

---

A N E J O N º 8

E S T R U C T U R A S



---

**ÍNDICE**

---

ANEJO 8 ESTRUCTURAS.....	1
1 INTRODUCCION .....	1
2 OBJETO Y DESCRIPCIÓN .....	1
3 DRENAJE.....	1
4 PROCESO CONSTRUCTIVO .....	1
5 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....	1
5.1 MURO-CUNETAS 1.....	2
5.2 MURO-CUNETAS 2.....	15



## ANEJO 8 ESTRUCTURAS

### 1 INTRODUCCION

Para llevar a cabo la renovación de la vía Derio-Zamudio se precisa la ejecución de dos muros-cuneta, uno en cada margen. Estos estarán dispuestos a continuación de los ya existentes. El presente anejo tiene como objeto la definición y verificación de los dos muros, cuya función es asegurar el empuje del terreno y recoger las aguas en ese tramo.

### 2 OBJETO Y DESCRIPCIÓN

Se ejecutan in situ dos muros ménsula de hormigón armado en forma de "U", cuya función es recoger y evacuar las aguas superficiales a modo de cuneta. El agua discurre sobre la cara superior de las zapatas. Se opta por esta tipología de estructura porque además de funcionar como cuneta, sostienen el empuje de tierras de los taludes existentes en ambos márgenes de la vía.

Se trata de los siguientes muros:

- Muro-cuneta 1, situado en el margen izquierdo de la vía, entre los PP.KK. 12+114.685 y 12+180.779
- Muro-cuneta 2, situado en el margen derecho de la vía, entre los PP.KK. 12+181.274 y 12+200.307

Los muros en U están compuestos por dos paramentos verticales y una zapata con tacón para evitar el deslizamiento. El paramento vertical de mayor altura retiene las tierras del talud en el trasdós y el agua superficial en el intradós, y el de menor altura únicamente retiene el agua superficial. Se garantiza la estabilidad global de las estructuras, gracias al peso propio de las mismas, y al peso de las tierras sobre el talón en el caso del muro-cuneta 2.

La siguiente tabla resume las características geométricas de los muros:

Estructura	Longitud (m)	Altura (m)	Anchura de zapata (m)	Canto de zapata (m)	Espesor de muro (m)
Muro-cuneta 1	66,00	1,50	1,00	0,4	0,3
Muro-cuneta 2	19,20	3,09 a 2,25	1,80	0,5	0,3

Las alturas consideradas en el cálculo de cada tipo de muro son las siguientes:

- Muro-cuneta 1: 1,50 m
- Muro-cuneta 2: 3,09 m

Ambos se calculan con relleno de tierras hasta coronación del muro, con pendiente horizontal.

### 3 DRENAJE

En ambos muros, se asegura la impermeabilización y drenaje en el trasdós del paramento vertical de mayor altura mediante la disposición de una lámina geotextil y mechinales, que se encargan de verter el agua en la cuneta. El muro—cuneta 2 cuenta además con un tubo dren en su trasdós. El objetivo de todos estos elementos es evitar acumulación de agua que pueda resultar en un aumento del empuje en el trasdós de los muros, así como en humedades y otras patologías derivadas de la filtración y acumulación de agua. Estos elementos contribuyen a asegurar la durabilidad y el buen funcionamiento de las estructuras.

### 4 PROCESO CONSTRUCTIVO

Para ejecutar los muros en U se sigue el proceso constructivo tradicional. Tras el replanteo, es necesario realizar la excavación de una zanja abierta, garantizando que la pendiente del terraplén resultante sea suficientemente tendida como para garantizar la estabilidad de este. Posteriormente se construye una solera de hormigón de nivelación.

El hormigonado del muro en U se produce en dos fases. En la primera fase, se encofra, refuerza y hormigona la zapata. En la segunda fase se realizan los mismos pasos para los paramentos verticales. Previamente, se colocan los mechinales, que quedarán embebidos en los paramentos verticales. Finalmente se dispone la lámina geotextil en el trasdós de cada uno de los muros, y el tubo dren para el muro-cuneta 2. Una vez que el hormigón ha alcanzado resistencia suficiente, se vierte y vibra el relleno de hormigón en el trasdós del muro-cuneta 1, y se coloca y compacta el relleno de tierras del trasdós del muro-cuneta 2. Este se compacta adecuadamente con medios ligeros. Debe evitarse llegar a los paramentos de ambos muros con maquinaria pesada. Para ello, se utilizan medios ligeros como la bandeja vibrante.

### 5 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

A continuación, se procede a mostrar el cálculo estructural de ambos muros-cuneta, realizados con el programa informático Civil-Estudio.

## 5.1 MURO-CUNETETA 1



CivilEstudio



CivilEstudio

Programa: CivilEstudio

Versión: 35 - 1  
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.

Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés

Licencia de uso concedida a: Esteyco

Número de usuario: 12046

**Proyecto:**Nombre del proyecto: *Proyecto constructivo de renovación de vía del tramo Zamudio - Lezama de la línea del Txorierrri*Nombre de la estructura: *Muro-cuneta 1 - 1,5 m*

Nombre del elemento estructural:

Tipo de estructura: *Muro in situ*Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*Clase de estructura: *Canto variable*Vida útil: *100 años***Normativas:**Ámbito: *Normas españolas***Unidades:**Sistema *S.I.***Despiece:***Sistema Métrico Europeo***Módulo del programa:**

Módulo Muro superficial

Nombre del archivo de proyecto: *muro cuneta - 1,5 m.mur*Ruta de acceso: *c:\users\angel lazaro\desktop\carpetas de trabajo\p-2055\_ets\_es\_ffcc\_pry\_renovacion zamudio\civilestudio\***Informe:**Tipo de informe: *Informe de la Memoria de cálculo*

Informe generado el día 06-11-2020 a las 11:44:44.

**Índice****1 RESUMEN DE VERIFICACIONES****2 DEFINICIÓN DEL PROYECTO**

- 2.1 Normativas
- 2.2 Geometría
  - 2.2.1 Planta del paramento
  - 2.2.2 Zapata
  - 2.2.3 Alzado
- 2.3 Materiales
  - 2.3.1 Hormigón Alzado
  - 2.3.2 Hormigón Zapata
  - 2.3.3 Hormigón Capa de nivelación
  - 2.3.4 Armadura pasiva Alzado
  - 2.3.5 Armadura pasiva Zapata
- 2.4 Recubrimientos geométricos
- 2.5 Fisuración
- 2.6 Terreno
- 2.7 Acciones
  - 2.7.1 Acciones permanentes
  - 2.7.2 Acciones variables
- 2.8 Coeficientes de seguridad
  - 2.8.1 Coeficientes de mayoración de las acciones,  $\gamma_F$
  - 2.8.2 Coeficientes de seguridad y combinación
- 2.9 Configuración del cálculo

**3 ESFUERZOS EN ALZADO Y ACCIONES EN ZAPATA**

- 3.1 Módulo 1
  - 3.1.1 Sección 1 ( $x = 0.500$  m)

**4 ESTADO LÍMITE DE DESLIZAMIENTO**

- 4.1 Módulo 1
  - 4.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
  - 4.1.2 Situación persistente. Combinación característica
- 4.2 Resumen de verificaciones

**5 ESTADO LÍMITE DE VUELCO**

- 5.1 Módulo 1
  - 5.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
  - 5.1.2 Situación persistente. Combinación característica
- 5.2 Resumen de verificaciones

**6 ESTADO LÍMITE DE ESTABILIDAD GLOBAL**

- 6.1 Módulo 1
  - 6.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
  - 6.1.2 Situación persistente. Combinación característica
- 6.2 Resumen de verificaciones

**7 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE HUNDIMIENTO DEL TERRENO**



CivilEstudio



CivilEstudio

- 7.1 Módulo 1
  - 7.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
  - 7.1.2 Situación persistente. Combinación característica
- 7.2 Resumen de verificaciones

**8 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR FLEXIÓN**

- 8.1 Módulo 1
  - 8.1.1 Alzado
    - 8.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
    - 8.1.1.2 Envolvente de armaduras
  - 8.1.2 Zapata
    - 8.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
    - 8.1.2.2 Envolvente de armaduras
  - 8.1.3 Tación
    - 8.1.3.1 Situación persistente. Combinación fundamental
    - 8.1.3.2 Envolvente de armaduras
- 8.2 Resumen de verificaciones

**9 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN**

- 9.1 Módulo 1
  - 9.1.1 Alzado
    - 9.1.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
  - 9.1.2 Zapata
    - 9.1.2.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
  - 9.1.3 Tación
    - 9.1.3.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
- 9.2 Resumen de verificaciones

**10 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR CORTANTE**

- 10.1 Módulo 1
  - 10.1.1 Alzado
    - 10.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
    - 10.1.1.2 Envolvente de armaduras
  - 10.1.2 Zapata
    - 10.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
    - 10.1.2.2 Envolvente de armaduras
  - 10.1.3 Tación
    - 10.1.3.1 Situación persistente. Combinación fundamental
    - 10.1.3.2 Envolvente de armaduras
- 10.2 Resumen de verificaciones

**11 ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES**

- 11.1 Módulo 1
- 11.2 Resumen de verificaciones

**1 RESUMEN DE VERIFICACIONES**

Nombre del proyecto: *Proyecto constructivo de renovación de vía del tramo Zamudio - Lezama de la línea del Txorierrí*

Nombre de la estructura: *Muro-cuneta 1 - 1,5 m*

Nombre del elemento estructural:

Tipo de estructura: *Muro in situ*

Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*

Clase de estructura: *Canto variable*

Vida útil: *100 años*

<b>Módulo 1</b>		
<b>Estado límite de deslizamiento zapata - terreno</b>		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
<b>Estado límite de vuelco rígido</b>		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
<b>Estado límite geotécnico último de hundimiento</b>		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
<b>Estado límite estructural último de rotura por flexión</b>		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
<b>Estado límite estructural de servicio de fisuración</b>		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
<b>Estado límite estructural último de rotura por cortante</b>		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
<b>Estado límite estructural de servicio de deformaciones</b>		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
<b>Estado límite de estabilidad global</b>		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
<b>Obtención del despiece de la armadura</b>		
Generación del armado	.	Cumple



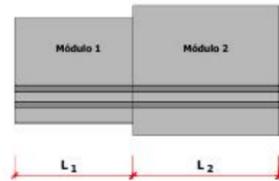
**2 DEFINICIÓN DEL PROYECTO**

**2.1 Normativas**

IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011  
 IAPF. Instrucción de Acciones a considerar en puentes de ferrocarril. V. 2007  
 Guía. Guía de cimentaciones. V. 2009  
 CTE. Código Técnico de la Edificación. V. 2006  
 EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

**2.2 Geometría**

**2.2.1 Planta del paramento**

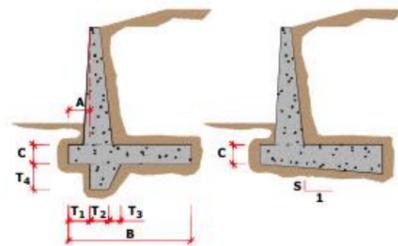


Módulo	Coordenadas Paramento				Longitud L (m)
	Punto inicial		Punto final		
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
1	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000

Ángulo inicial de la zapata con el paramento  $\alpha_1$  : 100.000 g  
 Ángulo final de la zapata con el paramento  $\alpha_2$  : 100.000 g

**2.2.2 Zapata**

Dimensiones de la zapata



Módulo	A (m)	Ancho B (m)	Canto C (m)	Pendiente S
1	0.700	1.000	0.300	0.000

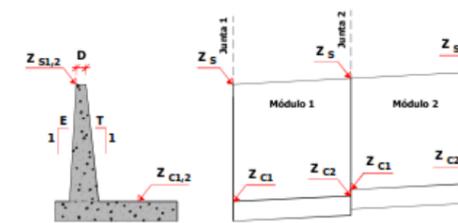
Dimensiones del tación

Módulo	T1 (m)	T2 (m)	T3 (m)	T4 (m)
1				

1	0.200	0.300	0.000	0.300
---	-------	-------	-------	-------

Espesor del hormigón de limpieza : 0.100 m

**2.2.3 Alzado**



Junta	Cota coronación Z <sub>s</sub> (m)	Pendiente E (tanto por uno)	Canto coronación D (m)
1	1.200	0.000	0.300
2	1.200	0.000	0.300

Módulo	Cota zapata Z <sub>c1</sub> (m)	Cota zapata Z <sub>c2</sub> (m)	Pendiente trasdós T <sub>1</sub> (tanto por uno)	Pendiente trasdós T <sub>2</sub> (tanto por uno)
1	0.000	0.000	0.000	0.000

**2.3 Materiales**

**2.3.1 Hormigón Alzado**

Denominación: HA-25

Resistencia característica a compresión, $f_{ck}$	: 25.0 MPa
Resistencia media a compresión, $f_{cm}$	: 33.0 MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	: -1.8 MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	: -2.6 MPa
Módulo elástico secante, $E_{cm}$	: 27264.0 MPa
Módulo elástico inicial (tangente), $E_c$	: 32035.2 MPa
Coefficiente de Poisson, $\nu$	: 0.20
Peso específico, $\gamma$	: 25.0 kN/m <sup>3</sup>
Coefficiente del tipo de cemento, $s$	: 0.25
Coefficiente de la naturaleza del árido, $\alpha$	: 1.0
Coefficiente de dilatación térmica, $\alpha$	: 0.00001000 °C <sup>-1</sup>

Diagrama parábola-rectángulo:

Grado de la parábola, $n$	: 2.00
Deformación de rotura a compresión simple, $\epsilon_{c0}$	: 0.00200
Deformación de rotura en flexión, $\epsilon_{cu}$	: 0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, $\epsilon_{s}$	: -0.01000
Coefficiente de intensidad del bloque de compresión, $k$	: 1.00

Diagrama rectangular:

Coefficiente profundidad del bloque de compresión, $\lambda$	: 0.80
Coefficiente intensidad del bloque de compresión, $\eta$	: 1.00

Endurecimiento : Normal  
 Tipo de cemento para Alzado : CEM II/A-S (según RC-08).

**2.3.2 Hormigón Zapata**



CivilEstudio

**Denominación: HA-25**

Resistencia característica a compresión, $f_{ck}$	:	25.0 MPa
Resistencia media a compresión, $f_{cm}$	:	33.0 MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-1.8 MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.6 MPa
Módulo elástico secante, $E_{cm}$	:	27264.0 MPa
Módulo elástico inicial (tangente), $E_c$	:	32035.2 MPa
Coefficiente de Poisson, $\nu$	:	0.20
Peso específico, $\gamma$	:	25.0 kN/m <sup>3</sup>
Coefficiente del tipo de cemento, $s$	:	0.25
Coefficiente de la naturaleza del árido, $\alpha$	:	1.0
Coefficiente de dilatación térmica, $\alpha$	:	0.00001000 °C <sup>-1</sup>

Diagrama parábola-rectángulo:

Grado de la parábola, $n$	:	2.00
Deformación de rotura a compresión simple, $\epsilon_{co}$	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, $\epsilon_{cu}$	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, $\epsilon_{s}$	:	-0.01000
Coefficiente de intensidad del bloque de compresión, $k$	:	1.00

Diagrama rectangular:

Coefficiente profundidad del bloque de compresión, $\lambda$	:	0.80
Coefficiente intensidad del bloque de compresión, $\eta$	:	1.00

Endurecimiento : Normal  
Tipo de cemento para Zapata : CEM II/A-S (según RC-08).

**2.3.3 Hormigón Capa de nivelación**

**Denominación: HM-10**

Resistencia característica a compresión, $f_{ck}$	:	10.0 MPa
---	---	----------

Tipo de cemento para Capa de nivelación : CEM I (según RC-08).

**2.3.4 Armadura pasiva Alzado**

**Denominación: AP500 SD**

Límite elástico característico, $f_{yk}$	:	500 MPa
Tensión unitaria de rotura, $f_s$	:	550 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, $E_s$	:	200000 MPa
Deformación última en compresión, $\epsilon_{max,1}$	:	0.01000
Deformación última en tracción, $\epsilon_{max,2}$	:	-0.01000
Densidad del acero, $\gamma$	:	77.0 kN/m <sup>3</sup>

Coefficientes de seguridad:

ELservicio, $\gamma_s$	:	1.00
ELU, situación persistente, $\gamma_s$	:	1.15
ELU, situación accidental, $\gamma_s$	:	1.00

**2.3.5 Armadura pasiva Zapata**

**Denominación: AP500 SD**

Límite elástico característico, $f_{yk}$	:	500 MPa
Tensión unitaria de rotura, $f_s$	:	550 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, $E_s$	:	200000 MPa
Deformación última en compresión, $\epsilon_{max,1}$	:	0.01000
Deformación última en tracción, $\epsilon_{max,2}$	:	-0.01000
Densidad del acero, $\gamma$	:	77.0 kN/m <sup>3</sup>

Coefficientes de seguridad:

ELservicio, $\gamma_s$	:	1.00
------------------------	---	------



CivilEstudio

ELU, situación persistente, $\gamma_s$	:	1.15
ELU, situación accidental, $\gamma_s$	:	1.00

**2.4 Recubrimientos geométricos**

Alzado	:	50 mm
Zapata	:	50 mm

**2.5 Fisuración**

Alzado

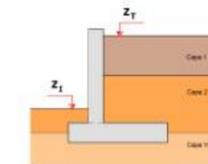
Clase de exposición: IIa	:	
Anchura de fisura admisible	:	0.30 mm

Zapata

Clase de exposición: IIa	:	
Anchura de fisura admisible	:	0.30 mm

**2.6 Terreno**

Definición de las cotas del terreno



Junta	Cota terreno en puntera $Z_1$ (m)	Cota terreno trasdós $Z_2$ (m)
1	0.000	1.200
2	0.000	1.200

Definición de parámetros geotécnicos de las capas del terreno

Capa	Nombre	Tipo	Cota inferior (m)	Densidad natural (kN/m <sup>3</sup> )	Densidad saturada (kN/m <sup>3</sup> )
1	Relleno	Granular	-0.300	21.0	21.0
2	Roca	Cohesivo	-10000.000	21.0	21.0

Capa	Nombre	Tipo	Ángulo de rozamiento (°)	Cohesión (kN/m <sup>2</sup> )	Presión de hundimiento (kN/m <sup>2</sup> )
1	Relleno	Granular	33.0	0.0	900.0
2	Roca	Cohesivo	45.0	0.0	900.0

Definición de los parámetros contacto hormigón-terreno

Capa	Nombre	Áng. roz. zapata-terreno (°)	Adherencia (kN/m <sup>2</sup> )	Áng. roz. alzado-terreno (°)
1	Relleno	24.0	0.0	0.0
2	Roca	24.0	0.0	0.0

**2.7 Acciones**

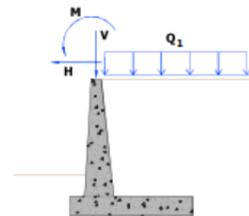


**2.7.1 Acciones permanentes**

*Empuje de tierras :*

En el trasdós del muro se aplica el empuje activo.  
No se considera la componente vertical del empuje activo en el contacto terreno-terreno.  
Se considera el empuje pasivo en la puntera actuando desde la superficie del terreno.  
Coeficiente reductor del empuje pasivo : 0.600

**2.7.2 Acciones variables**



*Acción del tráfico*

- Sobrecarga en trasdós :

Sobrecarga uniforme en trasdós,  $Q_1$  : 5.00 kN/m<sup>2</sup>

**2.8 Coeficientes de seguridad**

**2.8.1 Coeficientes de mayoración de las acciones,  $\gamma_F$**

	ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES					
	Estado límite de Servicio		Estado límite Último			
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Situación Persistente		Situación Accidental	
Coeficiente favorable			Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	
Peso propio muro	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso tierras trasdós	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso tierras puntera	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Empuje activo trasdós	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Empuje pasivo puntera	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en coronación	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Carga de tráfico en coronación	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Nivel freático	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

	ESTADOS LÍMITE GEOTÉCNICOS			
	Estado límite Último			
	Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio muro	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso tierras trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso tierras puntera	1.00	1.00	1.00	1.00
Empuje activo trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Empuje pasivo puntera	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en coronación	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.00
Carga de tráfico en coronación	0.00	1.00	0.00	1.00
Viento	0.00	1.00	0.00	1.00
Nivel freático	0.00	1.00	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto	0.00	0.00	1.00	1.00

**2.8.2 Coeficientes de seguridad y combinación**

*Coeficientes de combinación*

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga de tráfico	0.80	0.80	0.00
Viento	0.60	0.50	0.20
Nivel freático	1.00	1.00	1.00

*Movimientos admisibles*

Desplazamiento máximo horizontal en coronación,  $U_x$  : 5 mm

*Factores de seguridad. EL geotécnico de Hundimiento*

Situación persistente. Combinación característica	: 2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	: 3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	: 2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	: 2.200

*Factores de seguridad. EL geotécnico de Deslizamiento*

Situación persistente. Combinación característica	: 1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	: 1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	: 1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	: 1.100

*Factores de seguridad. EL geotécnico de Vuelco rígido*

Situación persistente. Combinación característica	: 1.800
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	: 2.000
Situación accidental. Combinación sísmica	: 1.500
Situación accidental. Combinación de impacto	: 1.500



CivilEstudio



CivilEstudio

Factores de seguridad. EL geotécnico de Estabilidad global

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

**2.9 Configuración del cálculo**

El cálculo de cada módulo se realiza considerando 1 sección transversal del muro.

Las verificaciones de deslizamiento, vuelco y estabilidad global se realizan en las secciones transversales definidas, obteniéndose a partir de ellas un coeficiente de seguridad global del módulo ponderando cada sección por su anchura contributiva.

Para la verificación del estado límite de hundimiento, el cálculo se realiza para cada sección transversal definida, adoptándose para la verificación la presión máxima de entre todas las secciones transversales.

Para la obtención de las armaduras de flexión, cortante y fisuración, se realiza el cálculo de las mismas en cada una de las secciones transversales definidas, adoptándose la armadura máxima de entre todas ellas.

Las secciones transversales consideradas en cada módulo son :

Sección transversal	s / L (tanto por uno)
1	0.500

s : Distancia de la sección transversal al inicio del módulo.  
L : Longitud del módulo.

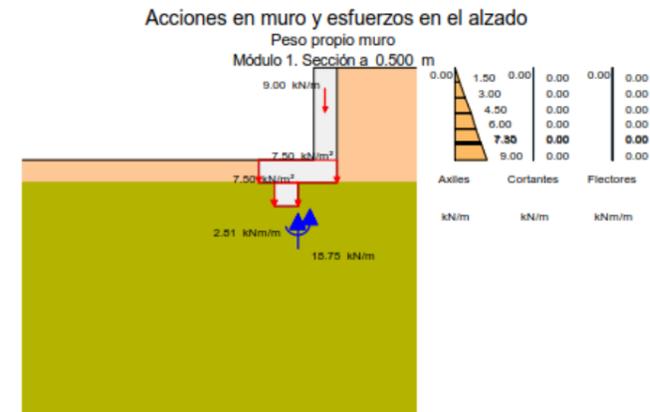
**3 ESFUERZOS EN ALZADO Y ACCIONES EN ZAPATA**

En este apartado se presentan los esfuerzos característicos (sin mayorar) correspondientes a cada acción. Así mismo, los parámetros geotécnicos utilizados corresponden también a los valores característicos.

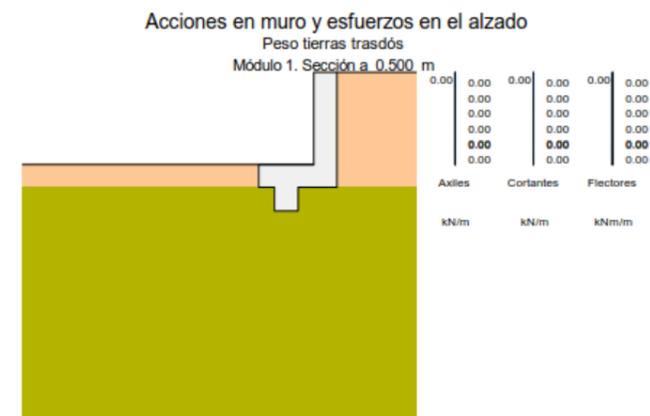
**3.1 Módulo 1**

**3.1.1 Sección 1 ( x = 0.500 m)**

Peso propio muro



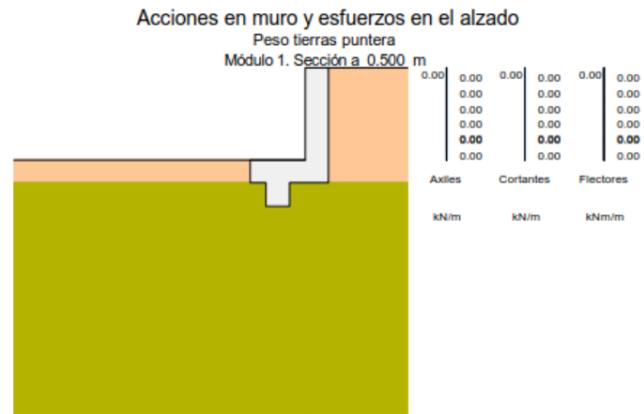
Peso tierras trasdós



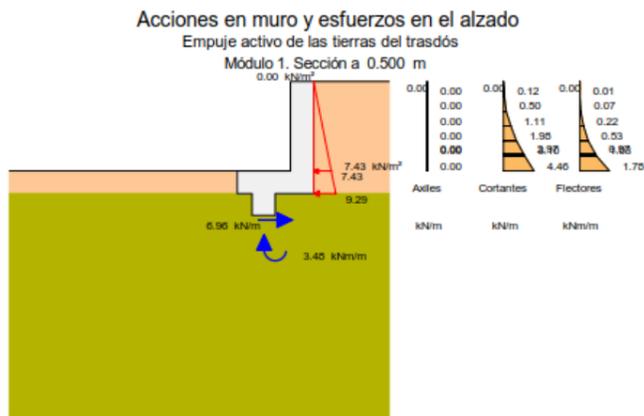
Peso tierras puntera



CivilEstudio



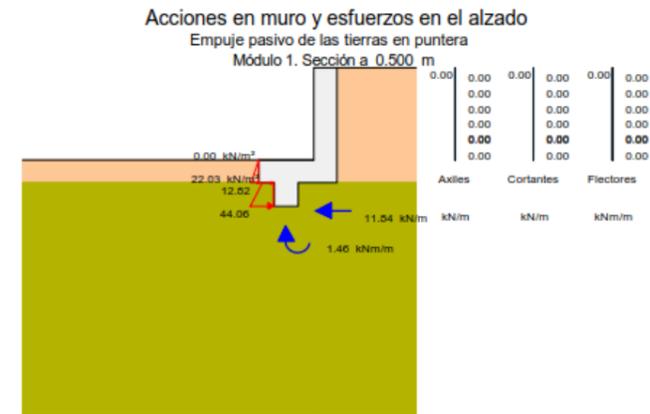
Empuje activo de las tierras del trasdós



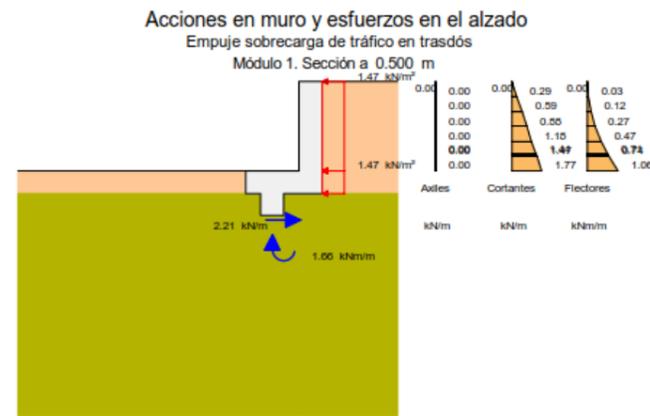
Empuje pasivo de las tierras en puntera



CivilEstudio



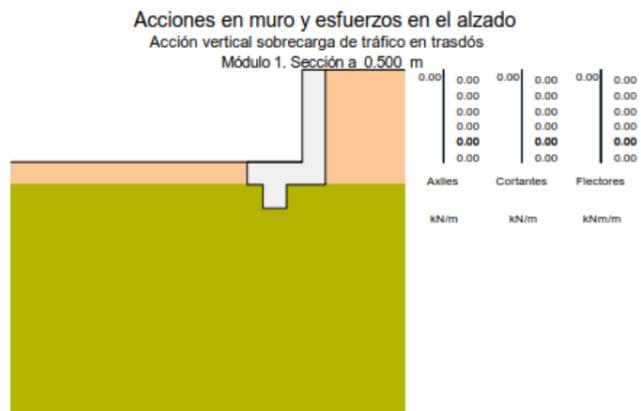
Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós



Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós



CivilEstudio



4 ESTADO LÍMITE DE DESLIZAMIENTO

4.1 Módulo 1

4.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	18.7	8.3	0.0	0.0
Peso tierras trasdós	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	0.0	0.0	7.0
Empuje pasivo puntera	-0.0	-0.0	11.8	0.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	0.0	0.0	0.0
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>18.7</b>	<b>8.3</b>	<b>11.8</b>	<b>7.0</b>

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	8.3 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	11.8 kN
Adherencia	:	0.0 kN
<b>Total</b>	:	<b>20.2 kN</b>

Fuerza desestabilizadora : 7.0 kN

Factor de seguridad : 2.898  
Factor de seguridad admisible : 1.500

FS = 2.898 > FS<sub>admisible</sub> = 1.500 -> **Cumple a deslizamiento.**

4.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	18.7	8.3	0.0	0.0
Peso tierras trasdós	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	0.0	0.0	7.0
Empuje pasivo puntera	-0.0	-0.0	11.8	0.0



CivilEstudio

Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	0.0	0.0	2.2
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>18.7</b>	<b>8.3</b>	<b>11.8</b>	<b>9.2</b>

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	8.3 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	11.8 kN
Adherencia	:	0.0 kN
<b>Total</b>	:	<b>20.2 kN</b>

Fuerza desestabilizadora : 9.2 kN

Factor de seguridad : 2.200  
Factor de seguridad admisible : 1.300

FS = 2.200 > FS<sub>admisible</sub> = 1.300 -> **Cumple a deslizamiento.**

4.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

5 ESTADO LÍMITE DE VUELCO

5.1 Módulo 1

5.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)
Peso propio muro	12.2	0.0
Peso tierras trasdós	0.0	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	3.5
Empuje pasivo puntera	0.2	0.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	0.0
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>12.4</b>	<b>3.5</b>

Momento estabilizador : 12.4 kNm  
Momento desestabilizador : 3.5 kNm

Factor de seguridad : 3.555  
Factor de seguridad admisible : 2.000

FS = 3.555 > FS<sub>adm</sub> = 2.000 -> **Cumple a vuelco.**

5.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)
Peso propio muro	12.2	0.0
Peso tierras trasdós	0.0	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	3.5
Empuje pasivo puntera	0.2	0.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	1.7



Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
Total	12.4	5.1

Momento estabilizador	:	12.4 kNm
Momento desestabilizador	:	5.1 kNm
Factor de seguridad	:	2.408
Factor de seguridad admisible	:	1.800

FS = 2.408 > FSadm = 1.800 -> **Cumple a vuelco.**

**5.2 Resumen de verificaciones**

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

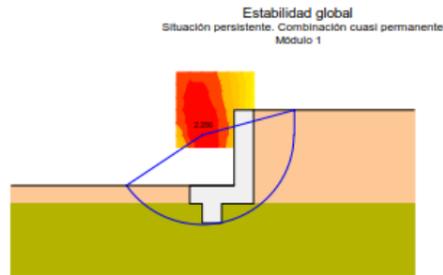
**6 ESTADO LÍMITE DE ESTABILIDAD GLOBAL**

El cálculo a estabilidad global se realiza con el método aproximado de Fellenius, considerando únicamente superficies de rotura circulares y con distribuciones de presiones intersticiales hidrostáticas ( con variación lineal entre la zarpa delantera y la trasera).

El proyectista deberá valorar la verificación de la estabilidad global con métodos más precisos en función de la geometría, la estratificación y el flujo de agua.

**6.1 Módulo 1**

**6.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente**



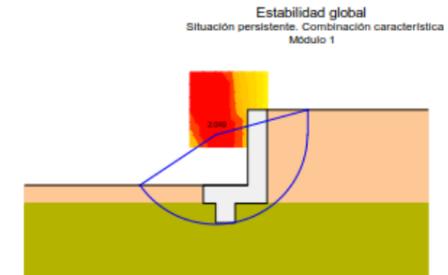
Factores de seguridad:

2.286 a	2.515
2.515 a	2.743
2.743 a	2.972
2.972 a	3.200
3.200 a	3.429
3.429 a	3.658
3.658 a	3.887
3.887 a	4.115

Factor de seguridad	:	2.286
Factor de seguridad admisible	:	1.500

FS = 2.286 > FSadm = 1.500 -> **Cumple a estabilidad global.**

**6.1.2 Situación persistente. Combinación característica**



Factores de seguridad:

2.049 a	2.307
2.307 a	2.565
2.565 a	2.824
2.824 a	3.082
3.082 a	3.340
3.340 a	3.598
3.598 a	3.857
3.857 a	4.115

Factor de seguridad	:	2.049
Factor de seguridad admisible	:	1.300

FS = 2.049 > FSadm = 1.300 -> **Cumple a estabilidad global.**

**6.2 Resumen de verificaciones**

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

**7 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE HUNDIMIENTO DEL TERRENO**

Para el cálculo de las presiones en el terreno se ha considerado una ley de distribución uniforme (método de la zapata equivalente).

**7.1 Módulo 1**

**7.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente**

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección x (m)	Resultante en la base de la zapata		
	N (kN/m)	H (kN/m)	M (kNm/m)
0.500	18.75	5.04	0.48

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.  
 H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.  
 M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.  
 Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección x (m)	Distribución de presión máxima			Tipo
	$\sigma_1$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	b (m)	
0.500	19.76	19.76	0.949	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima	:	19.76 kN/m <sup>2</sup>
Presión de hundimiento	:	900.00 kN/m <sup>2</sup>



CivilEstudio

Factor de seguridad mínimo : 45.555  
 Factor de seguridad admisible : 3.000

FS = 45.555 > FSadm = 3.000 -> **Cumple a hundimiento.**

**7.1.2 Situación persistente. Combinación característica**

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección x (m)	Resultante en la base de la zapata		
	N (kN/m)	H (kN/m)	M (kNm/m)
0.500	18.75	7.25	2.14

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.  
 H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.  
 M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.  
 Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección x (m)	Distribución de presión máxima			Tipo
	$\sigma_1$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	b (m)	
0.500	24.28	24.28	0.772	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima : 24.28 kN/m<sup>2</sup>  
 Presión de hundimiento : 900.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Factor de seguridad mínimo : 37.065  
 Factor de seguridad admisible : 2.600

FS = 37.065 > FSadm = 2.600 -> **Cumple a hundimiento.**

**7.2 Resumen de verificaciones**

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

**8 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR FLEXIÓN**

**8.1 Módulo 1**

**8.1.1 Alzado**

8.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 ( x = 0.500 m)

Altura sobre zapata (m)	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
	Nd max <sup>+</sup> (kN/m)	Nd max <sup>-</sup> (kN/m)	Md max <sup>+</sup> (kNm/m)	Md max <sup>-</sup> (kNm/m)
1.200	0.0	0.0	0.0	0.0



CivilEstudio

1.000	2.0	1.5	0.0	0.0
0.800	4.1	3.0	0.2	0.1
0.600	6.1	4.5	0.7	0.2
0.400	8.1	6.0	1.4	0.5
0.220	9.9	7.4	2.3	1.0
0.200	10.1	7.5	2.4	1.0
0.000	12.2	9.0	3.9	1.8

Altura sobre zapata (m)	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
	N <sub>d</sub> (kN/m)	M <sub>d</sub> (kNm/m)	A <sub>s</sub> cálculo (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> mecánica (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> geométrica (cm <sup>2</sup> /m)
1.200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
1.000	2.0	0.0	0.0	0.0	0.8
0.800	4.1	0.1	0.0	0.0	0.8
0.600	6.1	0.2	0.0	0.0	0.8
0.400	6.0	1.4	0.0	5.2	2.7
0.220	7.4	2.3	0.1	5.2	2.7
0.200	7.5	2.4	0.1	5.2	2.7
0.000	9.0	3.9	0.3	5.2	2.7

Altura sobre zapata (m)	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
	N <sub>d</sub> (kN/m)	M <sub>d</sub> (kNm/m)	A <sub>s</sub> cálculo (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> mecánica (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> geométrica (cm <sup>2</sup> /m)
1.200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
1.000	2.0	0.0	0.0	0.0	0.8
0.800	4.1	0.1	0.0	0.0	0.8
0.600	6.1	0.2	0.0	0.0	0.8
0.400	8.1	0.5	0.0	0.0	0.8
0.220	9.9	1.0	0.0	0.0	0.8
0.200	10.1	1.0	0.0	0.0	0.8
0.000	12.2	1.8	0.0	0.0	0.8

8.1.1.2 Envolvente de armaduras

Altura sobre zapata (m)	Armadura interior (cm <sup>2</sup> /m)	Armadura exterior (cm <sup>2</sup> /m)
1.200	0.8	0.8
1.000	0.8	0.8
0.800	0.8	0.8
0.600	0.8	0.8
0.400	5.2	0.8
0.220	5.2	0.8
0.200	5.2	0.8
0.000	5.2	0.8

**8.1.2 Zapata**

8.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 ( x = 0.500 m)

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Md max <sup>+</sup> (kNm/m)	Armadura inferior		
			A <sub>s</sub> cálculo (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> mecánica (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> geométrica (cm <sup>2</sup> /m)
0.149	Delantera	0.8	0.1	0.1	2.7
0.298	Delantera	2.9	0.3	0.5	2.7
0.447	Delantera	5.1	0.5	0.8	2.7
0.596	Delantera	7.0	0.7	1.0	2.7



CivilEstudio

0.745	Delantera	8.7	0.9	1.3	2.7
-------	-----------	-----	-----	-----	-----

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura superior			
		Md max (kNm/m)	As cálculo (cm <sup>2</sup> /m)	As mecánica (cm <sup>2</sup> /m)	As geométrica (cm <sup>2</sup> /m)
0.149	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.298	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.447	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.596	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.745	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0

8.1.2.2 Envolvente de armaduras

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura inferior (cm <sup>2</sup> /m)	Armadura superior (cm <sup>2</sup> /m)
0.149	Delantera	2.7	0.0
0.298	Delantera	2.7	0.0
0.447	Delantera	2.7	0.0
0.596	Delantera	2.7	0.0
0.745	Delantera	2.7	0.0

8.1.3 Tacón

8.1.3.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 0.500 m)

Sección transversal (m)	M <sub>max</sub> (kNm/m)	Armadura de flexión		
		As cálculo (cm <sup>2</sup> /m)	As mecánica (cm <sup>2</sup> /m)	As geométrica (cm <sup>2</sup> /m)
0.500	2.48	0.3	0.4	2.7

8.1.3.2 Envolvente de armaduras

Armadura principal tacón : 2.7 cm<sup>2</sup>/m  
 Armadura longitudinal : 2.7 cm<sup>2</sup>/m

8.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación

9 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN

M<sub>k</sub>: Flector máximo. Situación persistente. Combinación cuasi permanente.  
 N<sub>k</sub>: Axil concomitante. Situación persistente. Combinación cuasi permanente.  
 w<sub>k</sub>: Abertura de fisura.  
 w<sub>adm</sub>: Abertura de fisura admisible.

9.1 Módulo 1

9.1.1 Alzado

9.1.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente



CivilEstudio

Armadura vertical interior del alzado. Posición J.

Altura sobre zapata (m)	Armadura	N <sub>k</sub> (kN/m)	M <sub>k</sub> (kNm/m)	W <sub>k</sub> (mm)	W <sub>adm</sub> (mm)
1.200	Ø20/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.000	Ø20/0.200 m	1.50	0.01	0.00	0.30
0.800	Ø20/0.200 m	3.00	0.07	0.00	0.30
0.600	Ø20/0.200 m	4.50	0.22	0.00	0.30
0.400	Ø20/0.200 m	6.00	0.53	0.00	0.30
0.220	Ø20/0.200 m	7.35	0.97	0.00	0.30
0.200	Ø20/0.200 m	7.50	1.03	0.00	0.30
0.000	Ø20/0.200 m	9.00	1.78	0.00	0.30

Armadura vertical exterior del alzado. Posición M.

Altura sobre zapata (m)	Armadura	N <sub>k</sub> (kN/m)	M <sub>k</sub> (kNm/m)	W <sub>k</sub> (mm)	W <sub>adm</sub> (mm)
1.200	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.000	Ø16/0.200 m	1.50	0.01	0.00	0.30
0.800	Ø16/0.200 m	3.00	0.07	0.00	0.30
0.600	Ø16/0.200 m	4.50	0.22	0.00	0.30
0.400	Ø16/0.200 m	6.00	0.53	0.00	0.30
0.220	Ø16/0.200 m	7.35	0.97	0.00	0.30
0.200	Ø16/0.200 m	7.50	1.03	0.00	0.30
0.000	Ø16/0.200 m	9.00	1.78	0.00	0.30

9.1.2 Zapata

9.1.2.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Armadura transversal inferior de la zapata. Posición B.

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura	N <sub>k</sub> (kN/m)	M <sub>k</sub> (kNm/m)	W <sub>k</sub> (mm)	W <sub>adm</sub> (mm)
0.149	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.19	0.00	0.30
0.298	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.71	0.00	0.30
0.447	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	1.45	0.01	0.30
0.596	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	2.42	0.01	0.30
0.745	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	3.76	0.02	0.30

Armadura transversal superior de la zapata. Posición E.

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura	N <sub>k</sub> (kN/m)	M <sub>k</sub> (kNm/m)	W <sub>k</sub> (mm)	W <sub>adm</sub> (mm)
0.149	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.298	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.447	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.596	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.745	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30

9.1.3 Tacón

9.1.3.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Armadura de flexión del tacón. Posición T1.

Armadura	N <sub>k</sub> (kN/m)	M <sub>k</sub> (kNm/m)	W <sub>k</sub> (mm)	W <sub>adm</sub> (mm)
----------	-----------------------	------------------------	---------------------	-----------------------



CivilEstudio

Ø10/0.200 m 0.00 1.65 0.02 0.30

9.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

10 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR CORTANTE

10.1 Módulo 1

10.1.1 Alzado

10.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 ( x = 0.500 m)

Altura sobre zapata (m)	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
	Nd max <sup>+</sup> (kN/m)	Nd max <sup>-</sup> (kN/m)	Vd max <sup>+</sup> (kN/m)	Vd max <sup>-</sup> (kN/m)	Nd (kN/m)	Vd (kN/m)	Md (kNm/m)
1.200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.000	2.0	1.5	0.6	0.1	1.5	0.6	0.1
0.800	4.1	3.0	1.6	0.5	3.0	1.6	0.3
0.600	6.1	4.5	3.0	1.1	4.5	3.0	0.7
0.400	8.1	6.0	4.7	2.0	6.0	4.7	1.5
0.220	9.9	7.4	6.6	3.0	7.4	6.6	2.5
0.200	10.1	7.5	6.9	3.1	7.5	6.9	2.7
0.000	12.2	9.0	9.3	4.5	9.0	9.3	4.3

Altura sobre zapata (m)	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			Observaciones
	Vd (kN/m)	Vu1 (kN/m)	Vd/ Vu1	
1.200	0.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.000	0.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.800	1.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.600	3.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	4.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.220	6.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.200	6.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	9.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

Altura sobre zapata (m)	Armadura de cortante							
	Vd (kN/m)	Vcu (kN/m)	Vsu (kN/m)	Vu2 (kN/m)	At (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	At min (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Smax long (m)	Smax trans (m)
1.200	0.0			235.9	0.0	0.0		
1.000	0.6			236.4	0.0	0.0		



CivilEstudio

0.800	1.6	236.8	0.0	0.0
0.600	3.0	237.3	0.0	0.0
0.400	4.7	237.8	0.0	0.0
0.220	6.6	238.2	0.0	0.0
0.200	6.9	238.2	0.0	0.0
0.000	9.3	238.7	0.0	0.0

10.1.1.2 Envolvente de armaduras

Altura sobre zapata (m)	Armadura (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
1.200	0.0
1.000	0.0
0.800	0.0
0.600	0.0
0.400	0.0
0.220	0.0
0.200	0.0
0.000	0.0

10.1.2 Zapata

10.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 ( x = 0.500 m)

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
		Vd max <sup>+</sup> (kN/m)	Vd max <sup>-</sup> (kN/m)	Vd (kN/m)	Md (kNm/m)
0.080	Delantera	0.0	-5.6	-5.6	0.2
0.320	Delantera	0.0	-15.4	-15.4	3.3
0.700	Delantera	0.0	-15.2	-15.2	7.6

Distancia a puntera (m)	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			Observaciones
	Vd (kN/m)	Vu1 (kN/m)	Vd/ Vu1	
0.080	-5.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.320	-15.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-15.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

Distancia a puntera (m)	Armadura de cortante							
	Vd (kN/m)	Vcu (kN/m)	Vsu (kN/m)	Vu2 (kN/m)	At (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	At min (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Smax long (m)	Smax trans (m)
0.080	-5.6			236.7	0	0		
0.320	-15.4			236.7	0	0		
0.700	-15.2			236.7	0	0		

10.1.2.2 Envolvente de armaduras

Distancia a puntera (m)	Armadura (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
0.080	0.0
0.320	0.0
0.700	0.0



CivilEstudio

**10.1.3 Tacón**

10.1.3.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección de empotramiento ( x = 0.000 m)

Cortante máximo,  $V_d$  : 14.9 kN  
 Flector concomitante,  $M_d$  : -2.5 kNm

No es necesaria la comprobación de las bielas de compresión.  
 Resistencia a cortante,  $V_{u2}$  : 238.30 kN/m

$V_d = 14.871$  kN/m <  $V_{u2} = 238.302$  kN/m -> **La sección resiste a cortante.**

Sección de cálculo de la armadura de cortante ( x = 0.220 m)

Cortante máximo,  $V_d$  : 4.9 kN  
 Flector concomitante,  $M_d$  : -0.2 kNm

No es necesaria la comprobación de las bielas de compresión.  
 No es necesario disponer armadura de cortante.  
 Resistencia a cortante,  $V_{u2}$  : 238.30 kN/m

$V_d = 4.935$  kN/m <  $V_{u2} = 238.302$  kN/m -> **La sección resiste a cortante.**

10.1.3.2 Envolverte de armaduras

Armadura máxima de cortante : 0.0 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

**10.2 Resumen de verificaciones**

Módulo 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación

**11 ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES**

Los movimientos calculados corresponden a la deformación del alzado del muro, no incluyendo por tanto los movimientos derivados del giro de la cimentación.  
 Los movimientos y giros corresponden a las deformaciones elásticas, es decir, considerando inercias no fisuradas. Tampoco incluyen la deformación por efectos reológicos (fluencia).

**11.1 Módulo 1**

Movimientos en coronación por cada acción

Acción	Hip: U <sub>x</sub> (mm)	U <sub>x</sub> máximo G (rad)	Hip: U <sub>x</sub> (mm)	G máximo G (rad)
Empuje activo de las tierras del trasdós	0.0	0.000009	0.0	0.000009
Empuje pasivo de las tierras en puntera	0.0	0.000000	0.0	0.000000
Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós	0.0	0.000007	0.0	0.000007

U<sub>x</sub> : desplazamiento horizontal  
 G : giro



CivilEstudio

Movimientos totales

Combinación	Hip: U <sub>x</sub> (mm)	U <sub>x</sub> máximo G (rad)	Hip: U <sub>x</sub> (mm)	G máximo G (rad)
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	0.0	0.000009	0.0	0.000009
Situación persistente. Combinación frecuente	0.0	0.000014	0.0	0.000014
Situación persistente. Combinación característica	0.0	0.000016	0.0	0.000016

U<sub>x</sub> : desplazamiento horizontal  
 G : giro

U<sub>xmax</sub> = 0.0 mm < U<sub>xadmisible</sub> = 5.0 mm -> **Cumple a deformación.**

**11.2 Resumen de verificaciones**

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

## 5.2 MURO-CUNETETA 2



CivilEstudio



CivilEstudio

## Programa: CivilEstudio

Versión: 35 - 1  
Barcelona, 2018

**CivilEstudio, software propiedad de CIVICAD Consultores, S.L.**

**Autores:** L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés

**Licencia de uso concedida a:** Esteyco

**Número de usuario:** 12046

**Proyecto:**

Nombre del proyecto: *Proyecto constructivo de renovación de vía del tramo Zamudio - Lezama de la línea del Txorierrri*

Nombre de la estructura: *Muro-cuneta 2 - 3,09 m*

Nombre del elemento estructural:

Tipo de estructura: *Muro in situ*

Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*

Clase de estructura: *Canto variable*

Vida útil: *100 años*

**Normativas:**

Ámbito: *Normas españolas*

**Unidades:**

Sistema *S.I.*

**Despiece:**

*Sistema Métrico Europeo*

**Módulo del programa:**

Módulo Muro superficial

Nombre del archivo de proyecto: *muro cuneta - 3,09 m.mur*

Ruta de acceso: *c:\users\angel lazaro\desktop\carpetas de trabajo\p-2055\_ets\_es\_ffcc\_pry\_renovacion zamudio\civilestudio\*

**Informe:**

Tipo de informe: *Informe de la Memoria de cálculo*

Informe generado el día 06-11-2020 a las 10:52:48.

## Índice

**1 RESUMEN DE VERIFICACIONES****2 DEFINICIÓN DEL PROYECTO**

- 2.1 Normativas
- 2.2 Geometría
  - 2.2.1 Planta del paramento
  - 2.2.2 Zapata
  - 2.2.3 Alzado
- 2.3 Materiales
  - 2.3.1 Hormigón Alzado
  - 2.3.2 Hormigón Zapata
  - 2.3.3 Hormigón Capa de nivelación
  - 2.3.4 Armadura pasiva Alzado
  - 2.3.5 Armadura pasiva Zapata
- 2.4 Recubrimientos geométricos
- 2.5 Fisuración
- 2.6 Terreno
- 2.7 Acciones
  - 2.7.1 Acciones permanentes
  - 2.7.2 Acciones variables
- 2.8 Coeficientes de seguridad
  - 2.8.1 Coeficientes de mayoración de las acciones,  $\gamma_F$
  - 2.8.2 Coeficientes de seguridad y combinación
- 2.9 Configuración del cálculo

**3 ESFUERZOS EN ALZADO Y ACCIONES EN ZAPATA**

- 3.1 Módulo 1
  - 3.1.1 Sección 1 ( $x = 0,500$  m)

**4 ESTADO LÍMITE DE DESLIZAMIENTO**

- 4.1 Módulo 1
  - 4.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
  - 4.1.2 Situación persistente. Combinación característica
- 4.2 Resumen de verificaciones

**5 ESTADO LÍMITE DE VUELCO**

- 5.1 Módulo 1
  - 5.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
  - 5.1.2 Situación persistente. Combinación característica
- 5.2 Resumen de verificaciones

**6 ESTADO LÍMITE DE ESTABILIDAD GLOBAL**

- 6.1 Módulo 1
  - 6.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
  - 6.1.2 Situación persistente. Combinación característica
- 6.2 Resumen de verificaciones

**7 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE HUNDIMIENTO DEL TERRENO**



- 7.1 Módulo 1
  - 7.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
  - 7.1.2 Situación persistente. Combinación característica
- 7.2 Resumen de verificaciones

**8 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR FLEXIÓN**

- 8.1 Módulo 1
  - 8.1.1 Alzado
    - 8.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
    - 8.1.1.2 Envolverte de armaduras
  - 8.1.2 Zapata
    - 8.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
    - 8.1.2.2 Envolverte de armaduras
  - 8.1.3 Tación
    - 8.1.3.1 Situación persistente. Combinación fundamental
    - 8.1.3.2 Envolverte de armaduras
- 8.2 Resumen de verificaciones

**9 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN**

- 9.1 Módulo 1
  - 9.1.1 Alzado
    - 9.1.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
  - 9.1.2 Zapata
    - 9.1.2.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
  - 9.1.3 Tación
    - 9.1.3.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
- 9.2 Resumen de verificaciones

**10 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR CORTANTE**

- 10.1 Módulo 1
  - 10.1.1 Alzado
    - 10.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
    - 10.1.1.2 Envolverte de armaduras
  - 10.1.2 Zapata
    - 10.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
    - 10.1.2.2 Envolverte de armaduras
  - 10.1.3 Tación
    - 10.1.3.1 Situación persistente. Combinación fundamental
    - 10.1.3.2 Envolverte de armaduras
- 10.2 Resumen de verificaciones

**11 ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES**

- 11.1 Módulo 1
- 11.2 Resumen de verificaciones

**1 RESUMEN DE VERIFICACIONES**

Nombre del proyecto: *Proyecto constructivo de renovación de vía del tramo Zamudio - Lezama de la línea del Txorierrri*  
 Nombre de la estructura: *Muro-cuneta 2 - 3,09 m*  
 Nombre del elemento estructural:  
 Tipo de estructura: *Muro in situ*  
 Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*  
 Clase de estructura: *Canto variable*  
 Vida útil: *100 años*

<b>Módulo 1</b>		
<b>Estado límite de deslizamiento zapata - terreno</b>		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
<b>Estado límite de vuelco rígido</b>		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
<b>Estado límite geotécnico último de hundimiento</b>		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
<b>Estado límite estructural último de rotura por flexión</b>		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
<b>Estado límite estructural de servicio de fisuración</b>		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
<b>Estado límite estructural último de rotura por cortante</b>		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
<b>Estado límite estructural de servicio de deformaciones</b>		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
<b>Estado límite de estabilidad global</b>		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
<b>Obtención del despiece de la armadura</b>		
Generación del armado	.	Cumple



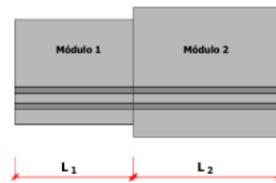
**2 DEFINICIÓN DEL PROYECTO**

**2.1 Normativas**

IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011  
 IAPF. Instrucción de Acciones a considerar en puentes de ferrocarril. V. 2007  
 Guía. Guía de cimentaciones. V. 2009  
 CTE. Código Técnico de la Edificación. V. 2006  
 EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

**2.2 Geometría**

**2.2.1 Planta del paramento**

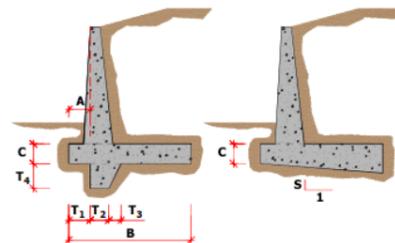


Módulo	Coordenadas Paramento				Longitud L (m)
	Punto inicial		Punto final		
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
1	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000

Ángulo inicial de la zapata con el paramento  $\alpha_1$  : 100.000 g  
 Ángulo final de la zapata con el paramento  $\alpha_2$  : 100.000 g

**2.2.2 Zapata**

Dimensiones de la zapata



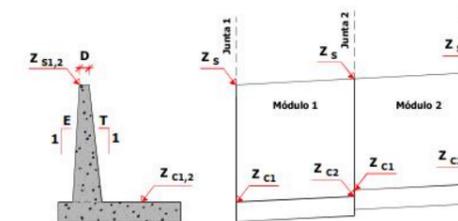
Módulo	A (m)	Ancho B (m)	Canto C (m)	Pendiente S
1	1.250	1.800	0.500	0.000

Dimensiones del tacón

Módulo	T1 (m)	T2 (m)	T3 (m)	T4 (m)
1				

1	0.200	0.300	0.000	0.300	
Espeor del hormigón de limpieza	:	0.100 m			

**2.2.3 Alzado**



Junta	Cota coronación Zs (m)	Pendiente E (tanto por uno)	Canto coronación D (m)
1	2.590	0.000	0.300
2	2.590	0.000	0.300

Módulo	Cota zapata Zc1 (m)	Cota zapata Zc2 (m)	Pendiente trasdós T1 (tanto por uno)	Pendiente trasdós T2 (tanto por uno)
1	0.000	0.000	0.000	0.000

**2.3 Materiales**

**2.3.1 Hormigón Alzado**

Denominación: HA-25

Resistencia característica a compresión, $f_{ck}$	:	25.0 MPa
Resistencia media a compresión, $f_{cm}$	:	33.0 MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-1.8 MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.6 MPa
Módulo elástico secante, $E_{cm}$	:	27264.0 MPa
Módulo elástico inicial (tangente), $E_c$	:	32035.2 MPa
Coefficiente de Poisson, $\nu$	:	0.20
Peso específico, $\gamma$	:	25.0 kN/m <sup>3</sup>
Coefficiente del tipo de cemento, $s$	:	0.25
Coefficiente de la naturaleza del árido, $\alpha$	:	1.0
Coefficiente de dilatación térmica, $\alpha$	:	0.00001000 °C <sup>-1</sup>

Diagrama parábola-rectángulo:

Grado de la parábola, $n$	:	2.00
Deformación de rotura a compresión simple, $\epsilon_{c0}$	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, $\epsilon_{cu}$	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, $\epsilon_s$	:	-0.01000
Coefficiente de intensidad del bloque de compresión, $k$	:	1.00

Diagrama rectangular:

Coefficiente profundidad del bloque de compresión, $\lambda$	:	0.80
Coefficiente intensidad del bloque de compresión, $\eta$	:	1.00

Endurecimiento : Normal  
 Tipo de cemento para Alzado : CEM II/A-S (según RC-08).

**2.3.2 Hormigón Zapata**



CivilEstudio

**Denominación: HA-25**

Resistencia característica a compresión, $f_{ck}$	:	25.0 MPa
Resistencia media a compresión, $f_{cm}$	:	33.0 MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-1.8 MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.6 MPa
Módulo elástico secante, $E_{cm}$	:	27264.0 MPa
Módulo elástico inicial (tangente), $E_c$	:	32035.2 MPa
Coefficiente de Poisson, $\nu$	:	0.20
Peso específico, $\gamma$	:	25.0 kN/m <sup>3</sup>
Coefficiente del tipo de cemento, $s$	:	0.25
Coefficiente de la naturaleza del árido, $\alpha$	:	1.0
Coefficiente de dilatación térmica, $\alpha$	:	0.00001000 °C <sup>-1</sup>

Diagrama parábola-rectángulo:

Grado de la parábola, $n$	:	2.00
Deformación de rotura a compresión simple, $\epsilon_{cu}$	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, $\epsilon_{cu}$	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, $\epsilon_{s}$	:	-0.01000
Coefficiente de intensidad del bloque de compresión, $k$	:	1.00

Diagrama rectangular:

Coefficiente profundidad del bloque de compresión, $\lambda$	:	0.80
Coefficiente intensidad del bloque de compresión, $\eta$	:	1.00

Endurecimiento : Normal  
Tipo de cemento para Zapata : CEM II/A-S (según RC-08).

**2.3.3 Hormigón Capa de nivelación**

**Denominación: HM-10**

Resistencia característica a compresión, $f_{ck}$	:	10.0 MPa
---	---	----------

Tipo de cemento para Capa de nivelación : CEM I (según RC-08).

**2.3.4 Armadura pasiva Alzado**

**Denominación: AP500 SD**

Límite elástico característico, $f_{yk}$	:	500 MPa
Tensión unitaria de rotura, $f_s$	:	550 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, $E_s$	:	200000 MPa
Deformación última en compresión, $\epsilon_{max,1}$	:	0.01000
Deformación última en tracción, $\epsilon_{max,2}$	:	-0.01000
Densidad del acero, $\gamma$	:	77.0 kN/m <sup>3</sup>

Coefficientes de seguridad:

ELservicio, $\gamma_s$	:	1.00
ELU, situación persistente, $\gamma_s$	:	1.15
ELU, situación accidental, $\gamma_s$	:	1.00

**2.3.5 Armadura pasiva Zapata**

**Denominación: AP500 SD**

Límite elástico característico, $f_{yk}$	:	500 MPa
Tensión unitaria de rotura, $f_s$	:	550 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, $E_s$	:	200000 MPa
Deformación última en compresión, $\epsilon_{max,1}$	:	0.01000
Deformación última en tracción, $\epsilon_{max,2}$	:	-0.01000
Densidad del acero, $\gamma$	:	77.0 kN/m <sup>3</sup>

Coefficientes de seguridad:

ELservicio, $\gamma_s$	:	1.00
------------------------	---	------



CivilEstudio

ELU, situación persistente, $\gamma_s$	:	1.15
ELU, situación accidental, $\gamma_s$	:	1.00

**2.4 Recubrimientos geométricos**

Alzado	:	50 mm
Zapata	:	50 mm

**2.5 Fisuración**

Alzado

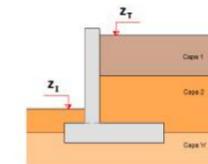
Clase de exposición: IIa	:	
Anchura de fisura admisible	:	0.30 mm

Zapata

Clase de exposición: IIa	:	
Anchura de fisura admisible	:	0.30 mm

**2.6 Terreno**

Definición de las cotas del terreno



Junta	Cota terreno en puntera $Z_1$ (m)	Cota terreno trasdós $Z_T$ (m)
1	0.000	2.590
2	0.000	2.590

Definición de parámetros geotécnicos de las capas del terreno

Capa	Nombre	Tipo	Cota inferior (m)	Densidad natural (kN/m <sup>3</sup> )	Densidad saturada (kN/m <sup>3</sup> )
1	Relleno	Granular	-0.400	21.0	21.0
2	Roca	Cohesivo	-10000.000	21.0	21.0

Capa	Nombre	Tipo	Ángulo de rozamiento (°)	Cohesión (kN/m <sup>2</sup> )	Presión de hundimiento (kN/m <sup>2</sup> )
1	Relleno	Granular	33.0	0.0	900.0
2	Roca	Cohesivo	45.0	0.0	900.0

Definición de los parámetros contacto hormigón-terreno

Capa	Nombre	Áng. roz. zapata-terreno (°)	Adherencia (kN/m <sup>2</sup> )	Áng. roz. alzado-terreno (°)
1	Relleno	24.0	0.0	0.0
2	Roca	24.0	0.0	0.0

**2.7 Acciones**

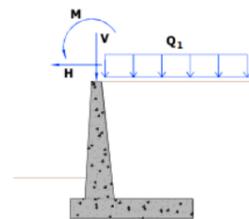


**2.7.1 Acciones permanentes**

Empuje de tierras :

En el trasdós del muro se aplica el empuje activo.  
 No se considera la componente vertical del empuje activo en el contacto terreno-terreno.  
 Se considera el empuje pasivo en la puntera actuando desde la superficie del terreno.  
 Coeficiente reductor del empuje pasivo : 0.600

**2.7.2 Acciones variables**



Acción del tráfico

- Sobrecarga en trasdós :

Sobrecarga uniforme en trasdós,  $Q_1$  : 5.00 kN/m<sup>2</sup>

**2.8 Coeficientes de seguridad**

**2.8.1 Coeficientes de mayoración de las acciones,  $\gamma_F$**

	ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES					
	Estado límite de Servicio		Estado límite Último			
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Situación Persistente		Situación Accidental	
Coeficiente favorable			Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	
Peso propio muro	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso tierras trasdós	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso tierras puntera	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Empuje activo trasdós	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Empuje pasivo puntera	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en coronación	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Carga de tráfico en coronación	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Nivel freático	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

	ESTADOS LÍMITE GEOTÉCNICOS			
	Estado límite Último			
	Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio muro	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso tierras trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso tierras puntera	1.00	1.00	1.00	1.00
Empuje activo trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Empuje pasivo puntera	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en coronación	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.00
Carga de tráfico en coronación	0.00	1.00	0.00	1.00
Viento	0.00	1.00	0.00	1.00
Nivel freático	0.00	1.00	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto	0.00	0.00	1.00	1.00

**2.8.2 Coeficientes de seguridad y combinación**

Coeficientes de combinación

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga de tráfico	0.80	0.80	0.00
Viento	0.60	0.50	0.20
Nivel freático	1.00	1.00	1.00

Movimientos admisibles

Desplazamiento máximo horizontal en coronación,  $U_x$  : 5 mm

Factores de seguridad. EL geotécnico de Hundimiento

Situación persistente. Combinación característica	: 2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	: 3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	: 2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	: 2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Deslizamiento

Situación persistente. Combinación característica	: 1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	: 1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	: 1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	: 1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Vuelco rígido

Situación persistente. Combinación característica	: 1.800
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	: 2.000
Situación accidental. Combinación sísmica	: 1.500
Situación accidental. Combinación de impacto	: 1.500



Factores de seguridad. EL geotécnico de Estabilidad global

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

### 2.9 Configuración del cálculo

El cálculo de cada módulo se realiza considerando 1 sección transversal del muro.

Las verificaciones de deslizamiento, vuelco y estabilidad global se realizan en las secciones transversales definidas, obteniéndose a partir de ellas un coeficiente de seguridad global del módulo ponderando cada sección por su anchura contributiva.

Para la verificación del estado límite de hundimiento, el cálculo se realiza para cada sección transversal definida, adoptándose para la verificación la presión máxima de entre todas las secciones transversales.

Para la obtención de las armaduras de flexión, cortante y fisuración, se realiza el cálculo de las mismas en cada una de las secciones transversales definidas, adoptándose la armadura máxima de entre todas ellas.

Las secciones transversales consideradas en cada módulo son :

Sección transversal	s / L (tanto por uno)
1	0.500

s : Distancia de la sección transversal al inicio del módulo.  
L : Longitud del módulo.

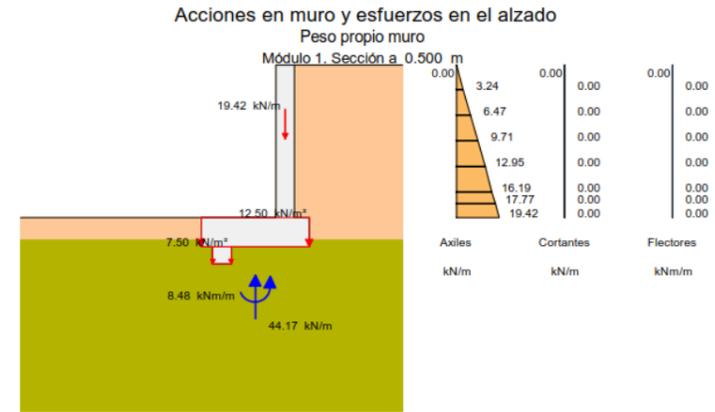
### 3 ESFUERZOS EN ALZADO Y ACCIONES EN ZAPATA

En este apartado se presentan los esfuerzos característicos (sin mayorar) correspondientes a cada acción. Así mismo, los parámetros geotécnicos utilizados corresponden también a los valores característicos.

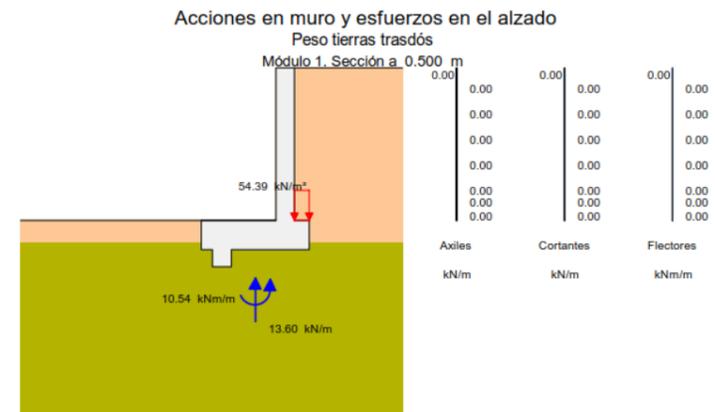
#### 3.1 Módulo 1

##### 3.1.1 Sección 1 ( x = 0.500 m)

Peso propio muro



Peso tierras trasdós

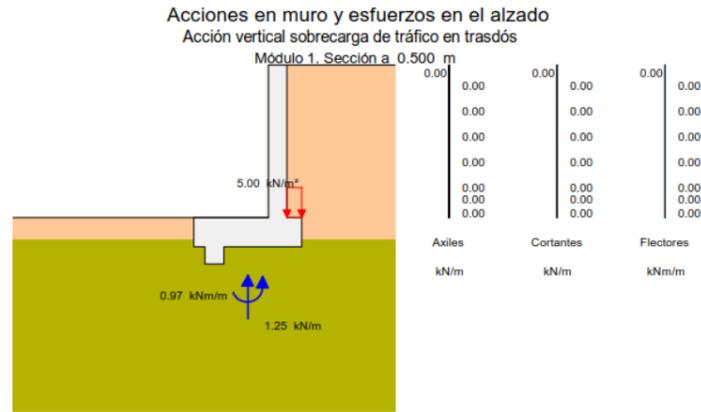


Peso tierras puntera





CivilEstudio



**4 ESTADO LÍMITE DE DESLIZAMIENTO**

**4.1 Módulo 1**

**4.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente**

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	44.2	19.7	0.0	0.0
Peso tierras trasdós	13.6	6.1	0.0	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	0.0	0.0	28.8
Empuje pasivo puntera	-0.0	-0.0	21.0	0.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	0.0	0.0	0.0
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>57.8</b>	<b>25.7</b>	<b>21.0</b>	<b>28.8</b>

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	25.7 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	21.0 kN
Adherencia	:	0.0 kN
<b>Total</b>	:	<b>46.8 kN</b>

Fuerza desestabilizadora : 28.8 kN

Factor de seguridad : 1.626  
Factor de seguridad admisible : 1.500

FS = 1.626 > FS<sub>admisible</sub> = 1.500 -> **Cumple a deslizamiento.**

**4.1.2 Situación persistente. Combinación característica**

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	44.2	19.7	0.0	0.0
Peso tierras trasdós	13.6	6.1	0.0	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	0.0	0.0	28.8
Empuje pasivo puntera	-0.0	-0.0	21.0	0.0



CivilEstudio

Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	0.0	0.0	4.5
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>57.8</b>	<b>25.7</b>	<b>21.0</b>	<b>33.3</b>

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	25.7 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	21.0 kN
Adherencia	:	0.0 kN
<b>Total</b>	:	<b>46.8 kN</b>

Fuerza desestabilizadora : 33.3 kN

Factor de seguridad : 1.406  
Factor de seguridad admisible : 1.300

FS = 1.406 > FS<sub>admisible</sub> = 1.300 -> **Cumple a deslizamiento.**

**4.2 Resumen de verificaciones**

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

**5 ESTADO LÍMITE DE VUELCO**

**5.1 Módulo 1**

**5.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente**

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)
Peso propio muro	48.2	0.0
Peso tierras trasdós	22.8	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	30.4
Empuje pasivo puntera	1.0	0.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	0.0
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>72.0</b>	<b>30.4</b>

Momento estabilizador : 72.0 kNm  
Momento desestabilizador : 30.4 kNm

Factor de seguridad : 2.367  
Factor de seguridad admisible : 2.000

FS = 2.367 > FS<sub>adm</sub> = 2.000 -> **Cumple a vuelco.**

**5.1.2 Situación persistente. Combinación característica**

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)
Peso propio muro	48.2	0.0
Peso tierras trasdós	22.8	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	30.4
Empuje pasivo puntera	1.0	0.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	7.0



Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
Total	72.0	37.4

Momento estabilizador	:	72.0 kNm
Momento desestabilizador	:	37.4 kNm
Factor de seguridad	:	1.922
Factor de seguridad admisible	:	1.800

FS = 1.922 > FSadm = 1.800 -> **Cumple a vuelco.**

### 5.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

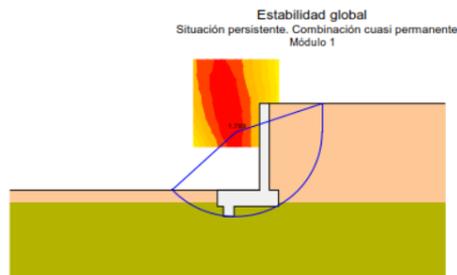
## 6 ESTADO LÍMITE DE ESTABILIDAD GLOBAL

El cálculo a estabilidad global se realiza con el método aproximado de Fellenius, considerando únicamente superficies de rotura circulares y con distribuciones de presiones intersticiales hidrostáticas ( con variación lineal entre la zarpa delantera y la trasera).

El proyectista deberá valorar la verificación de la estabilidad global con métodos más precisos en función de la geometría, la estratificación y el flujo de agua.

### 6.1 Módulo 1

#### 6.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente



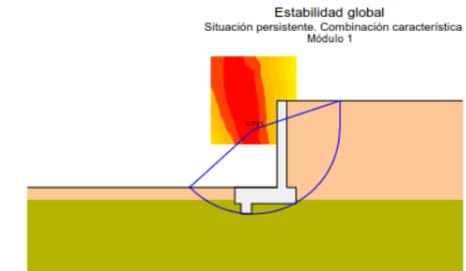
Factores de seguridad:

1.789 a	2.010
2.010 a	2.231
2.231 a	2.452
2.452 a	2.673
2.673 a	2.894
2.894 a	3.115
3.115 a	3.336
3.336 a	3.557

Factor de seguridad	:	1.789
Factor de seguridad admisible	:	1.500

FS = 1.789 > FSadm = 1.500 -> **Cumple a estabilidad global.**

#### 6.1.2 Situación persistente. Combinación característica



Factores de seguridad:

1.701 a	1.933
1.933 a	2.165
2.165 a	2.397
2.397 a	2.629
2.629 a	2.861
2.861 a	3.093
3.093 a	3.325
3.325 a	3.557

Factor de seguridad	:	1.701
Factor de seguridad admisible	:	1.300

FS = 1.701 > FSadm = 1.300 -> **Cumple a estabilidad global.**

### 6.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

## 7 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE HUNDIMIENTO DEL TERRENO

Para el cálculo de las presiones en el terreno se ha considerado una ley de distribución uniforme (método de la zapata equivalente).

### 7.1 Módulo 1

#### 7.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección x (m)	Resultante en la base de la zapata		
	N (kN/m)	H (kN/m)	M (kNm/m)
0.500	57.77	22.04	10.43

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.  
 H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.  
 M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.  
 Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección x (m)	Distribución de presión máxima			Tipo
	$\sigma_1$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	b (m)	
0.500	40.15	40.15	1.439	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima	:	40.15 kN/m <sup>2</sup>
Presión de hundimiento	:	900.00 kN/m <sup>2</sup>



Factor de seguridad mínimo : 22.415  
 Factor de seguridad admisible : 3.000

FS = 22.415 > FSadm = 3.000 -> **Cumple a hundimiento.**

**7.1.2 Situación persistente. Combinación característica**

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección x (m)	Resultante en la base de la zapata		
	N (kN/m)	H (kN/m)	M (kNm/m)
0.500	57.77	26.54	17.47

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.  
 H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.  
 M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.  
 Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección x (m)	Distribución de presión máxima			Tipo
	$\sigma_1$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\sigma_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	b (m)	
0.500	48.33	48.33	1.195	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima : 48.33 kN/m<sup>2</sup>  
 Presión de hundimiento : 900.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Factor de seguridad mínimo : 18.621  
 Factor de seguridad admisible : 2.600

FS = 18.621 > FSadm = 2.600 -> **Cumple a hundimiento.**

**7.2 Resumen de verificaciones**

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

**8 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR FLEXIÓN**

**8.1 Módulo 1**

**8.1.1 Alzado**

8.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 ( x = 0.500 m)

Altura sobre zapata (m)	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
	N <sub>d</sub> max <sup>+</sup> (kN/m)	N <sub>d</sub> max <sup>-</sup> (kN/m)	M <sub>d</sub> max <sup>+</sup> (kNm/m)	M <sub>d</sub> max <sup>-</sup> (kNm/m)
2.590	0.0	0.0	0.0	0.0

2.158	4.4	3.2	0.3	0.1
1.727	8.7	6.5	1.7	0.7
1.295	13.1	9.7	4.8	2.2
0.863	17.5	12.9	10.6	5.3
0.432	21.9	16.2	19.7	10.4
0.220	24.0	17.8	25.6	13.7
0.000	26.2	19.4	32.8	17.9

Altura sobre zapata (m)	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
	N <sub>d</sub> (kN/m)	M <sub>d</sub> (kNm/m)	A <sub>s</sub> cálculo (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> mecánica (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> geométrica (cm <sup>2</sup> /m)
2.590	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
2.158	4.4	0.1	0.0	0.0	0.8
1.727	8.7	1.7	0.1	5.2	2.7
1.295	13.1	4.8	0.4	5.2	2.7
0.863	17.5	10.6	0.9	5.3	2.7
0.432	21.9	19.7	1.8	5.3	2.7
0.220	24.0	25.6	2.4	5.3	2.7
0.000	26.2	32.8	3.2	5.3	2.7

Altura sobre zapata (m)	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
	N <sub>d</sub> (kN/m)	M <sub>d</sub> (kNm/m)	A <sub>s</sub> cálculo (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> mecánica (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> geométrica (cm <sup>2</sup> /m)
2.590	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
2.158	4.4	0.1	0.0	0.0	0.8
1.727	8.7	0.7	0.0	0.0	0.8
1.295	13.1	2.2	0.0	0.0	0.8
0.863	17.5	5.3	0.0	0.0	0.8
0.432	21.9	10.4	0.0	0.0	0.8
0.220	24.0	13.7	0.0	0.0	0.8
0.000	26.2	17.9	0.0	0.0	0.8

8.1.1.2 Envolvente de armaduras

Altura sobre zapata (m)	Armadura interior (cm <sup>2</sup> /m)	Armadura exterior (cm <sup>2</sup> /m)
2.590	0.8	0.8
2.158	0.8	0.8
1.727	5.2	0.8
1.295	5.2	0.8
0.863	5.3	0.8
0.432	5.3	0.8
0.220	5.3	0.8
0.000	5.3	0.8

8.1.2 Zapata

8.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 ( x = 0.500 m)

Distancia a puntera (m)	Zarpa	M <sub>d</sub> max <sup>+</sup> (kNm/m)	Armadura inferior		
			A <sub>s</sub> cálculo (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> mecánica (cm <sup>2</sup> /m)	A <sub>s</sub> geométrica (cm <sup>2</sup> /m)
0.259	Delantera	3.4	0.2	0.3	4.5
0.518	Delantera	13.1	0.7	1.0	4.5
0.777	Delantera	25.8	1.4	2.0	4.5
1.036	Delantera	37.7	2.1	2.9	4.5



CivilEstudio

1.295	Delantera	48.7	2.7	3.6	4.5
1.505	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.5
1.564	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.5
1.623	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.5
1.682	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.5
1.741	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.5

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura superior			
		Md max (kNm/m)	As cálculo (cm <sup>2</sup> /m)	As mecánica (cm <sup>2</sup> /m)	As geométrica (cm <sup>2</sup> /m)
0.259	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.518	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.777	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
1.036	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
1.295	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
1.505	Trasera	-4.1	0.2	0.3	4.5
1.564	Trasera	-2.7	0.1	0.2	4.5
1.623	Trasera	-1.5	0.1	0.1	4.5
1.682	Trasera	-0.7	0.0	0.1	4.5
1.741	Trasera	-0.2	0.0	0.0	4.5

8.1.2.2 Envolvente de armaduras

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura inferior (cm <sup>2</sup> /m)	Armadura superior (cm <sup>2</sup> /m)
0.259	Delantera	4.5	0.0
0.518	Delantera	4.5	0.0
0.777	Delantera	4.5	0.0
1.036	Delantera	4.5	0.0
1.295	Delantera	4.5	0.0
1.505	Trasera	4.5	4.5
1.564	Trasera	4.5	4.5
1.623	Trasera	4.5	4.5
1.682	Trasera	4.5	4.5
1.741	Trasera	4.5	4.5

8.1.3 Tacón

8.1.3.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 ( x = 0.500 m)

Sección transversal (m)	Armadura de flexión			
	M <sub>max</sub> (kNm/m)	As cálculo (cm <sup>2</sup> /m)	As mecánica (cm <sup>2</sup> /m)	As geométrica (cm <sup>2</sup> /m)
0.500	3.47	0.4	0.5	2.7

8.1.3.2 Envolvente de armaduras

Armadura principal tacón : 2.7 cm<sup>2</sup>/m  
 Armadura longitudinal : 2.7 cm<sup>2</sup>/m

8.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación

9 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN



CivilEstudio

M<sub>k</sub>: Flector máximo. Situación persistente. Combinación cuasi permanente.  
 N<sub>k</sub>: Axil concomitante. Situación persistente. Combinación cuasi permanente.  
 w<sub>k</sub>: Abertura de fisura.  
 w<sub>adm</sub>: Abertura de fisura admisible.

9.1 Módulo 1

9.1.1 Alzado

9.1.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Armadura vertical interior del alzado. Posición J.

Altura sobre zapata (m)	Armadura	N <sub>k</sub> (kN/m)	M <sub>k</sub> (kNm/m)	W <sub>k</sub> (mm)	W <sub>adm</sub> (mm)
2.590	Ø20/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
2.158	Ø20/0.200 m	3.24	0.08	0.00	0.30
1.727	Ø20/0.200 m	6.47	0.66	0.00	0.30
1.295	Ø20/0.200 m	9.71	2.24	0.00	0.30
0.863	Ø20/0.200 m	12.95	5.31	0.01	0.30
0.432	Ø20/0.200 m	16.19	10.37	0.02	0.30
0.220	Ø20/0.200 m	17.77	13.74	0.02	0.30
0.000	Ø20/0.200 m	19.42	17.93	0.03	0.30

Armadura vertical exterior del alzado. Posición M.

Altura sobre zapata (m)	Armadura	N <sub>k</sub> (kN/m)	M <sub>k</sub> (kNm/m)	W <sub>k</sub> (mm)	W <sub>adm</sub> (mm)
2.590	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
2.158	Ø16/0.200 m	3.24	0.08	0.00	0.30
1.727	Ø16/0.200 m	6.47	0.66	0.00	0.30
1.295	Ø16/0.200 m	9.71	2.24	0.00	0.30
0.863	Ø16/0.200 m	12.95	5.31	0.00	0.30
0.432	Ø16/0.200 m	16.19	10.37	0.01	0.30
0.220	Ø16/0.200 m	17.77	13.74	0.01	0.30
0.000	Ø16/0.200 m	19.42	17.93	0.02	0.30

9.1.2 Zapata

9.1.2.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Armadura transversal inferior de la zapata. Posición B.

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura	N <sub>k</sub> (kN/m)	M <sub>k</sub> (kNm/m)	W <sub>k</sub> (mm)	W <sub>adm</sub> (mm)
0.259	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.99	0.00	0.30
0.518	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	3.65	0.01	0.30
0.777	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	8.10	0.02	0.30
1.036	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	14.57	0.04	0.30
1.295	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	23.04	0.06	0.30
1.505	Trasera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.564	Trasera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.623	Trasera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.682	Trasera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.741	Trasera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30

Armadura transversal superior de la zapata. Posición E.



Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura	N <sub>k</sub> (kN/m)	M <sub>k</sub> (kNm/m)	W <sub>k</sub> (mm)	W <sub>adm</sub> (mm)
0.259	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.518	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.777	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.036	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.295	Delantera	Ø16/0.200 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.505	Trasera	Ø16/0.200 m	0.00	-2.86	0.01	0.30
1.564	Trasera	Ø16/0.200 m	0.00	-1.86	0.00	0.30
1.623	Trasera	Ø16/0.200 m	0.00	-1.05	0.00	0.30
1.682	Trasera	Ø16/0.200 m	0.00	-0.47	0.00	0.30
1.741	Trasera	Ø16/0.200 m	0.00	-0.12	0.00	0.30

9.1.3 Tacón

9.1.3.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Armadura de flexión del tacón. Posición T1.

Armadura	N <sub>k</sub> (kN/m)	M <sub>k</sub> (kNm/m)	W <sub>k</sub> (mm)	W <sub>adm</sub> (mm)
Ø10/0.200 m	0.00	2.31	0.02	0.30

9.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

10 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR CORTANTE

10.1 Módulo 1

10.1.1 Alzado

10.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 ( x = 0.500 m)

Altura sobre zapata (m)	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
	N <sub>d</sub> max <sup>+</sup> (kN/m)	N <sub>d</sub> max <sup>-</sup> (kN/m)	V <sub>d</sub> max <sup>+</sup> (kN/m)	V <sub>d</sub> max <sup>-</sup> (kN/m)	N <sub>d</sub> (kN/m)	V <sub>d</sub> (kN/m)	M <sub>d</sub> (kNm/m)
2.590	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.158	4.4	3.2	1.8	0.6	3.2	1.8	0.3
1.727	8.7	6.5	5.4	2.3	6.5	5.4	1.8
1.295	13.1	9.7	10.6	5.2	9.7	10.6	5.2
0.863	17.5	12.9	17.7	9.2	13.0	17.7	11.3
0.432	21.9	16.2	26.4	14.4	16.2	26.4	20.7
0.220	24.0	17.8	31.3	17.4	17.8	31.3	26.8
0.000	26.2	19.4	36.9	20.8	19.4	36.9	34.3

Altura sobre zapata (m)	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			Observaciones
	V <sub>d</sub> (kN/m)	V <sub>u1</sub> (kN/m)	V <sub>d</sub> / V <sub>u1</sub>	
2.590	0.0	0.0	0.0	
2.158	4.4	3.2	1.4	
1.727	8.7	6.5	1.3	
1.295	13.1	9.7	1.4	
0.863	17.5	12.9	1.4	
0.432	21.9	16.2	1.4	
0.220	24.0	17.8	1.3	
0.000	26.2	19.4	1.4	

2.590	0.0	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.158	1.8	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.727	5.4	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.295	10.6	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.863	17.7	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.432	26.4	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.220	31.3	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	36.9	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

Altura sobre zapata (m)	Armadura de cortante							
	V <sub>d</sub> (kN/m)	V <sub>cu</sub> (kN/m)	V <sub>su</sub> (kN/m)	V <sub>u2</sub> (kN/m)	A <sub>t</sub> (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	A <sub>t</sub> min (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	S <sub>max</sub> long (m)	S <sub>max</sub> trans (m)
2.590	0.0			235.9	0.0	0.0		
2.158	1.8			236.9	0.0	0.0		
1.727	5.4			237.9	0.0	0.0		
1.295	10.6			238.9	0.0	0.0		
0.863	17.7			239.9	0.0	0.0		
0.432	26.4			151.9	0.0	0.0		
0.220	31.3			152.0	0.0	0.0		
0.000	36.9			152.2	0.0	0.0		

10.1.1.2 Envoltura de armaduras

Altura sobre zapata (m)	Armadura (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
2.590	0.0
2.158	0.0
1.727	0.0
1.295	0.0
0.863	0.0
0.432	0.0
0.220	0.0
0.000	0.0

10.1.2 Zapata

10.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 ( x = 0.500 m)

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
		V <sub>d</sub> max <sup>+</sup> (kN/m)	V <sub>d</sub> max <sup>-</sup> (kN/m)	V <sub>d</sub> (kN/m)	M <sub>d</sub> (kNm/m)
0.138	Delantera	0.0	-13.9	-13.9	1.0
0.415	Delantera	0.0	-40.1	-40.1	8.5
0.692	Delantera	0.0	-49.5	-49.5	17.1
1.250	Delantera	0.0	-55.5	-55.5	43.2
1.550	Trasera	0.0	-24.3	-24.3	-3.0

Distancia a puntera	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			Observaciones
	V <sub>d</sub>	V <sub>u1</sub>	V <sub>d</sub> / V <sub>u1</sub>	
0.138	0.0	0.0	0.0	
0.415	0.0	0.0	0.0	
0.692	0.0	0.0	0.0	
1.250	0.0	0.0	0.0	
1.550	0.0	0.0	0.0	



CivilEstudio

(m)	(kN/m)	(kN/m)	
0.138	-13.9		No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.415	-40.1		No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.692	-49.5		No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.250	-55.5		No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.550	-24.3		No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

Distancia a puntera (m)	Armadura de cortante							
	V <sub>d</sub> (kN/m)	V <sub>cu</sub> (kN/m)	V <sub>su</sub> (kN/m)	V <sub>u2</sub> (kN/m)	A <sub>t</sub> (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	A <sub>t min</sub> (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	S <sub>max long</sub> (m)	S <sub>max trans</sub> (m)
0.138	-13.9			399.3	0	0		
0.415	-40.1			399.3	0	0		
0.692	-49.5			399.3	0	0		
1.250	-55.5			399.3	0	0		
1.550	-24.3			399.3	0	0		

10.1.2.2 *Envolvente de armaduras*

Distancia a puntera (m)	Armadura (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
0.138	0.0
0.415	0.0
0.692	0.0
1.250	0.0
1.550	0.0

10.1.3 **Tacón**

10.1.3.1 *Situación persistente. Combinación fundamental*

Sección de empotramiento ( x = 0.000 m)

Cortante máximo, V<sub>d</sub> : 21.5 kN  
 Flector concomitante, M<sub>d</sub> : -3.5 kNm

No es necesaria la comprobación de las bielas de compresión.

Resistencia a cortante, V<sub>u2</sub> : 238.30 kN/m

V<sub>d</sub> = 21.481 kN/m < V<sub>u2</sub> = 238.302 kN/m -> **La sección resiste a cortante.**

Sección de cálculo de la armadura de cortante ( x = 0.220 m)

Cortante máximo, V<sub>d</sub> : 6.7 kN  
 Flector concomitante, M<sub>d</sub> : -0.3 kNm

No es necesaria la comprobación de las bielas de compresión.

No es necesario disponer armadura de cortante.

Resistencia a cortante, V<sub>u2</sub> : 238.30 kN/m

V<sub>d</sub> = 6.698 kN/m < V<sub>u2</sub> = 238.302 kN/m -> **La sección resiste a cortante.**

10.1.3.2 *Envolvente de armaduras*



CivilEstudio

Armadura máxima de cortante : 0.0 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

10.2 **Resumen de verificaciones**

Módulo 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación

11 **ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES**

Los movimientos calculados corresponden a la deformación del alzado del muro, no incluyendo por tanto los movimientos derivados del giro de la cimentación. Los movimientos y giros corresponden a las deformaciones elásticas, es decir, considerando inercias no fisuradas. Tampoco incluyen la deformación por efectos reológicos (fluencia).

11.1 **Módulo 1**

*Movimientos en coronación por cada acción*

Acción	Hip: U <sub>x</sub> (mm)	U <sub>x</sub> máximo G (rad)	Hip: U <sub>x</sub> (mm)	G máximo G (rad)
Empuje activo de las tierras del trasdós	0.4	0.000189	0.4	0.000189
Empuje pasivo de las tierras en puntera	0.0	0.000000	0.0	0.000000
Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós	0.1	0.000070	0.1	0.000070

U<sub>x</sub> : desplazamiento horizontal

G : giro

*Movimientos totales*

Combinación	Hip: U <sub>x</sub> (mm)	U <sub>x</sub> máximo G (rad)	Hip: U <sub>x</sub> (mm)	G máximo G (rad)
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	0.4	0.000189	0.4	0.000189
Situación persistente. Combinación frecuente	0.5	0.000245	0.5	0.000245
Situación persistente. Combinación característica	0.5	0.000259	0.5	0.000259

U<sub>x</sub> : desplazamiento horizontal

G : giro

U<sub>xmax</sub> = 0.5 mm < U<sub>xadmisible</sub> = 5.0 mm -> **Cumple a deformación.**

11.2 **Resumen de verificaciones**

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

