ANEJO Nº11: CALCULOS ESTRUCTURALES, ANCLAJES Y OBRAS DE FÁBRICA

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y RED DE RIEGO DE LOS REGADÍOS TRADICIONALES DE MONTAÑA DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE JERTE (CÁCERES).

JUNTA DE EXTREMADURA

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

seiasa

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Índice

1. Objeto del anejo 3
2. Cálculos Estructurales 4
   2.1. Descripción de las Arquetas 4
      2.1.1. Arqueta de válvulas 4
      2.1.2. Arqueta de llenado 5
      2.1.3. Arqueta de captación 6
      2.1.4. Arqueta de rotura 7
   2.2. Bases de cálculo 8
      2.2.1. Normativa 8
      2.2.2. Características de los materiales 8
   2.3. Coeficientes de seguridad 9
      2.3.1. Acciones de cálculo 10
      2.3.2. Combinación de acciones 11
   2.4. Análisis de los esfuerzos 12
   2.5. Dimensionamiento de las secciones 12
3. Anclajes 13
   3.1. Consideraciones generales 13
   3.2. Metodología de cálculo 13
      3.2.1. Empuje Hidráulico 13
      3.2.2. Anclajes horizontales 14
4. Elementos prefabricados 17

1. Objeto del anejo

En este anejo se procede a la justificación de las características constructivas de los principales elementos de obra civil dentro del desarrollo de las conducciones, como son las arquetas y anclajes, que formarán parte de la red de riego del proyecto.

2. Cálculos Estructurales

El objetivo de este apartado es la justificación estructural de las siguientes arquetas definidas en el proyecto:

- Arqueta de válvulas
- Arqueta de llenado
- Arqueta de captación
- Arqueta de rotura

2.1. Descripción de las Arquetas

2.1.1. Arqueta de válvulas

Se trata de una estructura de hormigón armado ejecutada "in situ" con unas dimensiones exteriores en planta de 5,5 x 3,5 metros, con una altura de 1,7 metros.

Los espesores de los muros son de 0,25 m, y el canto de la losa de cimentación es de 0,25 m. La cubierta de la arqueta está definida como un trámex. Dicha arqueta se encuentra totalmente enterrada.

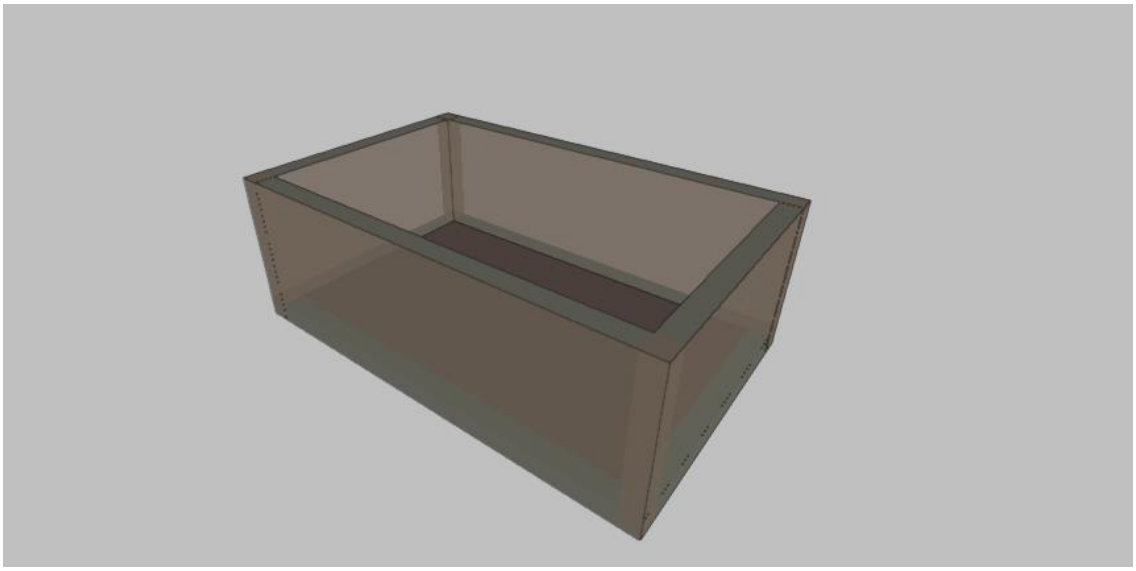


Figura 1: Vista 3D del modelo de la Arqueta de Válvulas

2.1.2. Arqueta de llenado

Se trata de una estructura de hormigón armado ejecutada "in situ" con unas dimensiones interiores en planta de 1,2 x 0,5 metros, con una altura de 0,7 metros.

Los espesores de los muros son de 0,20 m, y el canto de la losa de cimentación es de 0,20 m. La cubierta de la arqueta está definida como una tapa metálica de chapa lagrimada de 4 mm de espesor. Dicha arqueta se encuentra totalmente enterrada.

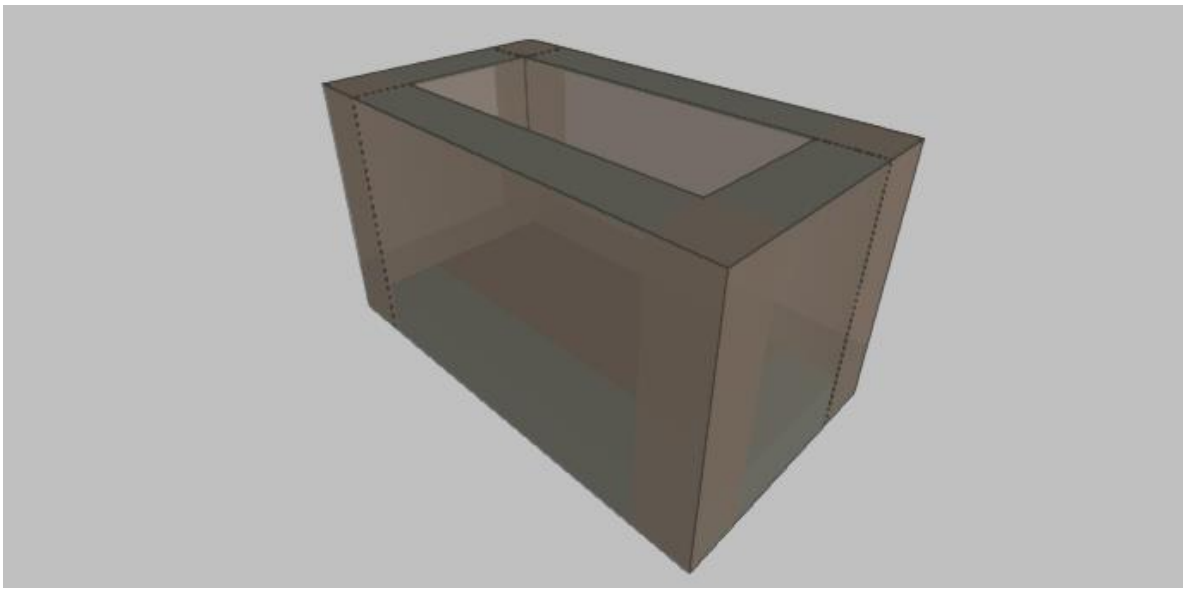


Figura 2: Vista 3D del modelo de la Arqueta de Llenado

2.1.3. Arqueta de captación

Se trata de una estructura de hormigón armado ejecutada "in situ" con unas dimensiones interiores en planta de 0,4 x 0,75 metros, con una altura de 1 metro.

Los espesores de los muros son de 0,20 m, y el canto de la losa de cimentación es de 0,20 m. La cubierta de la arqueta está definida por una losa de hormigón armado de 0,20 m Dicha arqueta se encuentra totalmente enterrada.

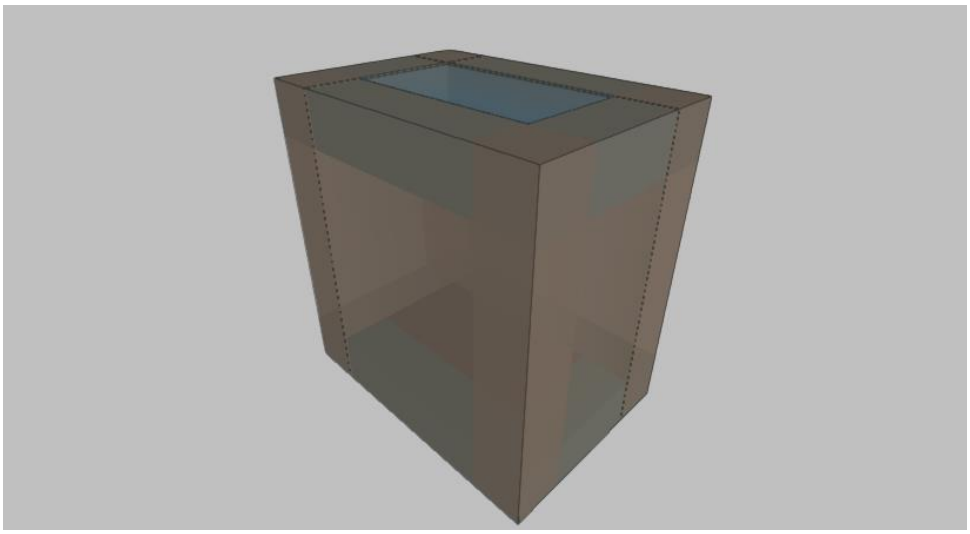


Figura 3: Vista 3D del modelo de la Arqueta de Llenado

2.1.4. Arqueta de rotura

Se trata de una estructura de hormigón armado ejecutada "in situ" con unas dimensiones interiores en planta de 2,0 x 2,0 metros, con una altura de 2,45 metros.

Los espesores de los muros son de 0,25 m, y el canto de la losa de cimentación es de 0,25 m. La cubierta de la arqueta está definida como una tapa metálica de chapa lagrimada de 4 mm de espesor. Dicha arqueta se encuentra totalmente enterrada.

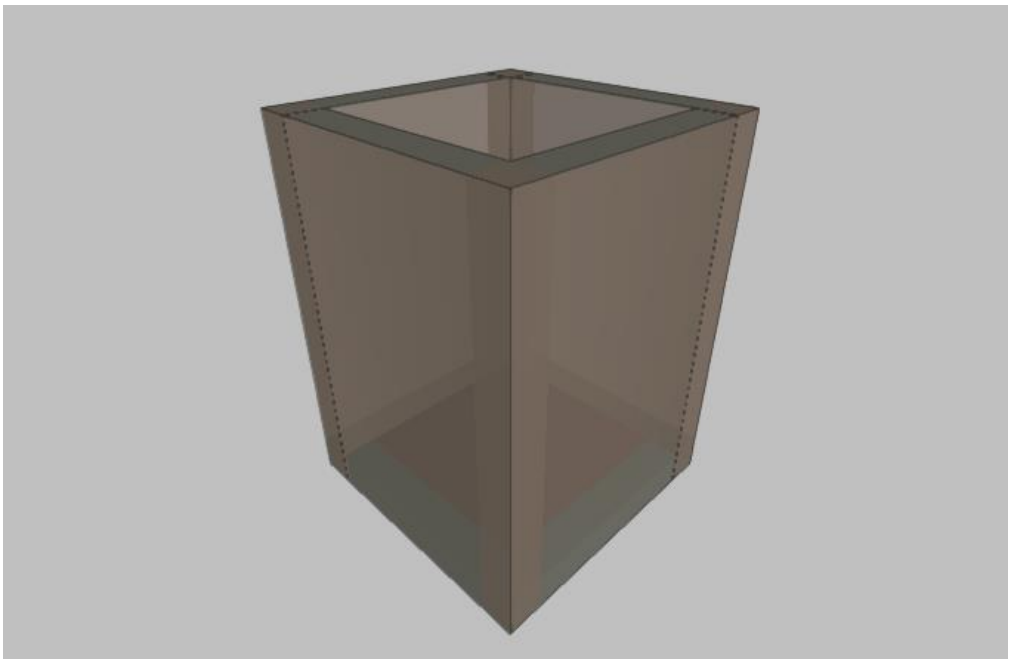


Figura 4: Vista 3D del modelo de la Arqueta de Llenado

2.2. Bases de cálculo

El cálculo de esta estructura se realiza de acuerdo con las siguientes bases de cálculo relativas a los materiales, los coeficientes de seguridad, las cargas consideradas:

2.2.1. Normativa

Las normas de obligado cumplimiento y recomendaciones que se tienen en cuenta para el cálculo de las estructuras son:

Eurocódigo 1. Bases de proyecto y acciones en estructuras.

Parte 1: Bases de proyecto. UNE-ENV 1.991-1. octubre 1997.

Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el "Código Estructural" (BOE del 10 de agosto de 2021).

NCSE-02. Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación

Guía de cimentaciones en obras de carretera. Ministerio de Fomento.

2.2.2. Características de los materiales

Los materiales utilizados en la estructura son los contemplados en las normativas anteriores y con las características que se indica en el siguiente cuadro de materiales:

CUADRO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL HORMIGÓN SEGÚN CÓDIGO ESTRUCTURAL				
Elemento	Tipificación	f_{ck} (MPa)	Tipo de cemento	Recubrimiento nominal (mm)
Hormigón de limpieza	HL-150/B/20	-	-	-
Muros	HA-25/F/12/XC2	25,00	CEM I	35
Losas	HA-25/F/12/XC2	25,00	CEM I	35

Notas
(1) El ión cloruro no excederá el 0,4% del peso de cemento en los elementos de hormigón armado;
(2) Máxima relación agua/cemento: 0,60 (XC2) y 0,55 (XC4);
(3) Contenido mínimo de cemento: 275 kg/m³ (XC2) y 300 kg/m³ (XC4);
(4) Vida útil: 100 Años;
(5) Coeficiente parcial en Estado Límite Último: γ_c=1,50;
(6) Nivel de control de conformidad de la resistencia: Estadístico;
(7) Nivel de control de ejecución: Intenso.

CUADRO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACERO PASIVO Y ACTIVO SEGÚN CÓDIGO ESTRUCTURAL			
Elemento	Tipificación	Resistencia (MPa)	Especificaciones adicionales
Todos los elementos	B 500 SD	500,00	Alargamiento de rotura $\varepsilon_{u,5}\geq$16% Relación $f_{yreal}/f_{ynominal}\leq$1,25

Notas
(1) Vida útil: 100 Años;
(2) Coeficiente parcial en Estado Límite Último: γ_s=1,15;
(3) Nivel de control de conformidad de la resistencia: Normal;
(4) Nivel de control de ejecución: Intenso.

Tabla 1: Cuadro de características de los materiales.

2.3. Coeficientes de seguridad

La comprobación de los elementos estructurales se realiza siguiendo las directrices del Código estructural, es decir, se comprueba que los valores de cálculo del efecto y la solicitación (Ed, Sd), respectivamente, obtenidos al aplicar al modelo estructural las acciones con sus valores de cálculo, combinadas según las hipótesis de carga establecidas en la citada normativa, no superan en ningún caso los valores límite del efecto de las acciones admisible para la estructura o el elemento (Cd), o la resistencia de cálculo de la estructura o del elemento para el estado considerado, respectivamente.

$$E_d \leq C_d$$

Los coeficientes parciales de seguridad se muestran a continuación:

Situación de proyecto	Hormigón γ_c	Acero pasivo γ_y
Persitente o Transitoria	1,50	1,15
Accidental	1,30	1,00

Tabla 2: Cuadro de coeficientes parciales de seguridad.

2.3.1. Acciones de cálculo

Las cargas aplicadas para el cálculo de las estructuras en los modelos de cálculo empleados son las siguientes:

Acciones permanentes (G)

Se refieren a los pesos de los elementos que constituyen la obra, y se supone que actúan en todo momento, siendo constante en magnitud y posición. Son:

G1) Peso propio elementos estructurales: carga deducida de la geometría teórica de la estructura, considerando una densidad del hormigón de 25 kN/m^3 y del acero de 78.5 KN/m^3.

G2) Peso propio tierras: No se ha tenido en cuenta peso propio de tierras encima de las arquetas puesto que la tapa superior va vista.

Acciones permanentes de valor no constante (G*)

G*1) Acciones debidas al terreno: se ha considerado el empuje activo y al reposo del terreno de relleno sobre los muros del recinto correspondientes a una ley triangular de presiones con un ángulo de rozamiento de 38º y una densidad del relleno de 20 KN/m^3 debido a que del Estudio Geotécnico se ha obtenido que la capa en la que apoyan las arquetas tiene las características de grava arcillosa. No se ha considerado cohesión en el terreno.

Acciones variables (Q)

Q1) Sobrecargas de uso

Sobrecargas en trasdós de muros: se consideran los empujes correspondientes a una sobrecarga vertical de 5 kN/m^2 en la coronación del trasdós de los muros.

La cubierta de las arquetas no está diseñada para soportar cargas de tráfico, y por tanto no se han contemplado las cargas de tráfico que establece la IAP-11.

2.3.2. Combinación de acciones

Para la comprobación de la capacidad estructural de estados límite últimos, los esfuerzos dimensionantes vienen de la envolvente de resultados máximos en situación persistente o transitoria. La combinación de acciones aplicadas según normativa es la siguiente:

Situación persistente o transitoria

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}\,G_{k,j} + \sum_{m\geq 1}\gamma_{G,m}\,G^{*}_{k,m} + \gamma_{Q,1}\,Q_{k,1} + \sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\,\psi_{0,i}\,Q_{k,i}$$

Situación sísmica

$$\sum_{j\geq 1}G_{k,j} + \sum_{m\geq 1}G^{*}_{k,m} + \psi_{2,1}\,Q_{k,1} + A_{Ed}$$

Combinación característica

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}\,G_{k,j} + \sum_{m\geq 1}\gamma_{G,m}\,G^{*}_{k,m} + \gamma_{Q,1}\,Q_{k,1} + \sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\,\psi_{0,i}\,Q_{k,i}$$

Combinación frecuente

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}\,G_{k,j} + \sum_{m\geq 1}\gamma_{G,m}\,G^{*}_{k,m} + \gamma_{Q,1}\,Q_{k,1} + \sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\,\psi_{0,i}\,Q_{k,i}$$

Combinación casi-permanente

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}\,G_{k,j} + \sum_{m\geq 1}\gamma_{G,m}\,G^{*}_{k,m} + \sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\,\psi_{2,i}\,Q_{k,i}$$

Donde,

G	Acción permanente.
Q	Acción variable.
A	Acción sísmica.
γ	Coeficiente parcial de seguridad.
ψ	Coeficiente de combinación.

2.4. Análisis de los esfuerzos

Para el cálculo de las arquetas se ha recurrido al programa CYPECAD. Dicho programa es capaz de modelizar un recinto de planta rectangular, aplicando las cargas solicitantes de tierras y sobrecargas, además del peso propio.

El programa realiza un cálculo por métodos matriciales de la losa de fondo y muros de las arquetas obteniendo los esfuerzos y armados en cada uno de los elementos.

2.5. Dimensionamiento de las secciones

El dimensionamiento y comprobación de las secciones se realiza por el método parábola-rectángulo teniendo en cuenta las especificaciones del Código estructural.

Asimismo, se atienen a las prescripciones de la norma las comprobaciones de fisuración, adherencia y anclaje de armaduras y limitaciones de cuantías mecánicas y geométricas de las armaduras.

- En el **anexo 1: Listados de cálculo",** se adjuntan los resultados obtenidos de los modelos de cálculo.

3. Anclajes

3.1. Consideraciones generales

Para determinar las dimensiones de los anclajes debe calcularse la resultante del empuje derivado de la presión máxima ejercida por el fluido en el interior de la tubería, teniendo en consideración la resistencia del terreno.

Los parámetros de partida considerados para el cálculo de los anclajes son:

- Presión máxima de trabajo de la red.
- Características técnicas de las tuberías.
- Dimensiones y geometría de la pieza a anclar.
- Características del hormigón y del terreno.

3.2. Metodología de cálculo

3.2.1. Empuje Hidráulico

En un cambio de dirección, la resultante del empuje hidráulico toma el valor:

$$F = \left(P \cdot s + Q \cdot v\right) \cdot 2 \cdot sen\frac{\alpha}{2}$$

Donde:

P: Presión dinámica.
s: Sección del tubo.
α: Ángulo, cambio en la alineación recta.
Q: Caudal circulante.
v: Velocidad del fluido

El primer término, dentro del paréntesis, corresponde al empuje debido a la presión y el segundo se debe a la velocidad. En las conducciones proyectadas la velocidad es menor a 1,5 m/s, en cambio existen presiones importantes, sobre todo al comienzo del tramo impulsado y la parte central del tramo de gravedad, por lo que la fuerza generada por la presión es superior a la debida por la velocidad, por esta razón no se considerará el empuje debido a la velocidad en los cálculos.

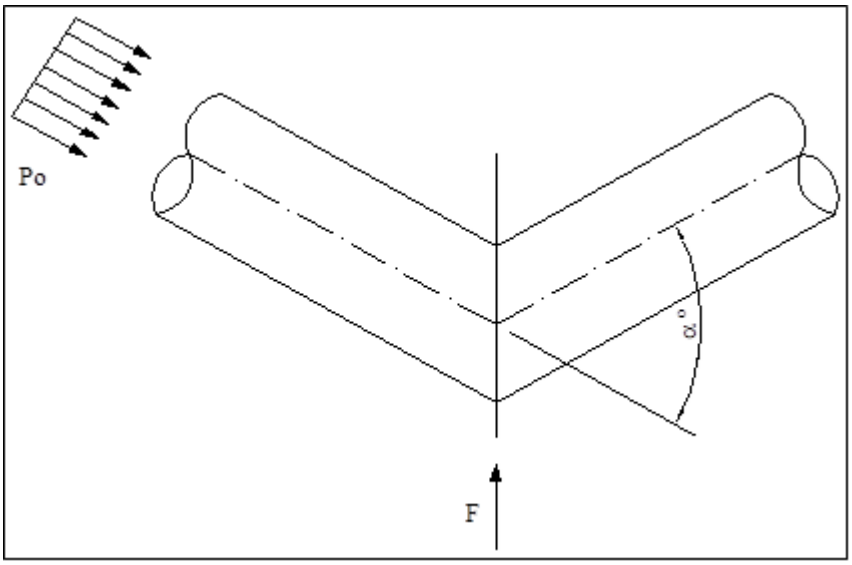


Figura 1: Fuerzas actuantes en un codo.

3.2.2. Anclajes horizontales

Se calcula un macizo de hormigón capaz de absorber los desequilibrios producidos por el empuje hidráulico en el elemento especial, gracias a la fuerza de rozamiento macizo-terreno y por el empuje pasivo del terreno contra el macizo.

El empuje pasivo se pone en acción cuando se intenta mover, aunque sea ligeramente, el macizo respecto al terreno. Su cálculo se efectúa en base a la teoría de Rankine:

$$E_P = \frac{1}{2} \cdot K_P \cdot \gamma_r \cdot h^2 \cdot l \qquad \text{en donde: } K_P = tg^2\left(45 + \frac{\varphi_r}{2}\right)$$

Siendo:

KP: Coeficiente de Ranking.

φr: Ángulo de rozamiento interno del relleno.

γr: Peso específico del relleno.

h: Altura del macizo de anclaje.

l: Longitud del macizo del anclaje.

La hipótesis de carga es la que aparece en la Figura siguiente: Las fuerzas que actúan en el macizo de apoyo.

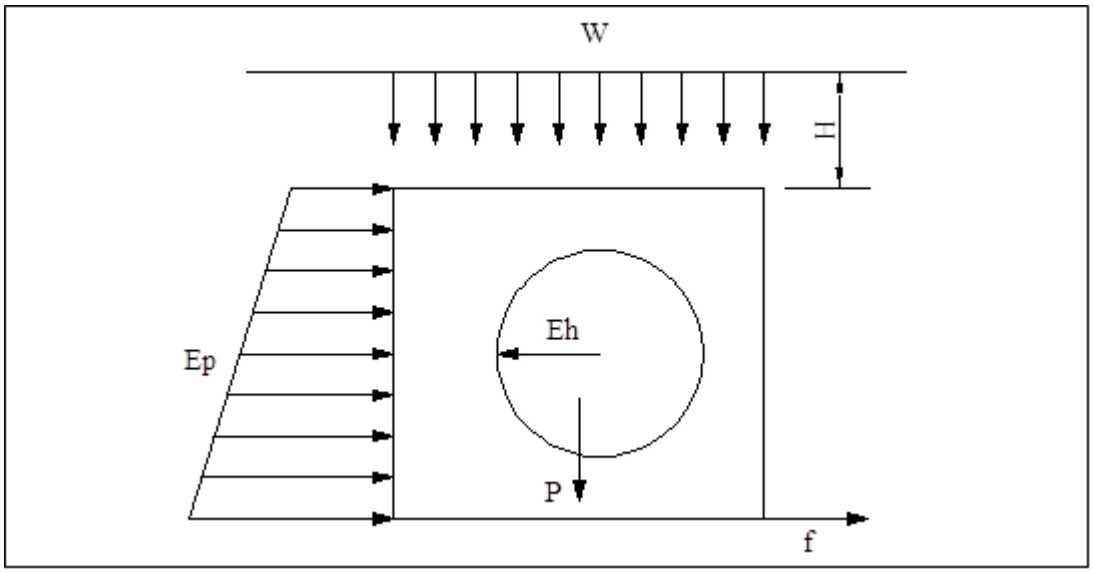


Figura 2: Fuerzas actuantes en el macizo de apoyo.

Donde:

W: Peso de la tierras sobre el macizo.

H: Altura de la cobertura.

F: Empuje hidráulico provocado por el elemento especial.

B: Apoyo sobre la pared del macizo.

f: Fuerza de rozamiento.

Siendo la fuerza desestabilizante el empuje hidráulico y las estabilizantes el empuje pasivo del terreno y la fuerza de rozamiento. Se calculo el macizo necesario para que la relación entre las fuerzas estabilizantes y la desestabilizante sea mayor o igual a 1,5 (Coeficiente de seguridad al deslizamiento).

$$\frac{B+f}{F} = \frac{F_{estabilizante}}{F_{desestabilizante}} \geq C_d = 1{,}5$$

El macizo de hormigón calculado se define por las dimensiones L-H-B, y el volumen de hormigón necesario, V.

Debido a la complejidad de la red diseñada y a la diversa casuística existente en la misma, se ha optado por realizar el dimensionamiento de los anclajes en las condiciones mas desfavorables según los criterios de diseño hidráulico de la red, por lo tanto cumpliendo ante cualquier situación inesperada que se enmarque dentro de dichas condiciones y quedando del lado de la seguridad.

Dichos condicionantes son:

- La velocidad máxima de diseño en las tuberías será de 2 m/s
- La presión máxima en el punto mas desfavorable de un tramo de tubería no debe superar el 80% de la presión nominal de trabajo, según sea el caso a 1,0 Mpa o 1,6 Mpa.
- La tensión máxima admisible en el terreno será de 0,05 Mpa
- El angulo de rozamiento interno del terreno será de 20º

Los resultados obtenidos son los que se muestran en el anexo 2. "listado de cálculo de anclajes".

4. Elementos prefabricados

Para la elección de las obras de fábrica no construidas *in situ* necesarias para el alojamiento de válvulas, ventosas y otros elementos de las tuberías, se han considerado elementos prefabricados de hormigón con las dimensiones adecuadas. Estas serán de al menos 60 x 60 cm de lado interior.

Para su elección se ha considerado la necesidad de evitar su demolición en el caso de tener que proceder a la sustitución de tubos, piezas especiales y demás elementos.

Las arquetas se cubrirán con tapas de fácil manejo y de resistencia apropiada que cumplan con lo especificado en la norma UNE EN 124:1995.

Las características de todas estas estructuras están descritas en el pliego de condiciones del proyecto y reflejadas en los planos.

ANEXO 1. LISTADO DE CÁLCULO

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y RED DE RIEGO DE LOS REGADÍOS TRADICIONALES DE MONTAÑA DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE JERTE (CÁCERES).

JUNTA DE EXTREMADURA

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

seiasa

Índice

Anexo I: Listados de cálculo 3

Anexo I: Listados de cálculo

ARQUETA DE VÁLVULAS

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2023

Número de licencia: 153305

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Arqueta de válvulas

Clave: Arqueta de válvulas

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1. Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m²)	Cargas muertas (kN/m²)
Forjado 1	2.0	2.0
Cimentación	0.0	5.0

4.2. Viento

Sin acción de viento

4.3. Sismo

Sin acción de sismo

4.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso

4.5. Leyes de presiones sobre muros

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Empuje de Defecto	Cargas muertas	Con relleno: Cota 0.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 20.00 kN/m³	M1, M2, M3, M4

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
		Densidad sumergida 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno 38.00 Grados Evacuación por drenaje 100.00 %	

5. ESTADOS LÍMITE

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

6. SITUACIONES DE PROYECTO

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

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Donde:

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

6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

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_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
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_a)
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_a)
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

6.2. Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio
CM Cargas muertas
Qa Sobrecarga de uso

- **E.L.U. de rotura. Hormigón**

Comb.	PP	CM	Qa
1	0.800	0.800	
2	1.350	1.350	
3	0.800	0.800	1.500
4	1.350	1.350	1.500

- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

- **Tensiones sobre el terreno**
- **Desplazamientos**

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	1.70	0.00
0	Cimentación				-1.70

8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(3.14, -0.19)	(8.39, -0.19)	1	0.125+0.125=0.25
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(8.39, -0.19)	(8.39, 3.06)	1	0.125+0.125=0.25
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(3.14, 3.06)	(8.39, 3.06)	1	0.125+0.125=0.25
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(3.14, -0.19)	(3.14, 3.06)	1	0.125+0.125=0.25

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro	
M1	Viga de cimentación: 0.250 x 0.250 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.25 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles

Referencia	Zapata del muro	
M2	Viga de cimentación: 0.250 x 0.250 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.25 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M3	Viga de cimentación: 0.250 x 0.250 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.25 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M4	Viga de cimentación: 0.250 x 0.250 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.25 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles

9. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

9.1. Losas de cimentación

Losas de cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible	
			Situaciones persistentes (MPa)	Situaciones accidentales (MPa)
Todas	25	100000.00	0.294	0.441

10. MATERIALES UTILIZADOS

10.1. 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

10.2. Aceros por elemento y posición

10.2.1. Aceros en barras

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

10.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

11. ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Forjado 1	25.0	-1.70/0.00	Peso propio	55.5	0.6	9.8	0.1	10.1	0.5	-0.0	-0.0	0.0	0.1	1.8	-0.0
				Cargas muertas	5.5	0.1	8.5	0.0	31.8	-0.5	2.5	0.0	0.0	-0.0	-4.9	0.1
				Sobrecarga de uso	2.7	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	2.6	-0.0	0.0	0.0	0.1	-0.0
M2	Forjado 1	25.0	-1.70/0.00	Peso propio	32.9	-7.3	-0.2	-9.6	-0.1	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.6	0.0	-0.0
				Cargas muertas	-1.2	0.1	0.3	-11.0	0.1	-0.1	1.7	0.0	0.0	3.5	-0.0	0.1
				Sobrecarga de uso	1.6	-0.4	-0.0	-0.5	-0.0	-0.0	1.7	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
M3	Forjado 1	25.0	-1.70/0.00	Peso propio	55.7	0.5	-9.9	0.0	-10.0	-0.4	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-1.8	0.1
				Cargas muertas	5.2	0.1	-8.5	0.0	-32.0	0.4	2.5	0.0	0.0	-0.0	5.0	-0.1
				Sobrecarga de uso	2.7	0.0	-0.5	0.0	-0.5	-0.0	2.6	-0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0
M4	Forjado 1	25.0	-1.70/0.00	Peso propio	33.1	7.0	-0.1	9.4	-0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.0	0.6	0.1	-0.0
				Cargas muertas	-1.1	-0.0	0.2	10.9	0.1	0.2	1.8	0.0	0.0	-3.4	-0.0	-0.1
				Sobrecarga de uso	1.6	0.3	0.0	0.5	-0.0	-0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0

12. ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Nota:

Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Peso propio	55.5	0.6	9.8	0.1	10.1	0.5
	Cargas muertas	5.5	0.1	8.5	0.0	31.8	-0.5
	Sobrecarga de uso	2.7	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
M2	Peso propio	32.9	-7.3	-0.2	-9.6	-0.1	-0.0
	Cargas muertas	-1.2	0.1	0.3	-11.0	0.1	-0.1
	Sobrecarga de uso	1.6	-0.4	-0.0	-0.5	-0.0	-0.0
M3	Peso propio	55.7	0.5	-9.9	0.0	-10.0	-0.4
	Cargas muertas	5.2	0.1	-8.5	0.0	-32.0	0.4
	Sobrecarga de uso	2.7	0.0	-0.5	0.0	-0.5	-0.0
M4	Peso propio	33.1	7.0	-0.1	9.4	-0.0	-0.1
	Cargas muertas	-1.1	-0.0	0.2	10.9	0.1	0.2

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Sobrecarga de uso	1.6	0.3	0.0	0.5	-0.0	-0.0

13. PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

13.1. Muros

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M1: Longitud: 525 cm [Nudo inicial: 3.14;-0.19 -> Nudo final: 8.39;-0.19]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	0.22	-22.35	-2.82	0.46	-0.45	0.94	0.24	---	---
	Arm. horz. der.	0.13	-6.19	-0.11	1.92	0.15	-1.51	0.67	---	---
	Arm. vert. izq.	0.92	-22.35	-2.82	0.46	7.44	0.94	0.24	---	---
	Arm. horz. izq.	0.27	-2.79	-8.70	-0.72	-0.06	2.38	-0.32	---	---
	Hormigón	3.14	-22.35	-2.82	0.46	7.44	0.94	0.24	---	---
	Arm. transve.	0.63	-13.65	-1.58	0.55	---	---	---	-5.92	0.25

Muro M2: Longitud: 325 cm [Nudo inicial: 8.39;-0.19 -> Nudo final: 8.39;3.06]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	0.20	-20.45	-2.58	0.25	-0.41	0.64	-0.01	---	---
	Arm. horz. der.	0.12	-0.99	-6.13	-0.43	0.02	-0.82	-0.41	---	---
	Arm. vert. izq.	0.66	-20.45	-2.58	0.25	5.05	0.64	-0.01	---	---
	Arm. horz. izq.	0.20	-2.95	-6.36	-1.00	0.49	1.77	0.10	---	---
	Hormigón	2.27	-20.45	-2.58	0.25	5.05	0.64	-0.01	---	---
	Arm. transve.	0.39	-12.56	-4.26	0.52	---	---	---	-3.65	-0.05

Muro M3: Longitud: 525 cm [Nudo inicial: 3.14;3.06 -> Nudo final: 8.39;3.06]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	0.93	-22.51	-2.84	0.46	-7.51	-0.95	-0.25	---	---
	Arm. horz. der.	0.27	-2.75	-8.50	0.90	0.05	-2.32	-0.32	---	---
	Arm. vert. izq.	0.22	-22.51	-2.84	0.46	0.45	-0.95	-0.25	---	---
	Arm. horz. izq.	0.13	-6.19	-0.03	1.94	-0.17	1.50	-0.67	---	---
	Hormigón	3.17	-22.51	-2.84	0.46	-7.51	-0.95	-0.25	---	---
	Arm. transve.	0.64	-13.66	-1.54	0.58	---	---	---	5.95	-0.24

Muro M4: Longitud: 325 cm [Nudo inicial: 3.14;-0.19 -> Nudo final: 3.14;3.06]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	0.64	-20.54	-2.59	0.22	-4.83	-0.61	0.01	---	---
	Arm. horz. der.	0.21	-3.02	-6.49	-0.79	0.06	-1.83	-0.10	---	---
	Arm. vert. izq.	0.20	-20.54	-2.59	0.22	0.41	-0.61	0.01	---	---
	Arm. horz. izq.	0.12	-0.96	-6.15	-0.44	-0.02	0.81	0.43	---	---
	Hormigón	2.20	-20.54	-2.59	0.22	-4.83	-0.61	0.01	---	---
	Arm. transve.	0.38	-12.67	-4.28	0.52	---	---	---	3.52	0.10

14. LISTADO DE ARMADURAS DE MUROS DE HORMIGÓN

Muro M1: Longitud: 525 cm [Nudo inicial: 3.14;-0.19 -> Nudo final: 8.39;-0.19]											
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 - Forjado 1	25.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 325 cm [Nudo inicial: 8.39;-0.19 -> Nudo final: 8.39;3.06]											
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 - Forjado 1	25.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M3: Longitud: 525 cm [Nudo inicial: 3.14;3.06 -> Nudo final: 8.39;3.06]											
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 - Forjado 1	25.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M4: Longitud: 325 cm [Nudo inicial: 3.14;-0.19 -> Nudo final: 3.14;3.06]											
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 - Forjado 1	25.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/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.

15. SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.
- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

15.1. Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Cimentación	-1.70	Peso propio	177.2	1021.3	254.3	0.0	0.0	0.0
		Cargas muertas	8.5	49.0	12.2	0.0	0.0	0.0
		Sobrecarga de uso	8.5	49.0	12.2	0.0	0.0	0.0

ARQUETA DE LLENADO

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2023

Número de licencia: 153305

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Arqueta de llenado

Clave: Arqueta de llenado

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

4. ESTADOS LÍMITE

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

5. SITUACIONES DE PROYECTO

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

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Donde:

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

5.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

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_a)
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_a)
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_a)
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

5.2. Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio
CM Cargas muertas
Qa Sobrecarga de uso

- **E.L.U. de rotura. Hormigón**

Comb.	PP	CM	Qa
1	0.800	0.800	
2	1.350	1.350	
3	0.800	0.800	1.500
4	1.350	1.350	1.500

- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

- **Tensiones sobre el terreno**
- **Desplazamientos**

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000

6. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	0.70	0.00
0	Cimentación				-0.70

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

7.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(0.04, -2.01)	(1.44, -2.01)	1	0.1+0.1=0.2
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(1.44, -2.01)	(1.44, -1.31)	1	0.1+0.1=0.2
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(0.04, -1.31)	(1.44, -1.31)	1	0.1+0.1=0.2
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(0.04, -2.01)	(0.04, -1.31)	1	0.1+0.1=0.2

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro	

Referencia	Zapata del muro	
M1	Viga de cimentación: 0.200 x 0.200 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.20 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M2	Viga de cimentación: 0.200 x 0.200 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.20 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M3	Viga de cimentación: 0.200 x 0.200 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.20 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M4	Viga de cimentación: 0.200 x 0.200 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.20 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles

8. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

8.1. Losas de cimentación

Losas de cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible	
			Situaciones persistentes (MPa)	Situaciones accidentales (MPa)
Todas	20	100000.00	0.294	0.441

9. MATERIALES UTILIZADOS

9.1. 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

9.2. Aceros por elemento y posición

9.2.1. Aceros en barras

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

9.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

10. ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Forjado 1	20.0	-0.70/0.00	Peso propio	5.2	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
				Cargas muertas	-0.2	0.0	0.1	0.0	1.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.6	0.0
				Sobrecarga de uso	-0.1	0.0	-0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
M2	Forjado 1	20.0	-0.70/0.00	Peso propio	2.1	-0.1	0.0	-0.3	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0
				Cargas muertas	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	-0.0
				Sobrecarga de uso	0.1	0.0	0.0	0.1	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M3	Forjado 1	20.0	-0.70/0.00	Peso propio	5.0	0.0	-0.2	0.0	-0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0
				Cargas muertas	0.1	0.0	-0.1	0.0	-1.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
				Sobrecarga de uso	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M4	Forjado 1	20.0	-0.70/0.00	Peso propio	2.1	0.1	0.0	0.3	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
				Cargas muertas	0.0	-0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.0
				Sobrecarga de uso	0.1	-0.0	0.0	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0

11. ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Nota:

Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Peso propio	5.2	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0
	Cargas muertas	-0.2	0.0	0.1	0.0	1.1	0.0
	Sobrecarga de uso	-0.1	0.0	-0.0	0.0	-0.1	0.0
M2	Peso propio	2.1	-0.1	0.0	-0.3	0.0	0.0
	Cargas muertas	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.0
	Sobrecarga de uso	0.1	0.0	0.0	0.1	-0.0	-0.0
M3	Peso propio	5.0	0.0	-0.2	0.0	-0.5	0.0

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Cargas muertas	0.1	0.0	-0.1	0.0	-1.1	0.0
	Sobrecarga de uso	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
M4	Peso propio	2.1	0.1	0.0	0.3	0.0	-0.0
	Cargas muertas	0.0	-0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
	Sobrecarga de uso	0.1	-0.0	0.0	-0.1	-0.0	0.0

12. PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

12.1. Muros

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M1: Longitud: 140 cm [Nudo inicial: 0.04;-2.01 -> Nudo final: 1.44;-2.01]

Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=20.0 cm)	Arm. vert. der.	0.08	-5.72	-0.87	0.44	-0.11	0.06	0.04	---	---
	Arm. horz. der.	0.04	0.01	-0.23	-0.00	0.00	-0.24	-0.00	---	---
	Arm. vert. izq.	0.08	-5.72	-0.87	0.44	0.13	0.06	0.04	---	---
	Arm. horz. izq.	0.02	0.63	-0.95	0.02	-0.04	0.05	-0.07	---	---
	Hormigón	0.29	-5.72	-0.87	0.44	-0.11	0.06	0.04	---	---
	Arm. transve.	0.29	0.63	-0.95	0.02	---	---	---	1.21	1.69

Muro M2: Longitud: 70 cm [Nudo inicial: 1.44;-2.01 -> Nudo final: 1.44;-1.31]

Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=20.0 cm)	Arm. vert. der.	0.05	-4.75	-0.43	-0.37	-0.09	-0.00	-0.01	---	---
	Arm. horz. der.	0.02	-2.88	-0.64	-0.38	0.06	-0.07	-0.01	---	---
	Arm. vert. izq.	0.05	-4.75	-0.43	-0.37	0.09	-0.00	-0.01	---	---
	Arm. horz. izq.	0.04	-1.73	-0.84	-0.26	0.04	0.24	0.01	---	---
	Hormigón	0.18	-4.75	-0.43	-0.37	-0.09	-0.00	-0.01	---	---
	Arm. transve.	0.08	-2.88	-0.64	-0.38	---	---	---	0.46	-0.35

Muro M3: Longitud: 140 cm [Nudo inicial: 0.04;-1.31 -> Nudo final: 1.44;-1.31]

Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1	Arm. vert. der.	0.10	-6.14	-0.88	0.36	-0.24	-0.08	-0.03	---	---

Muro M3: Longitud: 140 cm [Nudo inicial: 0.04;-1.31 -> Nudo final: 1.44;-1.31]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
(e=20.0 cm)	Arm. horz. der.	0.02	-2.73	-1.50	-0.61	-0.06	-0.05	0.10	---	---
	Arm. vert. izq.	0.08	-6.14	-0.88	0.36	0.12	-0.08	-0.03	---	---
	Arm. horz. izq.	0.04	0.05	0.23	0.00	0.20	0.28	-0.00	---	---
	Hormigón	0.31	-6.14	-0.88	0.36	-0.24	-0.08	-0.03	---	---
	Arm. transve.	0.28	-6.14	-0.88	0.36	---	---	---	2.01	-0.12

Muro M4: Longitud: 70 cm [Nudo inicial: 0.04;-2.01 -> Nudo final: 0.04;-1.31]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1	Arm. vert. der.	0.05	-4.75	-0.43	-0.37	-0.09	0.00	0.01	---	---
(e=20.0 cm)	Arm. horz. der.	0.04	-1.73	-0.84	-0.26	0.03	-0.24	-0.01	---	---
	Arm. vert. izq.	0.05	-4.75	-0.43	-0.37	0.09	0.00	0.01	---	---
	Arm. horz. izq.	0.02	-2.88	-0.64	-0.38	0.06	0.07	0.01	---	---
	Hormigón	0.18	-4.75	-0.43	-0.37	0.09	0.00	0.01	---	---
	Arm. transve.	0.08	-2.88	-0.64	-0.38	---	---	---	-0.46	0.35

13. LISTADO DE ARMADURAS DE MUROS DE HORMIGÓN

Muro M1: Longitud: 140 cm [Nudo inicial: 0.04;-2.01 -> Nudo final: 1.44;-2.01]											
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 - Forjado 1	20.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 70 cm [Nudo inicial: 1.44;-2.01 -> Nudo final: 1.44;-1.31]											
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 - Forjado 1	20.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M3: Longitud: 140 cm [Nudo inicial: 0.04;-1.31 -> Nudo final: 1.44;-1.31]											
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 - Forjado 1	20.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M4: Longitud: 70 cm [Nudo inicial: 0.04;-2.01 -> Nudo final: 0.04;-1.31]											
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 - Forjado 1	20.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/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.

14. SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.
- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los

esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

14.1. Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Cimentación	-0.70	Peso propio	14.4	10.7	-23.9	0.0	0.0	0.0
		Cargas muertas	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		Sobrecarga de uso	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ARQUETA DE CAPTACIÓN

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2023

Número de licencia: 153305

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Arqueta de captación

Clave: Arqueta de captación

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

4. ESTADOS LÍMITE

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

5. SITUACIONES DE PROYECTO

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

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Donde:

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

5.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

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_a)
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_a)
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_a)
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

5.2. Combinaciones

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio
CM Cargas muertas
Qa Sobrecarga de uso

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa
1	0.800	0.800	
2	1.350	1.350	
3	0.800	0.800	1.500
4	1.350	1.350	1.500

- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

- **Tensiones sobre el terreno**
- **Desplazamientos**

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000

6. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	1.00	0.00
0	Cimentación				-1.00

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

7.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.

- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(3.78, -2.06)	(4.73, -2.06)	1	0.1+0.1=0.2
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(4.73, -2.06)	(4.73, -1.46)	1	0.1+0.1=0.2
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(3.78, -1.46)	(4.73, -1.46)	1	0.1+0.1=0.2
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(3.78, -2.06)	(3.78, -1.46)	1	0.1+0.1=0.2

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro	

Referencia	Zapata del muro	
M1	Viga de cimentación: 0.200 x 0.200 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.20 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M2	Viga de cimentación: 0.200 x 0.200 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.20 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M3	Viga de cimentación: 0.200 x 0.200 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.20 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M4	Viga de cimentación: 0.200 x 0.200 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.20 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles

8. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

8.1. Losas de cimentación

Losas de cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible	
			Situaciones persistentes (MPa)	Situaciones accidentales (MPa)
Todas	20	100000.00	0.294	0.441

9. MATERIALES UTILIZADOS

9.1. 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

9.2. Aceros por elemento y posición

9.2.1. Aceros en barras

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

9.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

10. ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Forjado 1	20.0	-1.00/0.00	Peso propio	5.5	-0.0	0.2	0.0	0.4	-0.0	1.6	0.0	0.0	-0.0	-0.1	-0.0
				Cargas muertas	1.6	0.0	0.1	0.0	1.3	0.0	1.5	-0.0	0.2	-0.0	-0.9	0.1
				Sobrecarga de uso	1.5	-0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0
M2	Forjado 1	20.0	-1.00/0.00	Peso propio	2.8	-0.1	-0.0	-0.2	0.0	-0.0	0.6	-0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
				Cargas muertas	0.8	-0.0	0.0	-0.5	0.0	0.0	0.8	-0.1	-0.0	0.3	-0.0	0.0
				Sobrecarga de uso	0.8	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.8	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M3	Forjado 1	20.0	-1.00/0.00	Peso propio	5.6	-0.0	-0.2	0.0	-0.4	0.0	1.5	0.0	-0.0	-0.0	0.1	0.0
				Cargas muertas	1.4	0.0	-0.1	0.0	-1.3	-0.0	1.5	-0.0	-0.2	0.0	0.9	-0.1
				Sobrecarga de uso	1.5	-0.0	-0.0	0.0	-0.1	0.0	1.5	0.0	-0.0	0.0	0.1	0.0
M4	Forjado 1	20.0	-1.00/0.00	Peso propio	2.8	0.1	-0.0	0.2	-0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	-0.1	-0.0	-0.0
				Cargas muertas	0.8	0.0	0.0	0.5	0.0	-0.0	0.8	0.1	0.0	-0.3	-0.0	-0.0
				Sobrecarga de uso	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0

11. ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Nota:

Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Peso propio	5.5	-0.0	0.2	0.0	0.4	-0.0
	Cargas muertas	1.6	0.0	0.1	0.0	1.3	0.0
	Sobrecarga de uso	1.5	-0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
M2	Peso propio	2.8	-0.1	-0.0	-0.2	0.0	-0.0
	Cargas muertas	0.8	-0.0	0.0	-0.5	0.0	0.0
	Sobrecarga de uso	0.8	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M3	Peso propio	5.6	-0.0	-0.2	0.0	-0.4	0.0
	Cargas muertas	1.4	0.0	-0.1	0.0	-1.3	-0.0
	Sobrecarga de uso	1.5	-0.0	-0.0	0.0	-0.1	0.0
M4	Peso propio	2.8	0.1	-0.0	0.2	-0.0	0.0
	Cargas muertas	0.8	0.0	0.0	0.5	0.0	-0.0
	Sobrecarga de uso	0.8	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0

12. PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

12.1. Muros

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M1: Longitud: 95 cm [Nudo inicial: 3.78;-2.06 -> Nudo final: 4.73;-2.06]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=20.0 cm)	Arm. vert. der.	0.16	-15.61	-1.87	-0.34	-0.31	0.03	-0.00	---	---
	Arm. horz. der.	0.02	-3.00	-1.79	-0.22	-0.10	-0.05	0.06	---	---
	Arm. vert. izq.	0.16	-15.61	-1.87	-0.34	0.31	0.03	-0.00	---	---
	Arm. horz. izq.	0.02	-15.61	-1.87	-0.34	-0.31	0.03	-0.00	---	---
	Hormigón	0.59	-15.61	-1.87	-0.34	-0.31	0.03	-0.00	---	---
	Arm. transve.	0.44	-15.61	-1.87	-0.34	---	---	---	-3.16	-0.16

Muro M2: Longitud: 60 cm [Nudo inicial: 4.73;-2.06 -> Nudo final: 4.73;-1.46]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=20.0 cm)	Arm. vert. der.	0.13	-10.08	-1.76	-0.51	-0.20	0.07	-0.05	---	---
	Arm. horz. der.	0.01	-3.14	-0.71	0.10	-0.07	-0.02	0.02	---	---
	Arm. vert. izq.	0.13	-10.08	-1.76	-0.51	0.20	0.07	-0.05	---	---
	Arm. horz. izq.	0.03	-10.08	-1.76	-0.51	0.20	0.07	-0.05	---	---
	Hormigón	0.48	-10.08	-1.76	-0.51	-0.20	0.07	-0.05	---	---
	Arm. transve.	0.21	-10.08	-1.76	-0.51	---	---	---	-1.48	-0.48

Muro M3: Longitud: 95 cm [Nudo inicial: 3.78;-1.46 -> Nudo final: 4.73;-1.46]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)

Muro M3: Longitud: 95 cm [Nudo inicial: 3.78;-1.46 -> Nudo final: 4.73;-1.46]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=20.0 cm)	Arm. vert. der.	0.16	-15.06	-2.29	-0.42	-0.30	-0.03	-0.00	---	---
	Arm. horz. der.	0.03	-9.76	-2.00	0.51	0.20	-0.08	0.01	---	---
	Arm. vert. izq.	0.16	-15.06	-2.29	-0.42	0.30	-0.03	-0.00	---	---
	Arm. horz. izq.	0.01	-15.06	-2.29	-0.42	-0.30	-0.03	-0.00	---	---
	Hormigón	0.56	-15.06	-2.29	-0.42	0.30	-0.03	-0.00	---	---
	Arm. transve.	0.43	-15.06	-2.29	-0.42	---	---	---	3.13	0.16

Muro M4: Longitud: 60 cm [Nudo inicial: 3.78;-2.06 -> Nudo final: 3.78;-1.46]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=20.0 cm)	Arm. vert. der.	0.13	-10.25	-0.86	-0.31	-0.20	-0.04	0.04	---	---
	Arm. horz. der.	0.01	-10.25	-0.86	-0.31	0.20	-0.04	0.04	---	---
	Arm. vert. izq.	0.13	-10.25	-0.86	-0.31	0.20	-0.04	0.04	---	---
	Arm. horz. izq.	0.03	-3.55	-1.85	-0.34	0.07	0.05	-0.03	---	---
	Hormigón	0.50	-10.25	-0.86	-0.31	0.20	-0.04	0.04	---	---
	Arm. transve.	0.21	-10.25	-0.86	-0.31	---	---	---	1.41	0.49

13. LISTADO DE ARMADURAS DE MUROS DE HORMIGÓN

Muro M1: Longitud: 95 cm [Nudo inicial: 3.78;-2.06 -> Nudo final: 4.73;-2.06]											
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 - Forjado 1	20.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 60 cm [Nudo inicial: 4.73;-2.06 -> Nudo final: 4.73;-1.46]											
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 - Forjado 1	20.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M3: Longitud: 95 cm [Nudo inicial: 3.78;-1.46 -> Nudo final: 4.73;-1.46]											
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 - Forjado 1	20.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M4: Longitud: 60 cm [Nudo inicial: 3.78;-2.06 -> Nudo final: 3.78;-1.46]											
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 - Forjado 1	20.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/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.

14. SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.

- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

14.1. Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Cimentación	-1.00	Peso propio	16.7	70.9	-29.4	0.0	0.0	0.0
		Cargas muertas	4.6	19.6	-8.1	0.0	0.0	0.0
		Sobrecarga de uso	4.6	19.6	-8.1	0.0	0.0	0.0

ARQUETA DE ROTURA DE CARGA

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2023

Número de licencia: 153305

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Arqueta rotura de carga

Clave: Arqueta rotura de carga

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

4. ESTADOS LÍMITE

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

5. SITUACIONES DE PROYECTO

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

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Donde:

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

5.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

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_a)
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_a)
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_a)
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

5.2. Combinaciones

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio
CM Cargas muertas
Qa Sobrecarga de uso

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa
1	0.800	0.800	
2	1.350	1.350	
3	0.800	0.800	1.500
4	1.350	1.350	1.500

- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

- **Tensiones sobre el terreno**
- **Desplazamientos**

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000

6. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	2.45	0.00
0	Cimentación				-2.45

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

7.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(0.14, 0.12)	(1.89, 0.12)	1	0.125+0.125=0.25
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(1.89, 0.12)	(1.89, 1.87)	1	0.125+0.125=0.25
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(0.14, 1.87)	(1.89, 1.87)	1	0.125+0.125=0.25
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(0.14, 0.12)	(0.14, 1.87)	1	0.125+0.125=0.25

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro	

Referencia	Zapata del muro	
M1	Viga de cimentación: 0.250 x 0.250 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.25 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M2	Viga de cimentación: 0.250 x 0.250 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.25 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M3	Viga de cimentación: 0.250 x 0.250 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.25 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M4	Viga de cimentación: 0.250 x 0.250 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.25 -Situaciones persistentes: 0.294 MPa -Situaciones accidentales: 0.441 MPa Módulo de balasto: 100000.00 kN/m³	Tensiones admisibles

8. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

8.1. Losas de cimentación

Losas de cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible	
			Situaciones persistentes (MPa)	Situaciones accidentales (MPa)
Todas	25	100000.00	0.294	0.441

9. MATERIALES UTILIZADOS

9.1. 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

9.2. Aceros por elemento y posición

9.2.1. Aceros en barras

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

9.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

10. ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Forjado 1	25.0	-2.45/0.00	Peso propio	25.7	-0.8	2.5	-0.0	4.8	-0.1	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0
				Cargas muertas	1.7	0.1	0.9	0.6	8.9	-0.2	2.3	-0.0	0.0	-0.1	-1.0	-0.0
				Sobrecarga de uso	2.1	-0.1	0.2	-0.0	0.4	-0.0	2.1	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0
M2	Forjado 1	25.0	-2.45/0.00	Peso propio	27.4	-2.7	-0.2	-5.2	0.3	0.1	0.0	0.0	-0.0	0.1	0.0	0.0
				Cargas muertas	2.5	-1.1	0.3	-9.3	0.1	0.3	2.2	0.0	0.1	0.8	0.3	0.3
				Sobrecarga de uso	2.3	-0.2	-0.0	-0.4	0.0	0.0	2.2	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0
M3	Forjado 1	25.0	-2.45/0.00	Peso propio	24.8	0.7	-2.4	-0.0	-5.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0
				Cargas muertas	2.3	-0.1	-1.0	0.3	-8.6	-0.2	2.1	-0.1	0.0	0.0	0.4	0.1
				Sobrecarga de uso	2.1	0.1	-0.2	-0.0	-0.4	0.0	2.2	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0
M4	Forjado 1	25.0	-2.45/0.00	Peso propio	27.3	2.6	0.8	5.3	0.0	-0.3	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0
				Cargas muertas	2.3	1.0	0.0	8.5	-0.4	-0.3	2.1	0.0	0.1	-0.7	0.3	-0.2
				Sobrecarga de uso	2.3	0.2	0.1	0.4	0.0	-0.0	2.2	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0

11. ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

■ Nota:

Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Peso propio	25.7	-0.8	2.5	-0.0	4.8	-0.1
	Cargas muertas	1.7	0.1	0.9	0.6	8.9	-0.2
	Sobrecarga de uso	2.1	-0.1	0.2	-0.0	0.4	-0.0
M2	Peso propio	27.4	-2.7	-0.2	-5.2	0.3	0.1
	Cargas muertas	2.5	-1.1	0.3	-9.3	0.1	0.3
	Sobrecarga de uso	2.3	-0.2	-0.0	-0.4	0.0	0.0
M3	Peso propio	24.8	0.7	-2.4	-0.0	-5.1	0.1

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	Cargas muertas	2.3	-0.1	-1.0	0.3	-8.6	-0.2
	Sobrecarga de uso	2.1	0.1	-0.2	-0.0	-0.4	0.0
M4	Peso propio	27.3	2.6	0.8	5.3	0.0	-0.3
	Cargas muertas	2.3	1.0	0.0	8.5	-0.4	-0.3
	Sobrecarga de uso	2.3	0.2	0.1	0.4	0.0	-0.0

12. PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

12.1. Muros

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M1: Longitud: 175 cm [Nudo inicial: 0.14;0.12 -> Nudo final: 1.89;0.12]

Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	0.33	-34.08	-4.31	-0.17	-0.68	0.53	0.01	---	---
	Arm. horz. der.	0.23	-17.09	-7.71	0.07	-1.20	-1.93	0.01	---	---
	Arm. vert. izq.	0.68	-34.08	-4.31	-0.17	4.17	0.53	0.01	---	---
	Arm. horz. izq.	0.28	-7.93	-12.88	1.02	0.59	2.06	-0.03	---	---
	Hormigón	2.33	-34.08	-4.31	-0.17	4.17	0.53	0.01	---	---
	Arm. transve.	0.30	-8.23	-6.00	-0.45	---	---	---	0.83	-2.67

Muro M2: Longitud: 175 cm [Nudo inicial: 1.89;0.12 -> Nudo final: 1.89;1.87]

Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	0.35	-35.52	-2.92	-0.01	-0.71	0.67	-0.05	---	---
	Arm. horz. der.	0.19	-17.31	-7.41	-2.24	-1.17	-1.48	-0.19	---	---
	Arm. vert. izq.	0.64	-35.52	-2.92	-0.01	3.61	0.67	-0.05	---	---
	Arm. horz. izq.	0.34	-8.56	-9.68	-0.50	0.58	3.09	-0.12	---	---
	Hormigón	2.16	-35.52	-2.92	-0.01	3.61	0.67	-0.05	---	---
	Arm. transve.	0.38	-12.06	-10.33	0.35	---	---	---	0.03	-3.59

Muro M3: Longitud: 175 cm [Nudo inicial: 0.14;1.87 -> Nudo final: 1.89;1.87]

Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1	Arm. vert. der.	0.61	-33.02	-2.72	0.98	-3.48	-0.75	0.06	---	---

Muro M3: Longitud: 175 cm [Nudo inicial: 0.14;1.87 -> Nudo final: 1.89;1.87]											
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos								
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
(e=25.0 cm)	Arm. horz. der.	0.35	-8.42	-9.60	0.27	0.17	-3.15	-0.14	---	---
	Arm. vert. izq.	0.32	-33.02	-2.72	0.98	0.66	-0.75	0.06	---	---
	Arm. horz. izq.	0.20	-12.02	-9.71	0.45	-0.24	1.50	-0.01	---	---
	Hormigón	2.02	-33.02	-2.72	0.98	-3.48	-0.75	0.06	---	---
	Arm. transve.	0.45	-22.43	-5.22	-0.43	---	---	---	4.23	0.41

Muro M4: Longitud: 175 cm [Nudo inicial: 0.14;0.12 -> Nudo final: 0.14;1.87]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Forjado 1	Arm. vert. der.	0.60	-33.67	-2.96	0.99	-3.35	-0.91	-0.05	---	---
(e=25.0 cm)	Arm. horz. der.	0.26	-9.08	-12.94	0.46	0.18	-1.86	-0.23	---	---
	Arm. vert. izq.	0.33	-33.67	-2.96	0.99	0.67	-0.91	-0.05	---	---
	Arm. horz. izq.	0.23	-12.52	-9.53	0.60	0.94	1.78	0.01	---	---
	Hormigón	1.93	-33.67	-2.96	0.99	-3.35	-0.91	-0.05	---	---
	Arm. transve.	0.49	-23.67	-5.03	-1.56	---	---	---	4.40	1.16

13. LISTADO DE ARMADURAS DE MUROS DE HORMIGÓN

Muro M1: Longitud: 175 cm [Nudo inicial: 0.14;0.12 -> Nudo final: 1.89;0.12]											
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 - Forjado 1	25.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 175 cm [Nudo inicial: 1.89;0.12 -> Nudo final: 1.89;1.87]											
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 - Forjado 1	25.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M3: Longitud: 175 cm [Nudo inicial: 0.14;1.87 -> Nudo final: 1.89;1.87]											
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 - Forjado 1	25.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M4: Longitud: 175 cm [Nudo inicial: 0.14;0.12 -> Nudo final: 0.14;1.87]											
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 - Forjado 1	25.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/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.

14. SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.
- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los

esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

14.1. Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Cimentación	-2.45	Peso propio	105.2	106.3	105.1	0.0	0.0	0.0
		Cargas muertas	8.8	8.8	9.5	0.0	0.0	0.2
		Sobrecarga de uso	8.8	8.8	8.7	0.0	0.0	0.0

ANEXO 2. CÁLCULO ANCLAJES

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y RED DE RIEGO DE LOS REGADÍOS TRADICIONALES DE MONTAÑA DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE JERTE (CÁCERES).

JUNTA DE EXTREMADURA

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

seiasa

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO PN10

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	Pmax (mca)	Cota roja (m)	L (m)	h (m)	B (m)	T (m)	Volumen Hormigón (m3)	F (Tn)	Ep (Tn)	P terreno (Tn)	Ee/Ed	Cd = 1,5
1	Ø63	90	0,06	90	80	1,0	0,60	0,35	0,60	0,60	0,12	0,29	0,13	0,65	3,82	Cumple
2	Ø75	90	0,07	90	80	1,0	0,60	0,35	0,60	0,60	0,12	0,41	0,13	0,65	2,69	Cumple
3	Ø90	90	0,08	90	80	1,0	0,60	0,35	0,60	0,60	0,12	0,59	0,13	0,65	1,86	Cumple
4	Ø110	90	0,10	90	80	1,0	0,80	0,50	0,80	0,80	0,31	0,87	0,37	1,15	2,64	Cumple
5	Ø125	90	0,11	90	80	1,0	0,80	0,50	0,80	0,80	0,31	1,13	0,37	1,15	2,03	Cumple
6	Ø140	90	0,12	90	80	1,0	0,80	0,50	0,80	0,80	0,31	1,42	0,37	1,15	1,62	Cumple

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
Pmax: Pesión maxíma en la tubería (m.c.a.)
H1: Altura de la cama de arena (m)
H2: Altura del relleno sobre la clave de la tubería (m)
Cota roja para determinar la tierra que carga sobre la tubería
L: Longitud del dado de anclaje (m)
h: Altura del dado de anclaje (m)
B: Ancho del dado de anclaje (m)
F: Empuje hidrostático (Tn)
Ep: Empuje pasivo (Tn)
P terreno: Peso del terreno que hay por encima
Cd: Coeficiente de seguridad frente al deslizamiento

Empuje hidrostático

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	Pmax (mca)	Q (m3/s)	V (m/s)	H1 (m)	H2 (m)	Cota roja (m)	F (Tn)
1	Ø63	90	0,055	90	80	0,005	2,00	0,2	1	1	0,29
2	Ø75	90	0,066	90	80	0,007	2,00	0,2	1	1	0,41
3	Ø90	90	0,079	90	80	0,010	2,00	0,2	1	1	0,59
4	Ø110	90	0,097	90	80	0,015	2,00	0,2	1	1	0,87
5	Ø125	90	0,110	90	80	0,019	2,00	0,2	1	1	1,13
6	Ø140	90	0,123	90	80	0,024	2,00	0,2	1	1	1,42

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
Q: Caudal que circula (m3/s)
Pmax: Pesión maxíma en la tubería (m.c.a.)
H1: Altura de la cama de arena (m)
H2: Altura del relleno sobre la clave de la tubería (m)
Cota roja para determinar la tierra que carga sobre la tubería
F: Empuje hidrostático (Tn)

Empuje pasivo

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	h (m)	L (m)	jr (º)	Kp	gr (Tn/m3)		Ep (Tn)
1	Ø63	90	0,0554	90	0,35	0,60	20	2,04	1,8		0,13
2	Ø75	90	0,066	90	0,35	0,60	20	2,04	1,8		0,13
3	Ø90	90	0,0792	90	0,35	0,60	20	2,04	1,8		0,13
4	Ø110	90	0,0968	90	0,5	0,80	20	2,04	1,8		0,37
5	Ø125	90	0,1102	90	0,5	0,80	20	2,04	1,8		0,37
6	Ø140	90	0,1234	90	0,5	0,80	20	2,04	1,8		0,37

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
h: Altura del dado de anclaje (m)
jr: Ángulo de rozamiento interno del relleno
gr: Peso específico del relleno (Tn/m3)
Coeficiente de Rankine
Coeficiente de Rankine
Ep: Empuje pasivo (Tn)

Peso del terreno

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	L (m)	B (m)	Cota roja (m)	Volumen (m3)	ρ (Tn/m3)		P terreno (Tn)
1	Ø63	90	0,0554	90	0,60	0,60	1	0,36	1,8		0,65
2	Ø75	90	0,066	90	0,60	0,60	1	0,36	1,8		0,65
3	Ø90	90	0,0792	90	0,60	0,60	1	0,36	1,8		0,65
4	Ø110	90	0,0968	90	0,80	0,80	1	0,64	1,8		1,15
5	Ø125	90	0,1102	90	0,80	0,80	1	0,64	1,8		1,15
6	Ø140	90	0,1234	90	0,80	0,80	1	0,64	1,8		1,15

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
L: Longitud del dado de anclaje (m)
B: Ancho del dado de anclaje (m)
Cota roja para determinar la tierra que carga sobre la tubería
ρ: Densidad del terreno (Tn/m3)
P: Peso del Terreno (Tn)

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO PN16

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	Pmax (mca)	Cota roja (m)	L (m)	h (m)	B (m)	T (m)	Volumen Hormigón (m3)	F (Tn)	Ep (Tn)	P terreno (Tn)	Ee/Ed	Cd = 1,5
1	Ø63	90	0,05	90	128	1,0	0,60	0,35	0,60	0,60	0,12	0,39	0,13	0,65	2,83	Cumple
2	Ø75	90	0,06	90	128	1,0	0,60	0,35	0,60	0,60	0,12	0,55	0,13	0,65	1,98	Cumple
3	Ø90	90	0,07	90	128	1,0	0,80	0,50	0,80	0,80	0,32	0,79	0,37	1,15	2,91	Cumple
4	Ø110	90	0,09	90	128	1,0	0,80	0,50	0,80	0,80	0,31	1,19	0,37	1,15	1,94	Cumple
5	Ø125	90	0,10	90	128	1,0	0,80	0,50	0,80	0,80	0,31	1,53	0,37	1,15	1,50	Cumple
6	Ø140	90	0,11	90	128	1,0	1,00	0,80	1,00	1,00	0,79	1,93	1,17	1,80	2,57	Cumple

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
Pmax: Pesión maxíma en la tubería (m.c.a.)
H1: Altura de la cama de arena (m)
H2: Altura del relleno sobre la clave de la tubería (m)
Cota roja para determinar la tierra que carga sobre la tubería
L: Longitud del dado de anclaje (m)
h: Altura del dado de anclaje (m)
B: Ancho del dado de anclaje (m)
F: Empuje hidrostático (Tn)
Ep: Empuje pasivo (Tn)
P terreno: Peso del terreno que hay por encima
Cd: Coeficiente de seguridad frente al deslizamiento

Empuje hidrostático

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	Pmax (mca)	Q (m3/s)	V (m/s)	H1 (m)	H2 (m)	Cota roja (m)	F (Tn)
1	Ø63	90	0,051	90	128	0,004	2,00	0,2	1	1	0,39
2	Ø75	90	0,061	90	128	0,006	2,00	0,2	1	1	0,55
3	Ø90	90	0,074	90	128	0,009	2,00	0,2	1	1	0,79
4	Ø110	90	0,090	90	128	0,013	2,00	0,2	1	1	1,19
5	Ø125	90	0,102	90	128	0,016	2,00	0,2	1	1	1,53
6	Ø140	90	0,115	90	128	0,021	2,00	0,2	1	1	1,93

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
Q: Caudal que circula (m3/s)
Pmax: Pesión maxíma en la tubería (m.c.a.)
H1: Altura de la cama de arena (m)
H2: Altura del relleno sobre la clave de la tubería (m)
Cota roja para determinar la tierra que carga sobre la tubería
F: Empuje hidrostático (Tn)

Empuje pasivo

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	h (m)	L (m)	jr (º)	Kp	gr (Tn/m3)		Ep (Tn)
1	Ø63	90	0,0514	90	0,35	0,60	20	2,04	1,8		0,13
2	Ø75	90	0,0614	90	0,35	0,60	20	2,04	1,8		0,13
3	Ø90	90	0,0736	90	0,5	0,80	20	2,04	1,8		0,37
4	Ø110	90	0,09	90	0,5	0,80	20	2,04	1,8		0,37
5	Ø125	90	0,1022	90	0,5	0,80	20	2,04	1,8		0,37
6	Ø140	90	0,1146	90	0,8	1,00	20	2,04	1,8		1,17

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
h: Altura del dado de anclaje (m)
jr: Ángulo de rozamiento interno del relleno
gr: Peso específico del relleno (Tn/m3)
Coeficiente de Rankine
Coeficiente de Rankine
Ep: Empuje pasivo (Tn)

Peso del terreno

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	L (m)	B (m)	Cota roja (m)	Volumen (m3)	ρ (Tn/m3)		P terreno (Tn)
1	Ø63	90	0,0514	90	0,60	0,60	1	0,36	1,8		0,65
2	Ø75	90	0,0614	90	0,60	0,60	1	0,36	1,8		0,65
3	Ø90	90	0,0736	90	0,80	0,80	1	0,64	1,8		1,15
4	Ø110	90	0,09	90	0,80	0,80	1	0,64	1,8		1,15
5	Ø125	90	0,1022	90	0,80	0,80	1	0,64	1,8		1,15
6	Ø140	90	0,1146	90	1,00	1,00	1	1,00	1,8		1,80

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
L: Longitud del dado de anclaje (m)
B: Ancho del dado de anclaje (m)
Cota roja para determinar la tierra que carga sobre la tubería
ρ: Densidad del terreno (Tn/m3)
P: Peso del Terreno (Tn)

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO PN10

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	Pmax (mca)	Cota roja (m)	L (m)	h (m)	B (m)	T (m)	Volumen Hormigón (m3)	F (Tn)	Ep (Tn)	P terreno (Tn)	Ee/Ed	Cd = 1,5
1	Ø160	90	0,14	90	80	1,0	1,00	0,80	1,00	1,00	0,78	1,85	1,17	1,80	2,66	Cumple
2	Ø180	90	0,15	90	80	1,0	1,00	0,80	1,00	1,00	0,78	1,98	1,17	1,80	2,49	Cumple
3	Ø200	90	0,18	90	80	1,0	1,00	0,80	1,00	1,00	0,78	2,90	1,17	1,80	1,70	Cumple
4	Ø250	90	0,22	90	80	1,0	1,20	1,00	1,20	1,20	1,39	4,53	2,20	2,59	1,83	Cumple
5	Ø315	90	0,28	90	80	1,0	1,50	1,00	1,50	1,50	2,16	7,19	2,75	4,05	1,70	Cumple
6	Ø500	90	0,44	90	80	1,0	1,50	1,75	2,00	2,00	5,86	18,06	8,43	5,40	1,58	Cumple

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
Pmax: Pesión maxíma en la tubería (m.c.a.)
H1: Altura de la cama de arena (m)
H2: Altura del relleno sobre la clave de la tubería (m)
Cota roja para determinar la tierra que carga sobre la tubería
L: Longitud del dado de anclaje (m)
h: Altura del dado de anclaje (m)
B: Ancho del dado de anclaje (m)
F: Empuje hidrostático (Tn)
Ep: Empuje pasivo (Tn)
P terreno: Peso del terreno que hay por encima
Cd: Coeficiente de seguridad frente al deslizamiento

Empuje hidrostático

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	Pmax (mca)	Q (m3/s)	V (m/s)	H1 (m)	H2 (m)	Cota roja (m)	F (Tn)
1	Ø160	90	0,141	90	80	0,031	2,00	0,2	1	1	1,85
2	Ø180	90	0,146	90	80	0,033	2,00	0,2	1	1	1,98
3	Ø200	90	0,176	90	80	0,049	2,00	0,2	1	1	2,90
4	Ø250	90	0,220	90	80	0,076	2,00	0,2	1	1	4,53
5	Ø315	90	0,278	90	80	0,121	2,00	0,2	1	1	7,19
6	Ø500	90	0,440	90	80	0,304	2,00	0,2	1	1	18,06

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
Q: Caudal que circula (m3/s)
Pmax: Pesión maxíma en la tubería (m.c.a.)
H1: Altura de la cama de arena (m)
H2: Altura del relleno sobre la clave de la tubería (m)
Cota roja para determinar la tierra que carga sobre la tubería
F: Empuje hidrostático (Tn)

Empuje pasivo

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	h (m)	L (m)	jr (º)	Kp	gr (Tn/m3)		Ep (Tn)
1	Ø160	90	0,141	90	0,8	1,00	20	2,04	1,8		1,17
2	Ø180	90	0,1458	90	0,8	1,00	20	2,04	1,8		1,17
3	Ø200	90	0,1762	90	0,8	1,00	20	2,04	1,8		1,17
4	Ø250	90	0,2204	90	1	1,20	20	2,04	1,8		2,20
5	Ø315	90	0,2776	90	1	1,50	20	2,04	1,8		2,75
6	Ø500	90	0,44	90	1,75	1,50	20	2,04	1,8		8,43

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
h: Altura del dado de anclaje (m)
jr: Ángulo de rozamiento interno del relleno
gr: Peso específico del relleno (Tn/m3)
Coeficiente de Rankine
Coeficiente de Rankine
Ep: Empuje pasivo (Tn)

Peso del terreno

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	L (m)	B (m)	Cota roja (m)	Volumen (m3)	ρ (Tn/m3)		P terreno (Tn)
1	Ø160	90	0,141	90	1,00	1,00	1	1,00	1,8		1,80
2	Ø180	90	0,1458	90	1,00	1,00	1	1,00	1,8		1,80
3	Ø200	90	0,1762	90	1,00	1,00	1	1,00	1,8		1,80
4	Ø250	90	0,2204	90	1,20	1,20	1	1,44	1,8		2,59
5	Ø315	90	0,2776	90	1,50	1,50	1	2,25	1,8		4,05
6	Ø500	90	0,44	90	1,50	2,00	1	3,00	1,8		5,40

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
L: Longitud del dado de anclaje (m)
B: Ancho del dado de anclaje (m)
Cota roja para determinar la tierra que carga sobre la tubería
ρ: Densidad del terreno (Tn/m3)
P: Peso del Terreno (Tn)

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO PN16

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	Pmax (mca)	Cota roja (m)	L (m)	h (m)	B (m)	T (m)	Volumen Hormigón (m3)	F (Tn)	Ep (Tn)	P terreno (Tn)	Ee/Ed	Cd = 1,5
1	Ø160	90	0,13	90	128	1,0	1,00	0,80	1,00	1,00	0,79	2,51	1,17	1,80	1,97	Cumple
2	Ø180	90	0,15	90	128	1,0	1,00	0,80	1,00	1,00	0,78	3,18	1,17	1,80	1,55	Cumple
3	Ø200	90	0,16	90	128	1,0	1,20	1,00	1,20	1,20	1,41	3,92	2,20	2,59	2,12	Cumple
4	Ø250	90	0,20	90	128	1,0	1,20	1,20	1,20	1,20	1,69	6,14	3,17	2,59	1,63	Cumple
5	Ø315	90	0,26	90	128	1,0	1,20	1,50	1,50	1,50	2,97	9,71	4,96	3,24	1,61	Cumple
6	Ø400	90	0,33	90	128	1,0	1,20	1,75	2,00	2,00	5,47	15,72	6,75	4,32	1,57	Cumple

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
Pmax: Pesión maxíma en la tubería (m.c.a.)
H1: Altura de la cama de arena (m)
H2: Altura del relleno sobre la clave de la tubería (m)
Cota roja para determinar la tierra que carga sobre la tubería
L: Longitud del dado de anclaje (m)
h: Altura del dado de anclaje (m)
B: Ancho del dado de anclaje (m)
F: Empuje hidrostático (Tn)
Ep: Empuje pasivo (Tn)
P terreno: Peso del terreno que hay por encima
Cd: Coeficiente de seguridad frente al deslizamiento

Empuje hidrostático

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	Pmax (mca)	Q (m3/s)	V (m/s)	H1 (m)	H2 (m)	Cota roja (m)	F (Tn)
1	Ø160	90	0,131	90	128	0,027	2,00	0,2	1	1	2,51
2	Ø180	90	0,147	90	128	0,034	2,00	0,2	1	1	3,18
3	Ø200	90	0,164	90	128	0,042	2,00	0,2	1	1	3,92
4	Ø250	90	0,205	90	128	0,066	2,00	0,2	1	1	6,14
5	Ø315	90	0,257	90	128	0,104	2,00	0,2	1	1	9,71
6	Ø400	90	0,327	90	128	0,168	2,00	0,2	1	1	15,72

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
Q: Caudal que circula (m3/s)
Pmax: Pesión maxíma en la tubería (m.c.a.)
H1: Altura de la cama de arena (m)
H2: Altura del relleno sobre la clave de la tubería (m)
Cota roja para determinar la tierra que carga sobre la tubería
F: Empuje hidrostático (Tn)

Empuje pasivo

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	h (m)	L (m)	jr (º)	Kp	gr (Tn/m3)		Ep (Tn)
1	Ø160	90	0,131	90	0,8	1,00	20	2,04	1,8		1,17
2	Ø180	90	0,147	90	0,8	1,00	20	2,04	1,8		1,17
3	Ø200	90	0,164	90	1	1,20	20	2,04	1,8		2,20
4	Ø250	90	0,205	90	1,2	1,20	20	2,04	1,8		3,17
5	Ø315	90	0,257	90	1,5	1,20	20	2,04	1,8		4,96
6	Ø400	90	0,327	90	1,75	1,20	20	2,04	1,8		6,75

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
h: Altura del dado de anclaje (m)
jr: Ángulo de rozamiento interno del relleno
gr: Peso específico del relleno (Tn/m3)
Coeficiente de Rankine
Coeficiente de Rankine
Ep: Empuje pasivo (Tn)

Peso del terreno

Nº	DN	α (º)	ϕ (m)	Codo normalizado (º)	L (m)	B (m)	Cota roja (m)	Volumen (m3)	ρ (Tn/m3)		P terreno (Tn)
1	Ø160	90	0,1308	90	1,00	1,00	1	1,00	1,8		1,80
2	Ø180	90	0,1472	90	1,00	1,00	1	1,00	1,8		1,80
3	Ø200	90	0,1636	90	1,20	1,20	1	1,44	1,8		2,59
4	Ø250	90	0,2046	90	1,20	1,20	1	1,44	1,8		2,59
5	Ø315	90	0,2574	90	1,20	1,50	1	1,80	1,8		3,24
6	Ø400	90	0,3274	90	1,20	2,00	1	2,40	1,8		4,32

Nº: Número de codo
α: Ángulo en º , de cambio en la alineación recta
ø: Diámetro de la tubería (m)
Codo normalizado (º)
L: Longitud del dado de anclaje (m)
B: Ancho del dado de anclaje (m)
Cota roja para determinar la tierra que carga sobre la tubería
ρ: Densidad del terreno (Tn/m3)
P: Peso del Terreno (Tn)