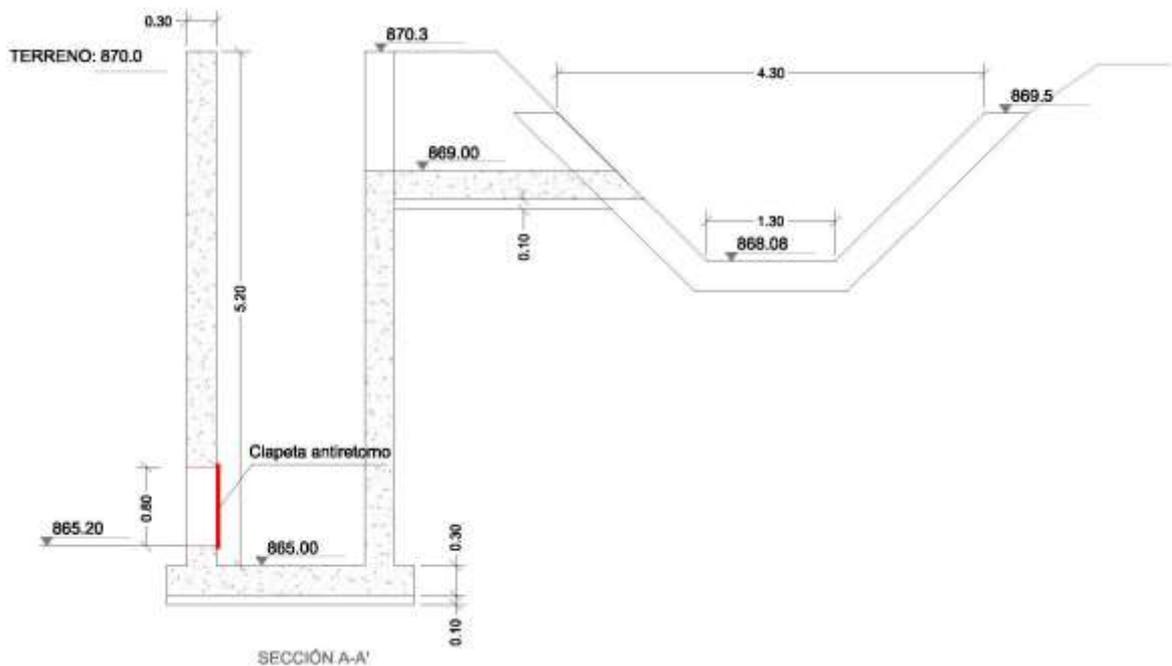
Esta arqueta tiene unas dimensiones exteriores de 2,10 x 2,10 m y una profundidad de 5,20 m (cota 865). A la cota 869 tiene un canal de vertido de 1,20 m de altura. Las dimensiones interiores son de 1,50 x 1,50 m.



El tramo de canal lateral de descarga tiene 2,22 m de longitud descargando lateralmente en el canal.



Tanto los muros como la losa son de hormigón armado de 30 cm de espesor.



3.3. NORMAS

Las instrucciones y Normas que serán de aplicación a las estructuras incluidas en el presente apartado, son las que a continuación se indican:

- Hormigón: Código Estructural
- Aceros conformados: Eurocódigos 3 y 4
- Aceros laminados y armados: Código Estructural

3.4. CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES

ACERO PARA ARMAR

El acero empleado en las armaduras será el B-500 S cuyas características mínimas garantizadas son:

- Límite elástico, f_y (N/mm²): ≥ 500
- Carga unitaria de rotura, f_s (N/mm²): ≥ 550
- Alargamiento de rotura, ϵ_u (%): ≥ 12
- Alargamiento total bajo Carga máxima, ϵ_{max} (%):
- Acero en barra: $\geq 5,0$
- Acero en rollo: $\geq 7,5$
- Relación f_s/f_y : $\geq 1,05$

HORMIGÓN

Se emplearán los siguientes tipos de hormigones en la construcción de esta obra:

- Hormigón de limpieza: HM-15/B/20/XC2+XA1
- Hormigón para muros: HA-25/P/20/ XC2+XA1
- Hormigón losas de cimentación: HA-25/P/20/ XC2+XA1

El hormigón HM-15/B/20 presenta las siguientes características:

- Hormigón de limpieza: HM-15 MPa
- Consistencia: Blanda
- Tamaño máximo árido: 20 mm
- Clase general de exposición: IIa
- Clase específica de exposición: Qa
- Resistencia característica: $f_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$ (15 MPa)

El hormigón HA-25/P/20/IIa+Qa presenta las siguientes características:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| - Hormigón | HA-25 |
| - Consistencia | Plástica |
| - Tamaño máximo árido | 20 mm |
| - Clase general de exposición | XC2 |
| - Clase específica de exposición | XA1 |
| - Resistencia característica: | $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ (25 MPa) |

El control de ejecución de la obra será in situ y normal para los elementos armados y para la cimentación. Para garantizar la durabilidad del hormigón deberá realizarse un adecuado control del recubrimiento mediante la adecuada disposición de separadores.

La abertura máxima de fisuras para la clase de exposición XC2+XA1 será $W_{max} = 0,3 \text{ mm}$.

Se emplea acero para armaduras de cimentación B 500S, con un límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$. En el caso de mallas electrosoldadas de reparto, se utilizará un acero B-500T, con un límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$.

3.5. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Se toma como partida el estudio geotécnico, así como sus recomendaciones posteriores. Por ello, se considera para cálculo en este terreno las siguientes características:

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| - Terreno: | GRAVAS Y BOLOS |
| - Densidad aparente: | $2,2 \text{ t/m}^3$ |
| - Ángulo rozamiento interno: | 34° |
| - Tensión admisible del terreno: | $2,5 \text{ kp/cm}^2$ |
| - Nivel freático | A cota de coronación de muro |

El nivel freático se ha considerado que puede llegar hasta cota 0, con lo que se ha tenido en cuenta en los cálculos, suponiendo una evacuación por drenaje de tan solo el 1%, quedando de esta manera del lado de la seguridad.

Se ha considerado para el cálculo de la losa y zapatas corridas de cimentación un coeficiente de balasto $K = 16000 \text{ kN/m}^3$, resultando de los datos del estudio geotécnico.

3.6. MODELO DE CÁLCULO

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: estructura metálica, muros, zapatas y losas.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden con unas características mecánicas calculadas con las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

Las **losas de cimentación**: se calculan como losas macizas flotantes cuya discretización se realiza en mallas de elementos tipo barra de tamaño máximo 25 cm y se efectúa una condensación estática (método exacto) de todos los grados de libertad, con muelles cuya constante se define a partir del coeficiente de balasto.

Los **muros**: la discretización efectuada es por elementos finitos tipo lámina gruesa tridimensional, que considera la deformación cortante. Están formados por seis nodos, en los vértices y en los puntos medios de los lados, con seis grados de libertad cada uno. Su forma es triangular y se realiza un mallado del muro en función de las dimensiones, geometría, huecos, generándose un mallado con refinamiento en zonas críticas, lo que reduce el tamaño de los elementos en las proximidades de ángulos, bordes y singularidades.

Las estructuras metálicas dispondrán siempre de 6 grados de libertad por nudo.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden con unas características mecánicas calculadas con las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

3.7. HIPÓTESIS SIMPLES

Se han considerado las siguientes hipótesis de acciones según el CTE:

- Peso propio de los elementos
- Sobrecarga de uso
- Viento
- Nieve

3.8. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES

HORMIGONES

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	31476

ACEROS POR ELEMENTO Y POSICIÓN (BARRAS)

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

ACEROS EN PERFILES

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S 235	235	210
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	275	210

3.9. COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES

ESTADOS LÍMITE:

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

Tensiones sobre el terreno

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

Desplazamientos

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

3.10. CÁLCULOS POR ORDENADOR

Desde el punto de vista del modelo de cálculo se ha organizado la estructura mediante muros de hormigón armado empotrados en la losa de cimentación. El dimensionamiento de todos los elementos de la estructura está reflejado en los planos correspondientes.

El programa usado para la verificación de la estructura ha sido Cype (versión 2024b - Nº de Licencia: 168703) concebido para realizar el cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado integrando el cálculo de sistemas de barras con muros y cimentaciones en edificios sometidos a acciones verticales y horizontales. Los soportes pueden ser pilares de hormigón armado, metálicos, de materiales genéricos, pantallas de hormigón armado, muros de hormigón armado con o sin empujes horizontales y muros de fábrica. La cimentación puede ser fija o flotante mediante vigas y losas de cimentación. Asimismo, el programa implementa la aplicación de la norma NCSE-02 de acuerdo al análisis modal espectral.

El análisis de las sollicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formado por todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas de hormigón armado, muros, vigas y forjados.

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diagrama rígido).

El cálculo de los muros se ha realizado mediante elementos finitos con láminas de hormigón, donde se han tenido en cuenta el empuje del terreno, considerando la acción del nivel freático. Una vez calculados

los esfuerzos en los muros y las losas de cimentación, mediante el propio programa CypeCad, se han calculado los armados teniendo en cuenta los resultados obtenidos para estos muros.

Las comprobaciones y cálculos de LA Arqueta de vertido al canal figuran en el apéndice del presente Anejo: APÉNDICE 3: ARQUETA DE VERTIDO AL CANAL.

3.11. ACCIONES

Los valores adoptados en el cálculo se ajustan a lo prescrito en el CTE DB-AE (Documento Básico Acciones en la edificación perteneciente al Código Técnico de la Edificación), la norma NSCE (Norma de construcción sismorresistente).

Las cargas que se consideran son las previstas para que la estructura las soporte al entrar en servicio una vez terminada. No se podrán cargar los elementos estructurales con valores iguales o superiores durante la ejecución de la obra.

ACCIONES GRAVITATORIAS

Las cargas producidas por los pesos que gravitan sobre un elemento resistente pueden ser de origen permanente o variable. Las acciones gravitatorias permanentes son el peso propio y las acciones debidas al terreno. Las acciones gravitatorias variables, son las debidas a la sobrecarga de uso y la carga de nieve.

Además, se tienen en cuenta las cargas puntuales o lineales de elementos singulares como cerramientos de fachada o medianería, escaleras y rampas, divisiones pesadas, jardineras, terrazas, etc. que exigen refuerzos especiales, tal como se recoge en planos de estructura.

PESOS ESPECÍFICOS DE MATERIALES

Se detallan pesos de algunos materiales básicos que intervienen en la construcción, tomados del DB-AE y de la documentación técnica de los productos según los datos del fabricante.

- Acero laminado: 78.50 kN/m³
- Hormigón armado: 25 kN/m³

OTRAS SOBRECARGAS:

LEYES DE PRESIONES SOBRE MUROS

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Terreno	Cargas muertas	Con nivel freático: Cota -0.20 m Con relleno: Cota 0.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida 11.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno 38.00 Grados Evacuación por drenaje 1.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 10.00 kN/m ²	M1, M3, M4, M5, M6
Terreno zona desagüe	Cargas muertas	Con nivel freático: Cota -1.00 m Con relleno: Cota -1.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida 11.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno 38.00 Grados Evacuación por drenaje 1.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 10.00 kN/m ²	M2

Leyes de presiones genéricas					
Referencia	Hipótesis	Presión		Descripción	Muro
		Cota (m)	Valor (kN/m ²)		
Agua	Cargas muertas	-5.00	49.5		M1, M3, M4, M2, M5, M6
		-0.42	0.0		

ACCIONES DEL VIENTO

De acuerdo con el DB-AE, la edificación se encuentra en zona eólica B con una velocidad básica de viento de 27 m/s. El grado de aspereza es III (Zona rural accidentada o llana con obstáculos).

ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS

Debido a las dimensiones de la edificación no se prevé junta de dilatación ya que las posibles dilataciones de la estructura son perfectamente absorbidas por ésta.

ACCIONES SÍSMICAS

Tal y como recoge el anejo 1 de la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, León se encuentra en una zona sísmica con una aceleración básica de valor menor a 0,04-g. La construcción se cataloga como de importancia normal según el apartado 1.2.2. de la norma, todo esto hace que no sea preciso tener en cuenta los efectos sísmicos.

3.12. RESULTADOS

Los resultados del dimensionamiento de cálculo se muestran en los planos correspondientes de estructura. Los listados de cálculo del conjunto de comprobaciones se incluyen en el Apéndice 3: Arqueta de vertido al canal que completa el presente anejo.

Se debe tener en cuenta que las dimensiones son las mínimas exigibles con las condiciones de cálculo expuestas. Cualquier tipo de modificación implica que el cálculo deberá ser revisado.

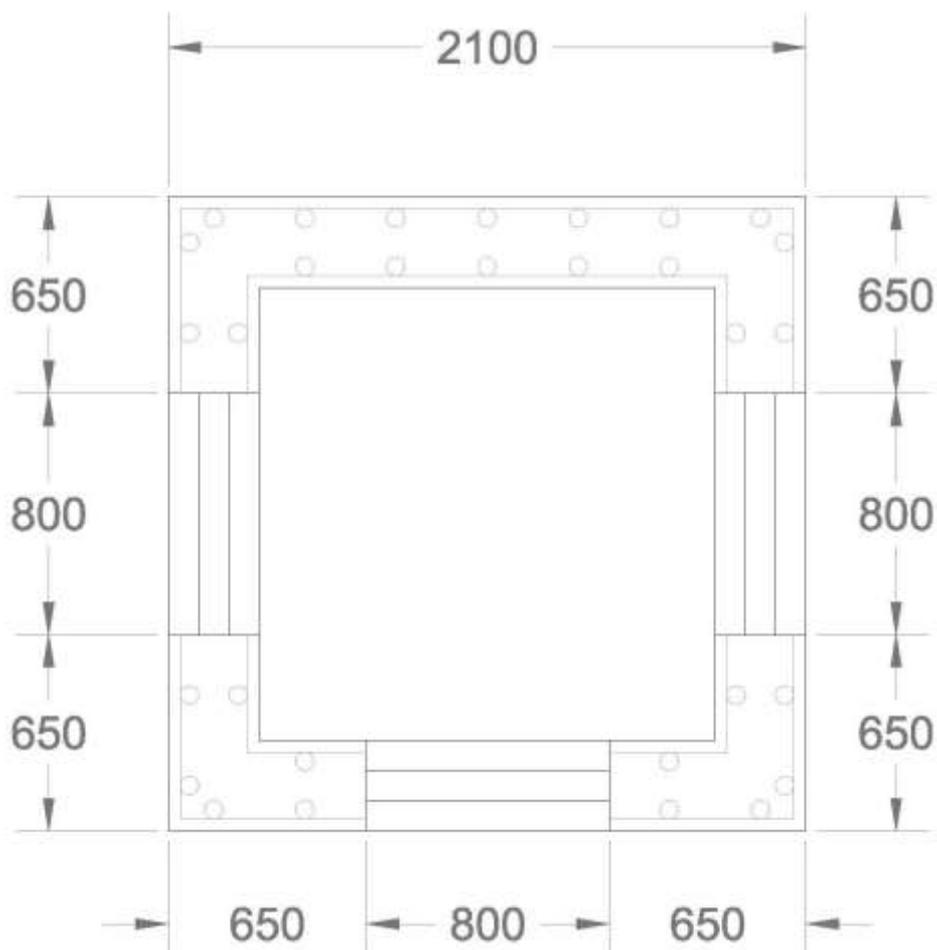
4. ARQUETA CONEXIÓN DESAGÜES

4.1. INTRODUCCIÓN

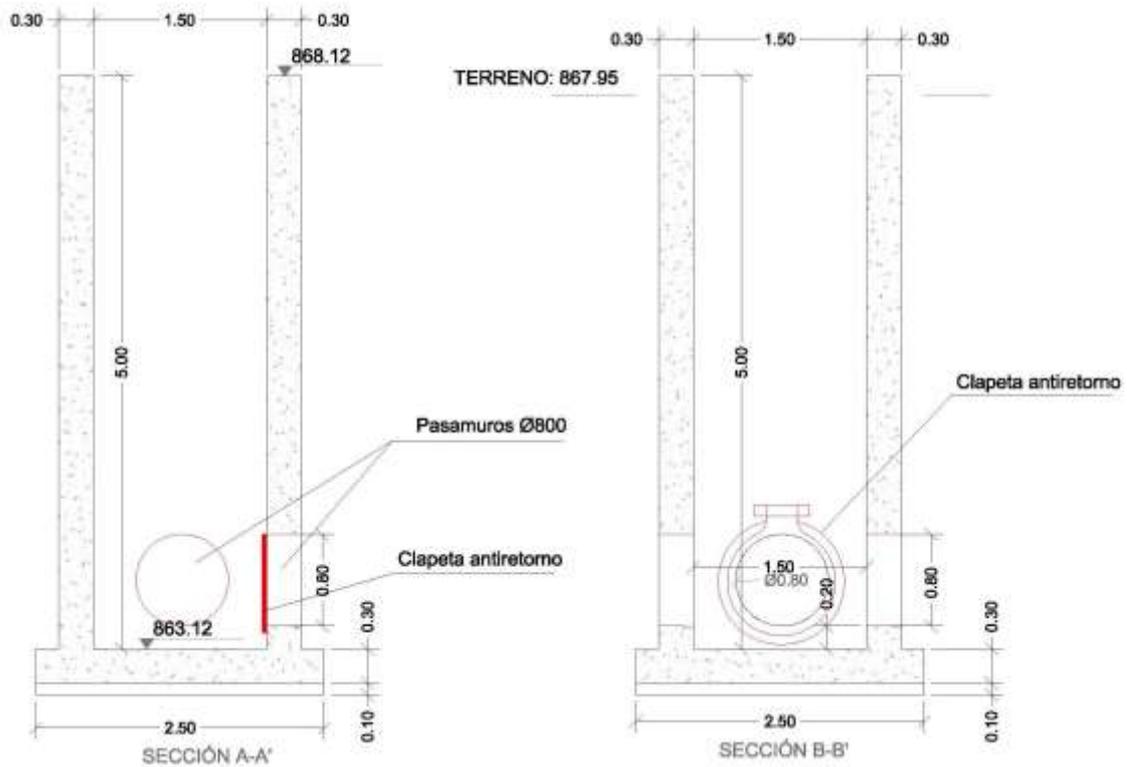
Se proyecta la arqueta de conexión de desagües.

4.2. DESCRIPCIÓN GENERAL

La arqueta de conexión de desagües tiene unas dimensiones exteriores de 2,10 x 2,10 m, e interiores de 1,50 x 1,50 m. La profundidad de la arqueta es de 5 m.



Tanto los muros como la losa de cimentación son de hormigón armado de 30 cm de espesor. La arqueta lleva 3 pasatubos de 800 mm de diámetro 20 cm por encima de la losa de cimentación.



4.3. NORMAS

Las instrucciones y Normas que serán de aplicación a las estructuras incluidas en el presente apartado, son las que a continuación se indican:

- Hormigón: Código Estructural
- Aceros conformados: Eurocódigos 3 y 4
- Aceros laminados y armados: Código Estructural

4.4. CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES

ACERO PARA ARMAR

El acero empleado en las armaduras será el B-500 S cuyas características mínimas garantizadas son:

- Límite elástico, f_y (N/mm²): ≥ 500
- Carga unitaria de rotura, f_s (N/mm²): ≥ 550
- Alargamiento de rotura, ϵ_u (%): ≥ 12
- Alargamiento total bajo Carga máxima, ϵ_{max} (%):
- Acero en barra: $\geq 5,0$
- Acero en rollo: $\geq 7,5$
- Relación f_s/f_y : $\geq 1,05$

HORMIGÓN

Se emplearán los siguientes tipos de hormigones en la construcción de esta obra:

- Hormigón de limpieza: HM-15/B/20/XC2+XA1
- Hormigón para muros: HA-25/P/20/ XC2+XA1
- Hormigón losas de cimentación: HA-25/P/20/ XC2+XA1

El hormigón HM-15/B/20 presenta las siguientes características:

- Hormigón de limpieza HM-15 MPa
- Consistencia Blanda
- Tamaño máximo árido 20 mm
- Clase general de exposición IIa
- Clase específica de exposición Qa
- Resistencia característica: $f_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$ (15 MPa)

El hormigón HA-25/P/20/IIa+Qa presenta las siguientes características:

- Hormigón HA-25
- Consistencia Plástica
- Tamaño máximo árido 20 mm
- Clase general de exposición XC2
- Clase específica de exposición XA1
- Resistencia característica: $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ (25 MPa)

El control de ejecución de la obra será in situ y normal para los elementos armados y para la cimentación. Para garantizar la durabilidad del hormigón deberá realizarse un adecuado control del recubrimiento mediante la adecuada disposición de separadores.

La abertura máxima de fisuras para la clase de exposición XC2+XA1 será $W_{max} = 0,3 \text{ mm}$.

Se emplea acero para armaduras de cimentación B 500S, con un límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$. En el caso de mallas electrosoldadas de reparto, se utilizará un acero B-500T, con un límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$.

4.5. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Se toma como partida el estudio geotécnico, así como sus recomendaciones posteriores. Por ello, se considera para cálculo en este terreno las siguientes características:

- Terreno: GRAVAS Y BOLOS
- Densidad aparente: $2,2 \text{ t/m}^3$
- Ángulo rozamiento interno: 34°
- Tensión admisible del terreno: $2,5 \text{ kp/cm}^2$
- Nivel freático: A cota de coronación de muro

El nivel freático se ha considerado que puede llegar hasta cota 0, con lo que se ha tenido en cuenta en los cálculos, suponiendo una evacuación por drenaje de tan solo el 1%, quedando de esta manera del lado de la seguridad.

Se ha considerado para el cálculo de la losa y zapatas corridas de cimentación un coeficiente de balasto $K=16000 \text{ kN /m}^3$, resultando de los datos del estudio geotécnico.

4.6. MODELO DE CÁLCULO

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: estructura metálica, muros, zapatas y losas.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden con unas características mecánicas calculadas con las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

Las **losas de cimentación**: se calculan como losas macizas flotantes cuya discretización se realiza en mallas de elementos tipo barra de tamaño máximo 25 cm y se efectúa una condensación estática (método exacto) de todos los grados de libertad, con muelles cuya constante se define a partir del coeficiente de balasto.

Los **muros**: la discretización efectuada es por elementos finitos tipo lámina gruesa tridimensional, que considera la deformación cortante. Están formados por seis nodos, en los vértices y en los puntos medios de los lados, con seis grados de libertad cada uno. Su forma es triangular y se realiza un mallado del muro en función de las dimensiones, geometría, huecos, generándose un mallado con refinamiento en zonas críticas, lo que reduce el tamaño de los elementos en las proximidades de ángulos, bordes y singularidades.

Las estructuras metálicas dispondrán siempre de 6 grados de libertad por nudo.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden con unas características mecánicas calculadas con las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

4.7. HIPÓTESIS SIMPLES

Se han considerado las siguientes hipótesis de acciones según el CTE:

- Peso propio de los elementos
- Sobrecarga de uso

4.8. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES

HORMIGONES

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	31476

ACEROS POR ELEMENTO Y POSICIÓN (BARRAS)

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

ACEROS EN PERFILES

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S 235	235	210
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	275	210

4.9. COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES

ESTADOS LÍMITE:

- Hormigón: Código Estructural
- Aceros conformados: Eurocódigos 3 y 4
- Aceros laminados y armados: Código Estructural

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

Tensiones sobre el terreno

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

Desplazamientos

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

4.10. CÁLCULOS POR ORDENADOR

Desde el punto de vista del modelo de cálculo se ha organizado la estructura mediante muros de hormigón armado empotrados en la losa de cimentación. El dimensionamiento de todos los elementos de la estructura está reflejado en los planos correspondientes.

El programa usado para la verificación de la estructura ha sido Cype (versión 2024b - Nº de Licencia: 168703) concebido para realizar el cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado integrando el cálculo de sistemas de barras con muros y cimentaciones en edificios sometidos a acciones verticales y horizontales. Los soportes pueden ser pilares de hormigón armado, metálicos, de materiales genéricos, pantallas de hormigón armado, muros de hormigón armado con o sin empujes horizontales y muros de fábrica. La cimentación puede ser fija o flotante mediante vigas y losas de cimentación. Asimismo, el programa implementa la aplicación de la norma NCSE-02 de acuerdo al análisis modal espectral.

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formado por todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas de hormigón armado, muros, vigas y forjados.

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diagrama rígido).

El cálculo de los muros se ha realizado mediante elementos finitos con láminas de hormigón, donde se han tenido en cuenta el empuje del terreno, considerando la acción del nivel freático. Una vez calculados los esfuerzos en los muros y las losas de cimentación, mediante el propio programa CypeCad, se han calculado los armados teniendo en cuenta los resultados obtenidos para estos muros.

Las comprobaciones y cálculos de la Arqueta de conexión de desagües figuran en el apéndice del presente Anejo: APÉNDICE 4: ARQUETA DE CONEXIÓN DE DESAGÜES

4.11. ACCIONES

Los valores adoptados en el cálculo se ajustan a lo prescrito en el CTE DB-AE (Documento Básico Acciones en la edificación perteneciente al Código Técnico de la Edificación), la norma NSCE (Norma de construcción sismorresistente).

Las cargas que se consideran son las previstas para que la estructura las soporte al entrar en servicio una vez terminada. No se podrán cargar los elementos estructurales con valores iguales o superiores durante la ejecución de la obra.

ACCIONES GRAVITATORIAS

Las cargas producidas por los pesos que gravitan sobre un elemento resistente pueden ser de origen permanente o variable. Las acciones gravitatorias permanentes son el peso propio y las acciones debidas al terreno. Las acciones gravitatorias variables, son las debidas a la sobrecarga de uso y la carga de nieve.

Además, se tienen en cuenta las cargas puntuales o lineales de elementos singulares como cerramientos de fachada o medianería, escaleras y rampas, divisiones pesadas, jardineras, terrazas, etc. que exigen refuerzos especiales, tal como se recoge en planos de estructura.

PESOS ESPECÍFICOS DE MATERIALES

Se detallan pesos de algunos materiales básicos que intervienen en la construcción, tomados del DB-AE y de la documentación técnica de los productos según los datos del fabricante.

- Acero laminado: 78.50 kN/m³
- Hormigón armado: 25 kN/m³

ACCIONES GRAVITATORIAS Y SOBRECARGAS SOBRE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

OTRAS SOBRECARGAS:

LEYES DE PRESIONES SOBRE MUROS

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Terreno	Cargas muertas	Con nivel freático: Cota 0.00 m Con relleno: Cota 0.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida 11.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno 38.00 Grados Evacuación por drenaje 1.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 10.00 kN/m ²	M1, M2, M3, M4

Leyes de presiones genéricas					
Referencia	Hipótesis	Presión		Descripción	Muro
		Cota (m)	Valor (kN/m ²)		
Agua	Cargas muertas	-5.00 0.00	49.2 0.0		M1, M2, M3, M4

ACCIONES DEL VIENTO

Se trata de una estructura enterrada, con lo que no se tiene en cuenta la acción del viento.

ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS

Debido a las dimensiones de la edificación no se prevé junta de dilatación ya que las posibles dilataciones de la estructura son perfectamente absorbidas por ésta.

ACCIONES SÍSMICAS

Tal y como recoge el anejo 1 de la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, León se encuentra en una zona sísmica con una aceleración básica de valor menor a 0,04·g. La construcción se

cataloga como de importancia normal según el apartado 1.2.2. de la norma, todo esto hace que no sea preciso tener en cuenta los efectos sísmicos.

4.12. RESULTADOS

Los resultados del dimensionamiento de cálculo se muestran en los planos correspondientes de estructura. Los listados de cálculo del conjunto de comprobaciones se incluyen en el Apéndice 4: ARQUETA DE CONEXIÓN DE DESAGÜES que completa el presente anejo.

Se debe tener en cuenta que las dimensiones son las mínimas exigibles con las condiciones de cálculo expuestas. Cualquier tipo de modificación implica que el cálculo deberá ser revisado.

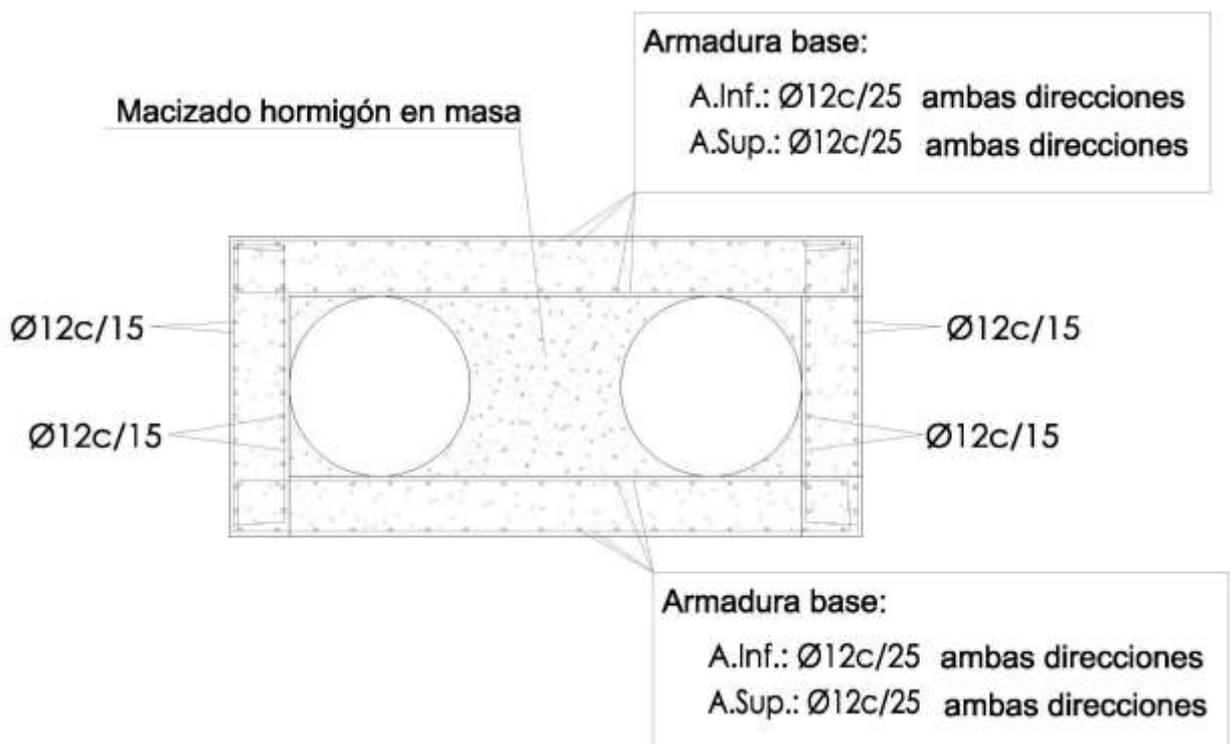
5. PASO BAJO DIQUE

5.1. INTRODUCCIÓN

Se proyecta un canal para el refuerzo de las tuberías que parten desde la toma de fondo del canal y que terminan en la arqueta de filtrado.

5.2. DESCRIPCIÓN GENERAL

El canal está formado por dos muros laterales de 40 cm y una losa superior y otra inferior, ambas también de 40 cm. El espacio entre tuberías se hormigona también con hormigón en masa.



5.3. NORMAS

Las instrucciones y Normas que serán de aplicación a las estructuras incluidas en el presente apartado, son las que a continuación se indican:

- Hormigón: Código Estructural

- Aceros conformados: Eurocódigos 3 y 4
- Aceros laminados y armados: Código Estructural

5.4. CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES

ACERO PARA ARMAR

El acero empleado en las armaduras será el B-500 S cuyas características mínimas garantizadas son:

- Límite elástico, f_y (N/mm²): ≥ 500
- Carga unitaria de rotura, f_s (N/mm²): ≥ 550
- Alargamiento de rotura, ϵ_u (%): ≥ 12
- Alargamiento total bajo Carga máxima, ϵ_{max} (%):
- Acero en barra: $\geq 5,0$
- Acero en rollo: $\geq 7,5$
- Relación f_s/f_y : $\geq 1,05$

HORMIGÓN

Se emplearán los siguientes tipos de hormigones en la construcción de esta obra:

- Hormigón de limpieza: HM-15/B/20/XC2+XA1
- Hormigón para muros: HA-25/P/20/ XC2+XA1
- Hormigón losas de cimentación: HA-25/P/20/ XC2+XA1

El hormigón HM-15/B/20 presenta las siguientes características:

- Hormigón de limpieza HM-15 MPa
- Consistencia Blanda
- Tamaño máximo árido 20 mm
- Clase general de exposición IIa
- Clase específica de exposición Qa
- Resistencia característica: $f_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$ (15 MPa)

El hormigón HA-25/P/20/IIa+Qa presenta las siguientes características:

- Hormigón HA-25
- Consistencia Plástica
- Tamaño máximo árido 20 mm
- Clase general de exposición XC2
- Clase específica de exposición XA1

- Resistencia característica: $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ (25 MPa)

El control de ejecución de la obra será in situ y normal para los elementos armados y para la cimentación. Para garantizar la durabilidad del hormigón deberá realizarse un adecuado control del recubrimiento mediante la adecuada disposición de separadores.

La abertura máxima de fisuras para la clase de exposición XC2+XA1 será $W_{max} = 0,3 \text{ mm}$.

Se emplea acero para armaduras de cimentación B 500S, con un límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$. En el caso de mallas electrosoldadas de reparto, se utilizará un acero B-500T, con un límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$.

5.5. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Se toma como partida el estudio geotécnico, así como sus recomendaciones posteriores. Por ello, se considera para cálculo en este terreno las siguientes características:

- Terreno: GRAVAS Y BOLOS
- Densidad aparente: $2,2 \text{ t/m}^3$
- Ángulo rozamiento interno: 34°
- Tensión admisible del terreno: $2,5 \text{ kp/cm}^2$
- Nivel freático: A cota de coronación de muro

El nivel freático se ha considerado que puede llegar hasta cota 0, con lo que se ha tenido en cuenta en los cálculos, suponiendo una evacuación por drenaje de tan solo el 1%, quedando de esta manera del lado de la seguridad.

Se ha considerado para el cálculo de la losa y zapatas corridas de cimentación un coeficiente de balasto $K = 16000 \text{ kN/m}^3$, resultando de los datos del estudio geotécnico.

5.6. MODELO DE CÁLCULO

El análisis de las sollicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: estructura metálica, muros, zapatas y losas.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden con unas características mecánicas calculadas con

las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

Las **losas de cimentación**: se calculan como losas macizas flotantes cuya discretización se realiza en mallas de elementos tipo barra de tamaño máximo 25 cm y se efectúa una condensación estática (método exacto) de todos los grados de libertad, con muelles cuya constante se define a partir del coeficiente de balasto.

Los **muros**: la discretización efectuada es por elementos finitos tipo lámina gruesa tridimensional, que considera la deformación cortante. Están formados por seis nodos, en los vértices y en los puntos medios de los lados, con seis grados de libertad cada uno. Su forma es triangular y se realiza un mallado del muro en función de las dimensiones, geometría, huecos, generándose un mallado con refinamiento en zonas críticas, lo que reduce el tamaño de los elementos en las proximidades de ángulos, bordes y singularidades.

Las estructuras metálicas dispondrán siempre de 6 grados de libertad por nudo.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden con unas características mecánicas calculadas con las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

5.7. HIPÓTESIS SIMPLES

Se han considerado las siguientes hipótesis de acciones según el CTE:

- Peso propio de los elementos
- Sobrecarga de uso

5.8. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES

HORMIGONES

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	31476

ACEROS POR ELEMENTO Y POSICIÓN (BARRAS)

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
----------	-------	-------------------	------------

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

ACEROS EN PERFILES

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S 235	235	210
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	275	210

5.9. COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES

ESTADOS LÍMITE:

- Hormigón: Código Estructural
- Aceros conformados: Eurocódigos 3 y 4
- Aceros laminados y armados: Código Estructural

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

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

5.10. CÁLCULOS POR ORDENADOR

Desde el punto de vista del modelo de cálculo se ha organizado la estructura mediante muros de hormigón armado empotrados en la losa de cimentación. El dimensionamiento de todos los elementos de la estructura está reflejado en los planos correspondientes.

El programa usado para la verificación de la estructura ha sido Cype (versión 2024b - Nº de Licencia: 168703) concebido para realizar el cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado integrando el cálculo de sistemas de barras con muros y cimentaciones en edificios sometidos a acciones verticales y horizontales. Los soportes pueden ser pilares de hormigón armado, metálicos, de materiales genéricos, pantallas de hormigón armado, muros de hormigón armado con o sin empujes horizontales y muros de fábrica. La cimentación puede ser fija o flotante mediante vigas y losas de cimentación. Asimismo, el programa implementa la aplicación de la norma NCSE-02 de acuerdo al análisis modal espectral.

El análisis de las sollicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formado por todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas de hormigón armado, muros, vigas y forjados.

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diagrama rígido).

El cálculo de los muros se ha realizado mediante elementos finitos con láminas de hormigón, donde se han tenido en cuenta el empuje del terreno, considerando la acción del nivel freático. Una vez calculados los esfuerzos en los muros y las losas de cimentación, mediante el propio programa CypeCad, se han calculado los armados teniendo en cuenta los resultados obtenidos para estos muros.

Las comprobaciones y cálculos del Paso bajo dique figuran en el apéndice del presente Anejo:
APÉNDICE 5: PASO BAJO DIQUE

5.11. ACCIONES

Los valores adoptados en el cálculo se ajustan a lo prescrito en el CTE DB-AE (Documento Básico Acciones en la edificación perteneciente al Código Técnico de la Edificación), la norma NSCE (Norma de construcción sismorresistente).

Las cargas que se consideran son las previstas para que la estructura las soporte al entrar en servicio una vez terminada. No se podrán cargar los elementos estructurales con valores iguales o superiores durante la ejecución de la obra.

ACCIONES GRAVITATORIAS

Las cargas producidas por los pesos que gravitan sobre un elemento resistente pueden ser de origen permanente o variable. Las acciones gravitatorias permanentes son el peso propio y las acciones debidas al terreno. Las acciones gravitatorias variables, son las debidas a la sobrecarga de uso y la carga de nieve.

Además, se tienen en cuenta las cargas puntuales o lineales de elementos singulares como cerramientos de fachada o medianería, escaleras y rampas, divisiones pesadas, jardineras, terrazas, etc. que exigen refuerzos especiales, tal como se recoge en planos de estructura.

PESOS ESPECÍFICOS DE MATERIALES

Se detallan pesos de algunos materiales básicos que intervienen en la construcción, tomados del DB-AE y de la documentación técnica de los productos según los datos del fabricante.

- Acero laminado: 78.50 kN/m³
- Hormigón armado: 25 kN/m³

ACCIONES GRAVITATORIAS Y SOBRECARGAS SOBRE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

OTRAS SOBRECARGAS:

LEYES DE PRESIONES SOBRE MUROS

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Terreno	Cargas muertas	Con nivel freático: Cota 0.00 m Con relleno: Cota 0.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida 11.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno 38.00 Grados Evacuación por drenaje 1.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 10.00 kN/m ²	M1, M2, M3, M4

Leyes de presiones genéricas					
Referencia	Hipótesis	Presión		Descripción	Muro
		Cota (m)	Valor (kN/m ²)		
Agua	Cargas muertas	-5.00	49.2		M1, M2, M3, M4
		0.00	0.0		

ACCIONES DEL VIENTO

Se trata de una estructura enterrada, con lo que no se tiene en cuenta la acción del viento.

ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS

Debido a las dimensiones de la edificación no se prevé junta de dilatación ya que las posibles dilataciones de la estructura son perfectamente absorbidas por ésta.

ACCIONES SÍSMICAS

Tal y como recoge el anejo 1 de la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, León se encuentra en una zona sísmica con una aceleración básica de valor menor a 0,04-g. La construcción se

cataloga como de importancia normal según el apartado 1.2.2. de la norma, todo esto hace que no sea preciso tener en cuenta los efectos sísmicos.

5.12. RESULTADOS

Los resultados del dimensionamiento de cálculo se muestran en los planos correspondientes de estructura. Los listados de cálculo del conjunto de comprobaciones se incluyen en el Apéndice 5: PASO BAJO DIQUE que completa el presente anejo.

Se debe tener en cuenta que las dimensiones son las mínimas exigibles con las condiciones de cálculo expuestas. Cualquier tipo de modificación implica que el cálculo deberá ser revisado.

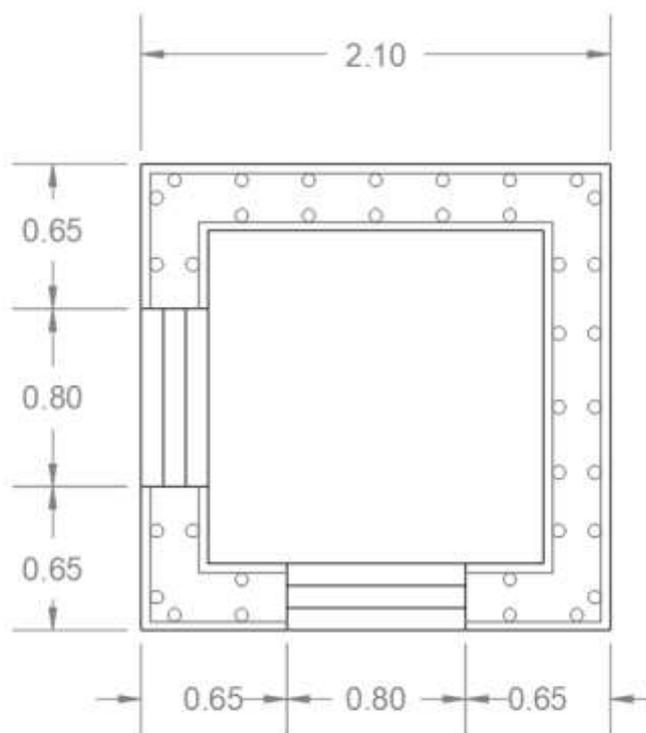
6. ARQUETA CONEXIÓN DRENESS

6.1. INTRODUCCIÓN

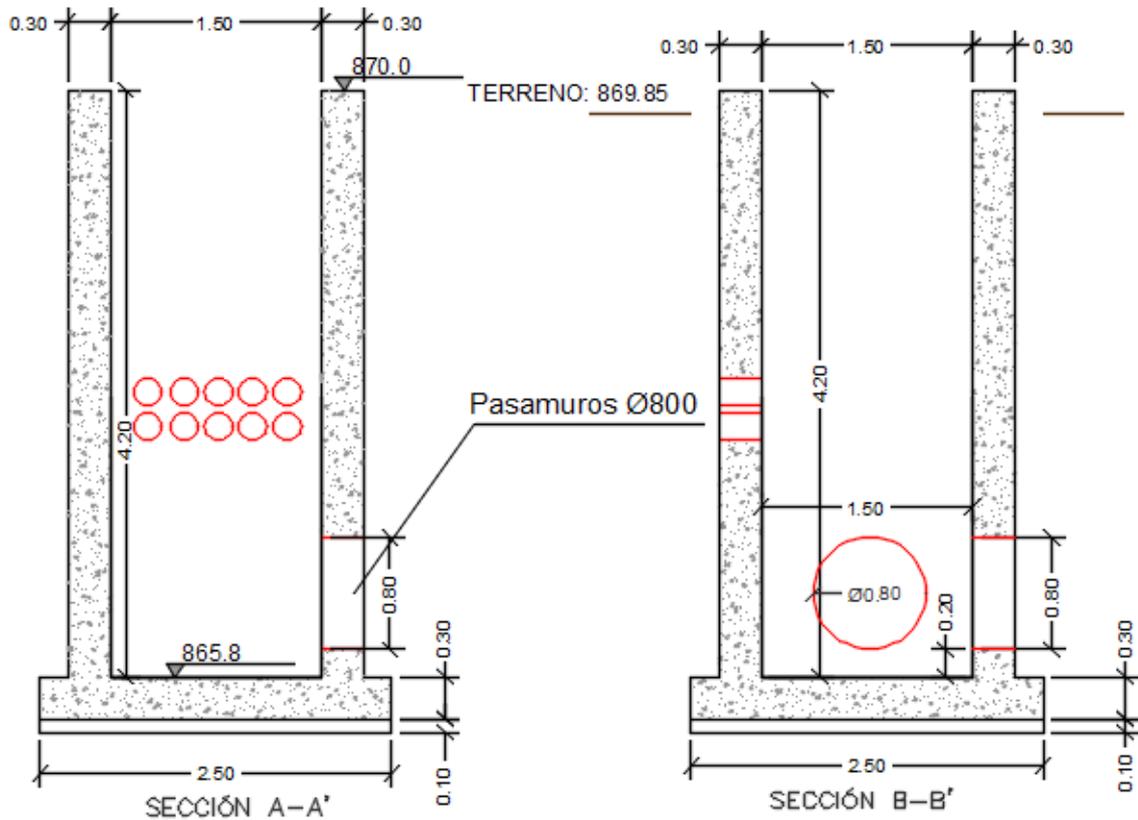
Se proyecta la arqueta de conexión de drened de balsa con tubería de desagüe de balsa.

6.2. DESCRIPCIÓN GENERAL

La arqueta de conexión de desagües tiene unas dimensiones exteriores de 2,10 x 2,10 m, e interiores de 1,50 x 1,50 m. La profundidad de la arqueta es de 5 m.



Tanto los muros como la losa de cimentación son de hormigón armado de 30 cm de espesor. La arqueta lleva 2 pasatubos de 800 mm de diámetro 20 cm por encima de la losa de cimentación.



6.3. NORMAS

Las instrucciones y Normas que serán de aplicación a las estructuras incluidas en el presente apartado, son las que a continuación se indican:

- Hormigón: Código Estructural
- Aceros conformados: Eurocódigos 3 y 4
- Aceros laminados y armados: Código Estructural

6.4. CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES

ACERO PARA ARMAR

El acero empleado en las armaduras será el B-500 S cuyas características mínimas garantizadas son:

- Límite elástico, f_y (N/mm²): ≥ 500
- Carga unitaria de rotura, f_s (N/mm²): ≥ 550
- Alargamiento de rotura, ϵ_u (%): ≥ 12

- Alargamiento total bajo Carga máxima, ϵ_{max} (%):
- Acero en barra: $\geq 5,0$
- Acero en rollo: $\geq 7,5$
- Relación f_s/f_y : $\geq 1,05$

HORMIGÓN

Se emplearán los siguientes tipos de hormigones en la construcción de esta obra:

- Hormigón de limpieza: HM-15/B/20/XC2+XA1
- Hormigón para muros: HA-25/P/20/ XC2+XA1
- Hormigón losas de cimentación: HA-25/P/20/ XC2+XA1

El hormigón HM-15/B/20 presenta las siguientes características:

- Hormigón de limpieza HM-15 MPa
- Consistencia Blanda
- Tamaño máximo árido 20 mm
- Clase general de exposición IIa
- Clase específica de exposición Qa
- Resistencia característica: $f_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$ (15 MPa)

El hormigón HA-25/P/20/IIa+Qa presenta las siguientes características:

- Hormigón HA-25
- Consistencia Plástica
- Tamaño máximo árido 20 mm
- Clase general de exposición XC2
- Clase específica de exposición XA1
- Resistencia característica: $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ (25 MPa)

El control de ejecución de la obra será in situ y normal para los elementos armados y para la cimentación. Para garantizar la durabilidad del hormigón deberá realizarse un adecuado control del recubrimiento mediante la adecuada disposición de separadores.

La abertura máxima de fisuras para la clase de exposición XC2+XA1 será $W_{max} = 0,3 \text{ mm}$.

Se emplea acero para armaduras de cimentación B 500S, con un límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$. En el caso de mallas electrosoldadas de reparto, se utilizará un acero B-500T, con un límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$.

6.5. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Se toma como partida el estudio geotécnico, así como sus recomendaciones posteriores. Por ello, se considera para cálculo en este terreno las siguientes características:

- Terreno: GRAVAS Y BOLOS
- Densidad aparente: 2,2 t/m³
- Ángulo rozamiento interno: 34º
- Tensión admisible del terreno: 2,5 kp/cm²
- Nivel freático: A cota de coronación de muro

El nivel freático se ha considerado que puede llegar hasta cota 0, con lo que se ha tenido en cuenta en los cálculos, suponiendo una evacuación por drenaje de tan solo el 1%, quedando de esta manera del lado de la seguridad.

Se ha considerado para el cálculo de la losa y zapatas corridas de cimentación un coeficiente de balasto $K=16000 \text{ kN/m}^3$, resultando de los datos del estudio geotécnico.

6.6. MODELO DE CÁLCULO

El análisis de las sollicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: estructura metálica, muros, zapatas y losas.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden con unas características mecánicas calculadas con las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

Las **losas de cimentación**: se calculan como losas macizas flotantes cuya discretización se realiza en mallas de elementos tipo barra de tamaño máximo 25 cm y se efectúa una condensación estática (método exacto) de todos los grados de libertad, con muelles cuya constante se define a partir del coeficiente de balasto.

Los **muros**: la discretización efectuada es por elementos finitos tipo lámina gruesa tridimensional, que considera la deformación cortante. Están formados por seis nodos, en los vértices y en los puntos medios de los lados, con seis grados de libertad cada uno. Su forma es triangular y se realiza un mallado del muro en

función de las dimensiones, geometría, huecos, generándose un mallado con refinamiento en zonas críticas, lo que reduce el tamaño de los elementos en las proximidades de ángulos, bordes y singularidades.

Las estructuras metálicas dispondrán siempre de 6 grados de libertad por nudo.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden con unas características mecánicas calculadas con las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

6.7. HIPÓTESIS SIMPLES

Se han considerado las siguientes hipótesis de acciones según el CTE:

- Peso propio de los elementos
- Sobrecarga de uso

6.8. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS MATERIALES

HORMIGONES

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	31476

ACEROS POR ELEMENTO Y POSICIÓN (BARRAS)

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

ACEROS EN PERFILES

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S 235	235	210

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	275	210

6.9. COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES

ESTADOS LÍMITE:

- Hormigón: Código Estructural
- Aceros conformados: Eurocódigos 3 y 4
- Aceros laminados y armados: Código Estructural

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_α)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

Tensiones sobre el terreno

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

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	1.000	1.000

6.10. CÁLCULOS POR ORDENADOR

Desde el punto de vista del modelo de cálculo se ha organizado la estructura mediante muros de hormigón armado empotrados en la losa de cimentación. El dimensionamiento de todos los elementos de la estructura está reflejado en los planos correspondientes.

El programa usado para la verificación de la estructura ha sido Cype (versión 2024b - Nº de Licencia: 168703) concebido para realizar el cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado integrando el cálculo de sistemas de barras con muros y cimentaciones en edificios sometidos a acciones verticales y horizontales. Los soportes pueden ser pilares de hormigón armado, metálicos, de materiales genéricos, pantallas de hormigón armado, muros de hormigón armado con o sin empujes horizontales y muros de fábrica. La cimentación puede ser fija o flotante mediante vigas y losas de cimentación. Asimismo, el programa implementa la aplicación de la norma NCSE-02 de acuerdo al análisis modal espectral.

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formado por todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas de hormigón armado, muros, vigas y forjados.

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diagrama rígido).

El cálculo de los muros se ha realizado mediante elementos finitos con láminas de hormigón, donde se han tenido en cuenta el empuje del terreno, considerando la acción del nivel freático. Una vez calculados los esfuerzos en los muros y las losas de cimentación, mediante el propio programa CypeCad, se han calculado los armados teniendo en cuenta los resultados obtenidos para estos muros.

Las comprobaciones y cálculos de la Arqueta de conexión de desagües figuran en el apéndice del presente Anejo: APÉNDICE 6: ARQUETA DE CONEXIÓN DE DRENES

6.11. ACCIONES

Los valores adoptados en el cálculo se ajustan a lo prescrito en el CTE DB-AE (Documento Básico Acciones en la edificación perteneciente al Código Técnico de la Edificación), la norma NSCE (Norma de construcción sismorresistente).

Las cargas que se consideran son las previstas para que la estructura las soporte al entrar en servicio una vez terminada. No se podrán cargar los elementos estructurales con valores iguales o superiores durante la ejecución de la obra.

ACCIONES GRAVITATORIAS

Las cargas producidas por los pesos que gravitan sobre un elemento resistente pueden ser de origen permanente o variable. Las acciones gravitatorias permanentes son el peso propio y las acciones debidas al terreno. Las acciones gravitatorias variables, son las debidas a la sobrecarga de uso y la carga de nieve.

Además, se tienen en cuenta las cargas puntuales o lineales de elementos singulares como cerramientos de fachada o medianería, escaleras y rampas, divisiones pesadas, jardineras, terrazas, etc. que exigen refuerzos especiales, tal como se recoge en planos de estructura.

PESOS ESPECÍFICOS DE MATERIALES

Se detallan pesos de algunos materiales básicos que intervienen en la construcción, tomados del DB-AE y de la documentación técnica de los productos según los datos del fabricante.

- Acero laminado: 78.50 kN/m³
- Hormigón armado: 25 kN/m³

ACCIONES GRAVITATORIAS Y SOBRECARGAS SOBRE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

OTRAS SOBRECARGAS:

LEYES DE PRESIONES SOBRE MUROS

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Terreno	Cargas muertas	Con nivel freático: Cota 0.00 m Con relleno: Cota 0.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida 11.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno 38.00 Grados	M1, M2, M3, M4

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
		Evacuación por drenaje 1.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 10.00 kN/m ²	

Leyes de presiones genéricas					
Referencia	Hipótesis	Presión		Descripción	Muro
		Cota (m)	Valor (kN/m ²)		
Agua	Cargas muertas	-5.00	49.2		M1, M2, M3, M4
		0.00	0.0		

ACCIONES DEL VIENTO

Se trata de una estructura enterrada, con lo que no se tiene en cuenta la acción del viento.

ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS

Debido a las dimensiones de la edificación no se prevé junta de dilatación ya que las posibles dilataciones de la estructura son perfectamente absorbidas por ésta.

ACCIONES SÍSMICAS

Tal y como recoge el anejo 1 de la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, León se encuentra en una zona sísmica con una aceleración básica de valor menor a 0,04-g. La construcción se cataloga como de importancia normal según el apartado 1.2.2. de la norma, todo esto hace que no sea preciso tener en cuenta los efectos sísmicos.

6.12. RESULTADOS

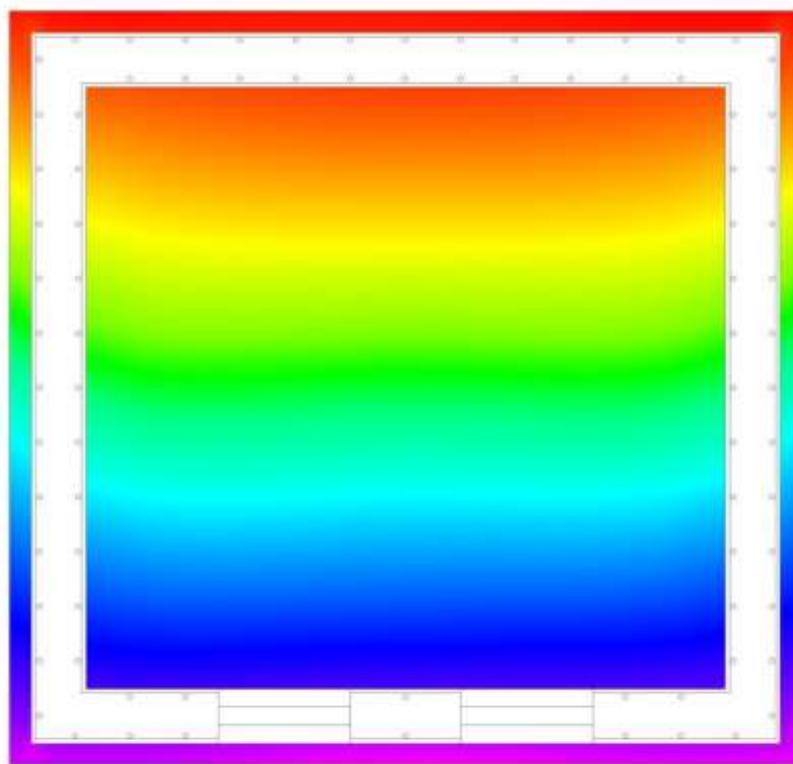
Los resultados del dimensionamiento de cálculo se muestran en los planos correspondientes de estructura. Los listados de cálculo del conjunto de comprobaciones se incluyen en el Apéndice 6: ARQUETA DE CONEXIÓN DE DRENES que completa el presente anejo.

Se debe tener en cuenta que las dimensiones son las mínimas exigibles con las condiciones de cálculo expuestas. Cualquier tipo de modificación implica que el cálculo deberá ser revisado.

APÉNDICE 1: ARQUETA TOMA DE FONDO

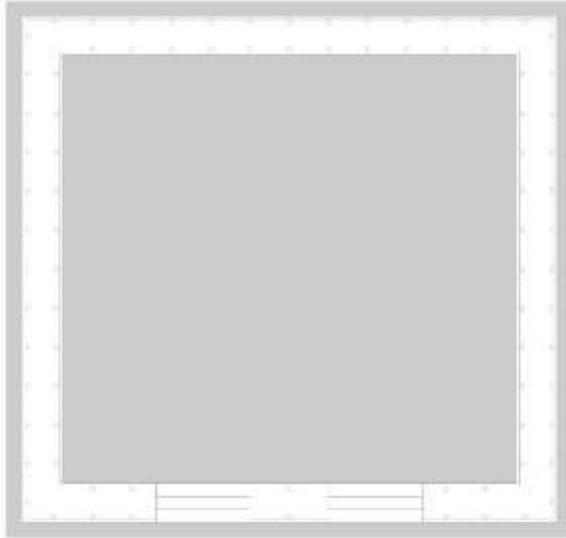
1. COMPROBACIONES CIMENTACIÓN

La cimentación de la arqueta la conforma una losa de cimentación de 50 cm de espesor. Las tensiones de la misma sobre el terreno son las siguientes:



Valor constante: 0.03 MPa

En cuanto al despegue de la losa, puede verse que es nulo.



Valor constante: 0 mm

1.1. ARMADO DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN

Cimentación

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø12c/20

Armadura Base Superior: 1Ø12c/20

Canto: 50

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø12c/20

Armadura Base Superior: 1Ø12c/20

Canto: 50

La losa no requiere refuerzos.

1.2. ARMADO DE MUROS

Muro M1: Longitud: 600 cm [Nudo inicial: -0.25;-0.25 -> Nudo final: -0.25;5.75]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - Coronación	50.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø16c/25 cm	Ø16c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 630 cm [Nudo inicial: -0.25;5.75 -> Nudo final: 6.05;5.75]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - Coronación	50.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø16c/25 cm	Ø16c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M3: Longitud: 600 cm [Nudo inicial: 6.05;-0.25 -> Nudo final: 6.05;5.75]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - Coronación	50.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø16c/25 cm	Ø16c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

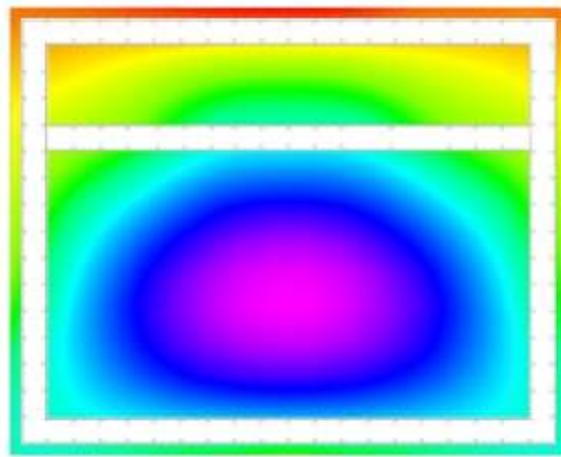
Muro M4: Longitud: 630 cm [Nudo inicial: -0.25;-0.25 -> Nudo final: 6.05;-0.25]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - Coronación	50.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø16c/25 cm	Ø16c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

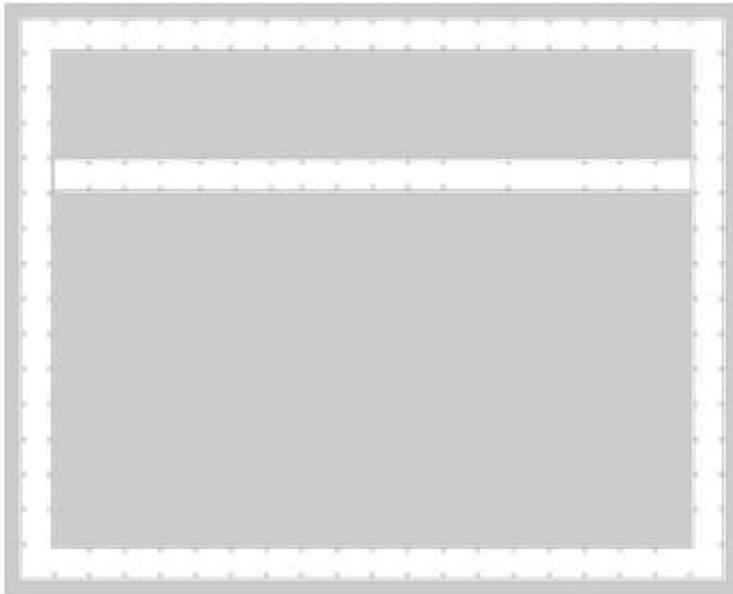
APÉNDICE 2: ARQUETA DE FILTROS DE CADENAS Y VÁLVULAS

1. COMPROBACIONES CIMENTACIÓN

La cimentación es una losa de hormigón armado de 50 cm de espesor. Como puede verse las tensiones sobre el terreno no superan los 0,11 MPa.



En cuanto al despegue de la losa, se puede ver que este es nulo.



Valor constante: 0 mm

1.1. ARMADO DE LA LOSA

Se indican a continuación los resultados de armado de la losa y sus refuerzos:

Cimentación

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø16c/20

Armadura Base Superior: 1Ø16c/20

Canto: 50

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø16c/20

Armadura Base Superior: 1Ø16c/20

Canto: 50

Alineación 8: (x= 1.50) Inferior	(y= 4.89)-(y= 6.16)	1Ø12c/20
Alineación 9: (x= 1.75) Inferior	(y= 4.89)-(y= 6.16)	1Ø12c/20
Alineación 10: (x= 2.00) Inferior	(y= 4.89)-(y= 6.16)	1Ø12c/20
Alineación 11: (x= 2.25) Inferior	(y= 4.89)-(y= 6.16)	1Ø12c/20
Alineación 12: (x= 2.50) Inferior	(y= 4.89)-(y= 6.16)	1Ø12c/20
Alineación 31: (x= 7.25) Inferior	(y= 4.89)-(y= 6.16)	1Ø12c/20
Alineación 33: (x= 7.75) Inferior	(y= 4.89)-(y= 6.16)	1Ø12c/20

Alineación 34: (x= 8.00) Inferior (y= 4.89)-(y= 6.16) 1Ø12c/20
 Alineación 35: (x= 8.25) Inferior (y= 4.89)-(y= 6.16) 1Ø12c/20

Malla 2: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø16c/20
 Armadura Base Superior: 1Ø16c/20
 Canto: 50

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø16c/20
 Armadura Base Superior: 1Ø16c/20
 Canto: 50

Alineación 16: (x= 6.50) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 17: (x= 6.25) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 18: (x= 6.00) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 19: (x= 5.75) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 20: (x= 5.50) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 21: (x= 5.25) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 22: (x= 5.00) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 23: (x= 4.75) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 24: (x= 4.50) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 25: (x= 4.25) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 26: (x= 4.00) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 27: (x= 3.75) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 28: (x= 3.50) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 29: (x= 3.25) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 30: (x= 3.00) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 31: (x= 2.75) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 32: (x= 2.50) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20
 Alineación 33: (x= 2.25) Superior (y= 7.81)-(y= 6.62) 1Ø12c/20

1.2. PLACAS DE ANCLAJE

1.3. ARMADO DE MUROS

Muro M1: Longitud: 751.375 cm [Nudo inicial: 0.25;0.25 -> Nudo final: 0.25;7.76]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel hueco filtros - Coronación	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	94.1	---
Cimentación - Nivel hueco filtros	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	100.0	---

Muro M3: Longitud: 751.375 cm [Nudo inicial: 9.75;0.25 -> Nudo final: 9.75;7.76]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel hueco filtros - Coronación	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	95.1	---
Cimentación - Nivel hueco filtros	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	100.0	---

Muro M4: Longitud: 950 cm [Nudo inicial: 0.25;7.76 -> Nudo final: 9.75;7.76]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel hueco filtros - Coronación	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	96.3	---
Cimentación - Nivel hueco filtros	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	96.5	---

Muro M5: Longitud: 950 cm [Nudo inicial: 0.25;0.25 -> Nudo final: 9.75;0.25]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel hueco filtros - Coronación	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	96.0	---
Cimentación - Nivel hueco filtros	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	97.3	---

Muro M6: Longitud: 225 cm [Nudo inicial: 0.25;5.76 -> Nudo final: 2.50;5.76]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel hueco filtros - Coronación	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	100.0	---
Cimentación - Nivel hueco filtros	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	100.0	---

Muro M8: Longitud: 225 cm [Nudo inicial: 7.50;5.76 -> Nudo final: 9.75;5.76]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel hueco filtros - Coronación	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	100.0	---
Cimentación - Nivel hueco filtros	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	100.0	---

Muro M9: Longitud: 271 cm [Nudo inicial: 3.65;5.76 -> Nudo final: 6.36;5.76]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel hueco filtros - Coronación	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	100.0	---
Cimentación - Nivel hueco filtros	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	92.6	---

Muro M9: Longitud: 115 cm [Nudo inicial: 2.50;5.76 -> Nudo final: 3.65;5.76]											
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Nivel hueco filtros	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	41.7	---

Muro M10: Longitud: 114 cm [Nudo inicial: 6.36;5.76 -> Nudo final: 7.50;5.76]

Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Nivel hueco filtros	50.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	30	15	39.8	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

2. COMPROBACIONES ESTRUCTURA

2.1. FORJADO CORONACIÓN

Coronación

Tramos	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado	
	I_w	N_t	N_c	M_v	M_z	V_z	V_v	$M_v V_z$	$M_z V_v$	$NM_v M_z$	$NM_v M_z V_z$	M_t	$M_v V_z$		$M_v V_v$
B0 - B1	$I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.738$ m $h = 2.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 2.0$
B24 - B7	$I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 1.015$ m $h = 10.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 2.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 10.9$
B16 - B26	$I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 1.015$ m $h = 10.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 2.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 10.9$
B35 - B9	$I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 1.015$ m $h = 6.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 1.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 6.2$
B18 - B28	$I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 1.015$ m $h = 6.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 1.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 6.2$
B32 - B36	$x: 0$ m $I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.443$ m $h = 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0.922$ m $h = 0.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0$ m $h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 0.1$
B37 - B38	$x: 0.313$ m $I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 2.507$ m $h = 40.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 6.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.313$ m $h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 40.7$
B38 - B39	$x: 0.25$ m $I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.75$ m $h = 3.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 2.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.25$ m $h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 3.6$
B40 - B41	$x: 0.309$ m $I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 2.47$ m $h = 71.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 10.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.309$ m $h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 71.6$
B35 - B42	$x: 0$ m $I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.639$ m $h = 5.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 1.314$ m $h = 2.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0$ m $h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 5.6$
B2 - B3	$x: 0.309$ m $I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 1.235$ m $h = 12.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 4.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.309$ m $h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 12.4$
B4 - B5	$x: 0$ m $I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.639$ m $h = 3.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 1.314$ m $h = 2.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0$ m $h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 3.7$
B6 - B8	$x: 0.309$ m $I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 2.47$ m $h = 60.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 8.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.309$ m $h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 60.5$
B9 - B10	$x: 0$ m $I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.639$ m $h = 4.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 1.314$ m $h = 2.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0$ m $h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 4.6$
B11 - B12	$x: 0.313$ m $I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 2.507$ m $h = 42.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 6.8$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.313$ m $h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 42.3$
B13 - B14	$x: 0.25$ m $I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.75$ m $h = 3.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 2.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.25$ m $h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 3.8$
B15 - B17	$x: 0.309$ m $I_w \in I_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 2.47$ m $h = 60.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $h = 8.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.309$ m $h < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $h = 60.5$

COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL)															Estado
Tramos	I_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
B18 - B19	x: 0 m $I_w \in I_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.639 m h = 4.6	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 1.314 m h = 2.4	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m h < 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 = 4.6
B20 - B21	x: 0.309 m $I_w \in I_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 1.235 m h = 12.4	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m h = 4.0	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.309 m h < 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 = 12.4
B22 - B23	x: 0 m $I_w \in I_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.639 m h = 3.7	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 1.314 m h = 2.2	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m h < 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 = 3.7
B25 - B27	x: 0.309 m $I_w \in I_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 2.47 m h = 52.9	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m h = 7.4	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.309 m h < 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 = 52.9
B28 - B29	x: 0 m $I_w \in I_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.639 m h = 3.9	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 1.314 m h = 2.0	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m h < 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 = 3.9
B30 - B31	x: 0.314 m $I_w \in I_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 2.508 m h = 35.5	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m h = 5.8	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.314 m h < 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 = 35.5
B32 - B33	x: 0 m $I_w \in I_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.591 m h = 3.0	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 1.219 m h = 1.6	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m h < 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 = 3.0
B1 - B34	x: 0 m $I_w \in I_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 1.843 m h = 15.8	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 3.722 m h = 3.4	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m h < 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 = 15.8

Notación:
 I_w : Aballadura 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
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: 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 tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽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.

2.2. UNIONES

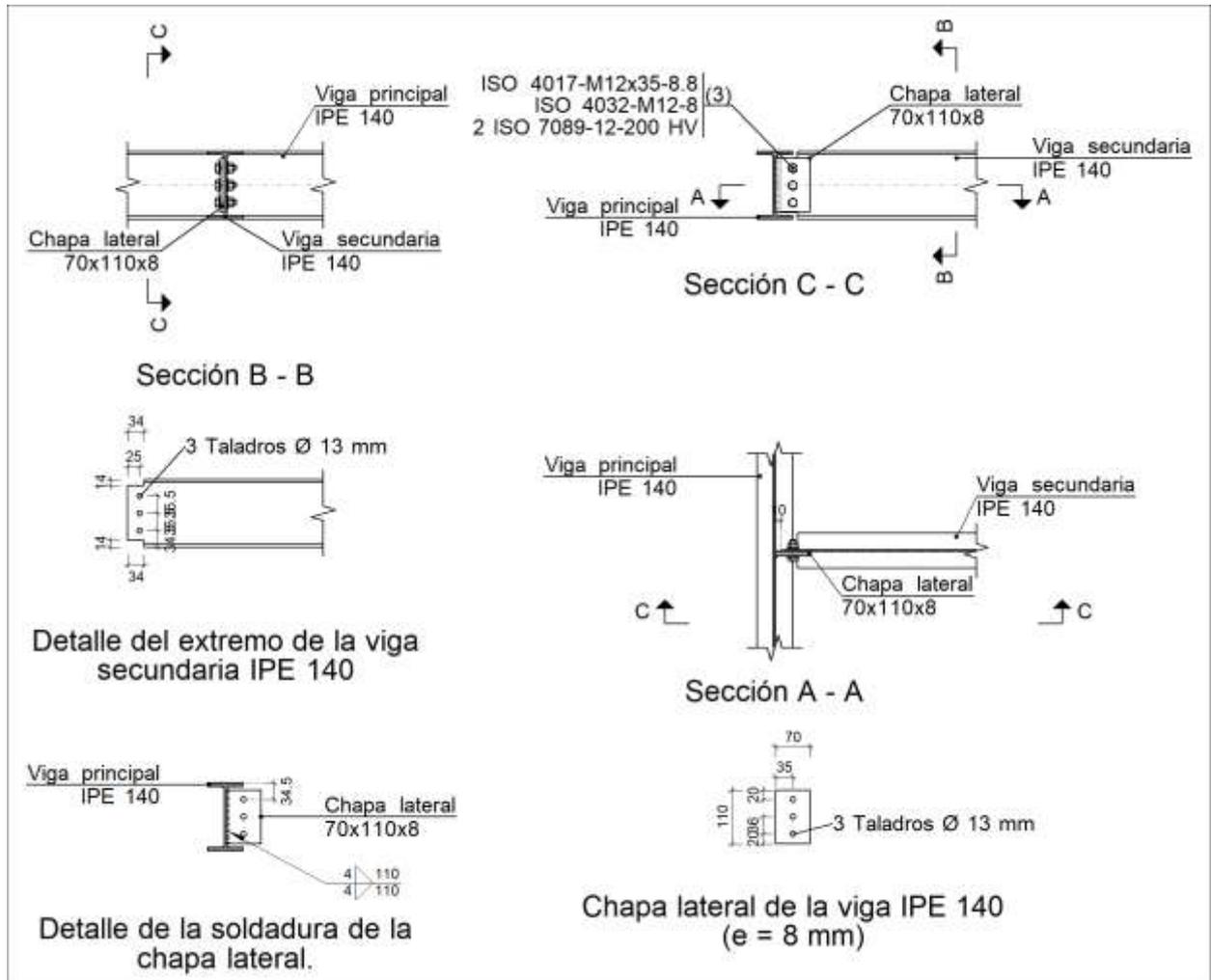
PLACA APOYO EN MURO

Referencia: -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 10 mm -Pernos: 4Ø12 mm L=20 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 36 mm Calculado: 140 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: 2 diámetros	Mínimo: 24 mm Calculado: 34 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 2 diámetros	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.	Mínimo: 17 cm Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia:		
-Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 10 mm -Pernos: 4Ø12 mm L=20 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 20.51 kN Calculado: 0 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 14.36 kN Calculado: 1.21 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 20.51 kN Calculado: 1.73 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 35.94 kN Calculado: 0 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 20.5905 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 62.86 kN Calculado: 1.21 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 1.209 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1.209 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2.32672 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2.32672 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250 Calculado: 100000	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 2.69e-009		

UNIÓN ENTRE VIGUETAS FORJADO

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Viga principal	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275 (EAE)	275.0	430.0

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga secundaria	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275 (EAE)	275.0	430.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral: Viga secundaria IPE 140		70	110	8	3	13	S275 (EAE)	275.0	430.0

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
ISO 4017-M12x35-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	35	8.8	640.0	800.0

c) Comprobación

1) Viga secundaria IPE 140

El cálculo se ha realizado considerando que el perfil se encuentra arriostrado frente al pandeo lateral.

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Pandeo local	MPa	74.954	241.976	30.98
	Aplastamiento	kN	20.560	48.300	42.57
	Desgarro	kN	34.550	85.888	40.23
Alma	Aplastamiento	kN	20.560	26.646	77.16
	Desgarro	kN	34.550	52.023	66.41
	Pandeo local	MPa	162.918	208.806	78.02

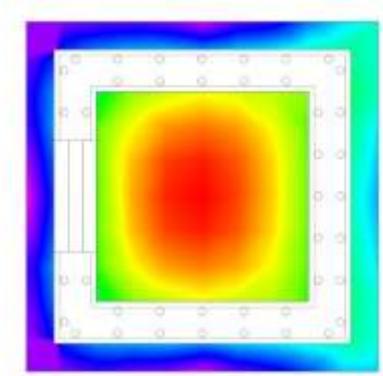
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (MPa)	b_w
		s_s (MPa)	t_s (MPa)	$t_{//}$ (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	s_s (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa lateral	4	0.0	0.0	39.3	68.0	16.80	6.1	1.97	430.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos					
Tornillo	Diámetro	Cortante	Tracción	Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)

APÉNDICE 3: ARQUETA VERTIDO AL CANAL

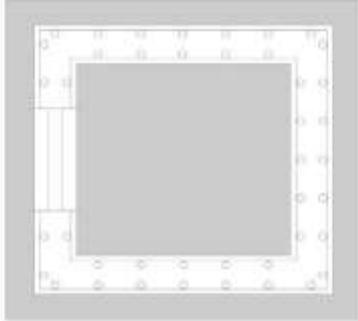
1. COMPROBACIONES CIMENTACIÓN

La cimentación de la arqueta la conforma una losa de cimentación de 30 cm de espesor. Las tensiones de la misma sobre el terreno son las siguientes:



Valor constante: 0.04 MPa

En cuanto al despegue de la losa, puede verse que es nulo.



Valor constante: 0 mm

1.1. ARMADO DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN

Cimentación

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø12c/30

Armadura Base Superior: 1Ø12c/30

Canto: 30

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø12c/30

Armadura Base Superior: 1Ø12c/30

Canto: 30

La losa no requiere refuerzos.

1.2. ARMADO DE MUROS

Muro M1: Longitud: 180 cm [Nudo inicial: -0.15;-0.15 -> Nudo final: 1.65;-0.15]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel desagüe - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---
Cimentación - Nivel desagüe	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M3: Longitud: 180 cm [Nudo inicial: -0.15;1.65 -> Nudo final: 1.65;1.65]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel desagüe - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---
Cimentación - Nivel desagüe	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M4: Longitud: 180 cm [Nudo inicial: -0.15;-0.15 -> Nudo final: -0.15;1.65]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel desagüe - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---
Cimentación - Nivel desagüe	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 180 cm [Nudo inicial: 1.65;-0.15 -> Nudo final: 1.65;1.65]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Nivel desagüe	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2a: Longitud: 30 cm [Nudo inicial: 1.65;-0.15 -> Nudo final: 1.65;0.15]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel desagüe - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	1	Ø6	15	15	100.0	---

Muro M2b: Longitud: 30 cm [Nudo inicial: 1.65;1.35 -> Nudo final: 1.65;1.65]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel desagüe - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M5: Longitud: 237 cm [Nudo inicial: 1.65;1.65 -> Nudo final: 4.02;1.65]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel desagüe - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

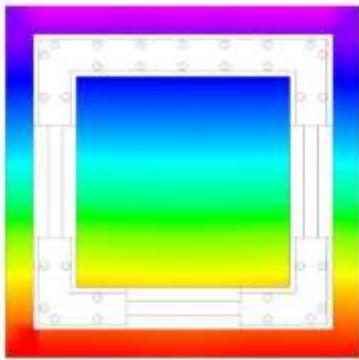
Muro M6: Longitud: 237 cm [Nudo inicial: 1.65;-0.15 -> Nudo final: 4.02;-0.15]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Nivel desagüe - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

APÉNDICE 4: ARQUETA CONEXIÓN DE DESAGÜES

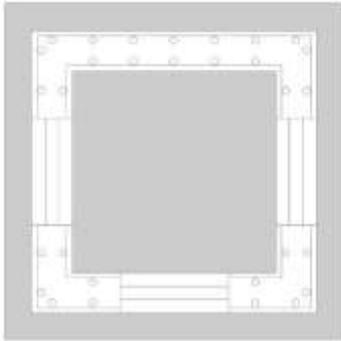
1. COMPROBACIONES CIMENTACIÓN

La cimentación de la arqueta la conforma una losa de cimentación de 30 cm de espesor. Las tensiones de la misma sobre el terreno son las siguientes:



Valor constante: 0.06 MPa

En cuanto al despegue de la losa, puede verse que es nulo.



Valor constante: 0 mm

1.1. ARMADO DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN

Cimentación

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø12c/30

Armadura Base Superior: 1Ø12c/30

Canto: 30

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø12c/30

Armadura Base Superior: 1Ø12c/30

Canto: 30

La losa no requiere refuerzos.

1.2. ARMADO DE MUROS

Muro M1: Longitud: 180 cm [Nudo inicial: -0.15;1.65 -> Nudo final: 1.65;1.65]

Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 180 cm [Nudo inicial: 1.65;-0.15 -> Nudo final: 1.65;1.65]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M3: Longitud: 180 cm [Nudo inicial: -0.15;-0.15 -> Nudo final: 1.65;-0.15]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

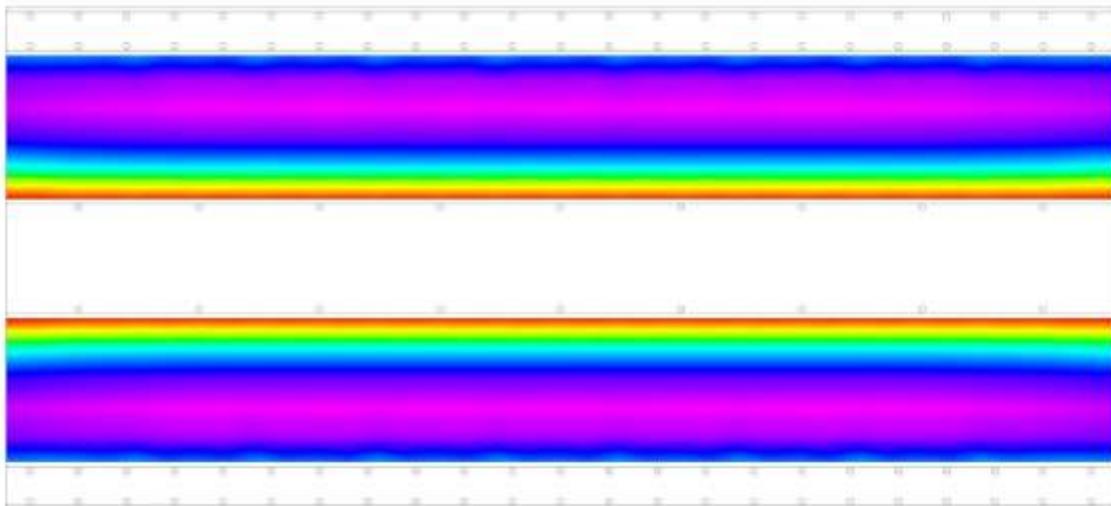
Muro M4: Longitud: 180 cm [Nudo inicial: -0.15;-0.15 -> Nudo final: -0.15;1.65]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

APÉNDICE 5: PASO BAJO DIQUE

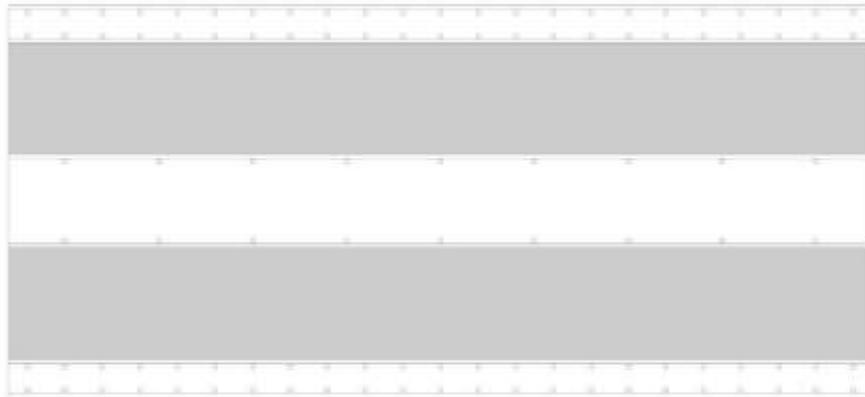
1. COMPROBACIONES CIMENTACIÓN

Tanto la losa inferior como la superior del canal tienen un espesor de 40 cm. El relleno intermedio se ha simulado también con un muro de 1 m de espesor. Las tensiones de la misma sobre el terreno son las siguientes:



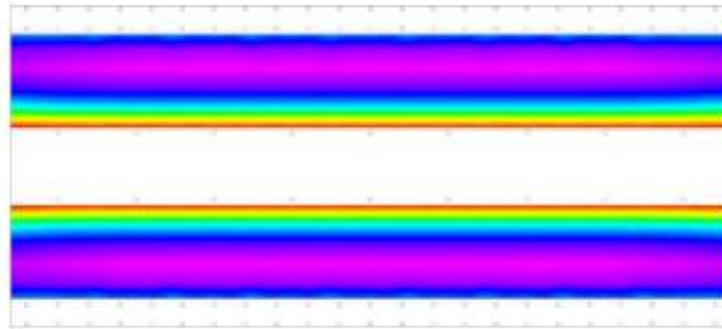
Valor constante: 0.13 MPa

En cuanto al despegue de la losa, puede verse que es nulo.



Valor constante: 0 mm

Los asentos del canal rondan los 8 mm, aunque hay que tener en cuenta que se ha simulado solo un tramo de 9 m del mismo. Como puede verse los asentos diferenciales son mínimos.



1.1.ARMADO DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN

Cimentación

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales
 Armadura Base Inferior: 1Ø12c/25
 Armadura Base Superior: 1Ø12c/25
 Canto: 40

Alineaciones transversales
 Armadura Base Inferior: 1Ø12c/25
 Armadura Base Superior: 1Ø12c/25
 Canto: 40

Coronación
 Número Plantas Iguales: 1

Malla 2: Losa maciza

Alineaciones longitudinales
 Armadura Base Inferior: 1Ø12c/25
 Armadura Base Superior: 1Ø12c/25
 Canto: 40

Alineaciones transversales
 Armadura Base Inferior: 1Ø12c/25
 Armadura Base Superior: 1Ø12c/25
 Canto: 40

1.2. ARMADO DE MUROS

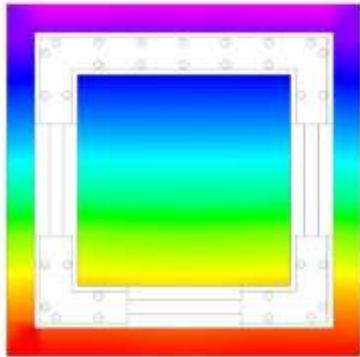
Muro M1: Longitud: 920.644 cm [Nudo inicial: 0.00;4.00 -> Nudo final: 9.21;4.00]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Coronación	40.0	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 920.644 cm [Nudo inicial: 0.00;0.20 -> Nudo final: 9.21;0.20]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Coronación	40.0	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

APÉNDICE 6: ARQUETA CONEXIÓN DE DRENES

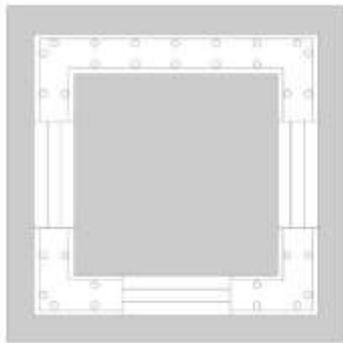
1. COMPROBACIONES CIMENTACIÓN

La cimentación de la arqueta la conforma una losa de cimentación de 30 cm de espesor. Las tensiones de la misma sobre el terreno son las siguientes:



Valor constante: 0.06 MPa

En cuanto al despegue de la losa, puede verse que es nulo.



Valor constante: 0 mm

1.1. ARMADO DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN

Cimentación

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø12c/30

Armadura Base Superior: 1Ø12c/30

Canto: 30

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø12c/30

Armadura Base Superior: 1Ø12c/30

Canto: 30

La losa no requiere refuerzos.

1.2. ARMADO DE MUROS

Muro M1: Longitud: 180 cm [Nudo inicial: -0.15;1.65 -> Nudo final: 1.65;1.65]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 180 cm [Nudo inicial: 1.65;-0.15 -> Nudo final: 1.65;1.65]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M3: Longitud: 180 cm [Nudo inicial: -0.15;-0.15 -> Nudo final: 1.65;-0.15]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M4: Longitud: 180 cm [Nudo inicial: -0.15;-0.15 -> Nudo final: -0.15;1.65]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Coronación	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.