

ANEJO N°11

# **Cálculos estructurales**



# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Modelo de cálculo</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Análisis de los resultados obtenidos</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>4</b>

APÉNDICE N°11.1: CÁLCULOS MURO 2

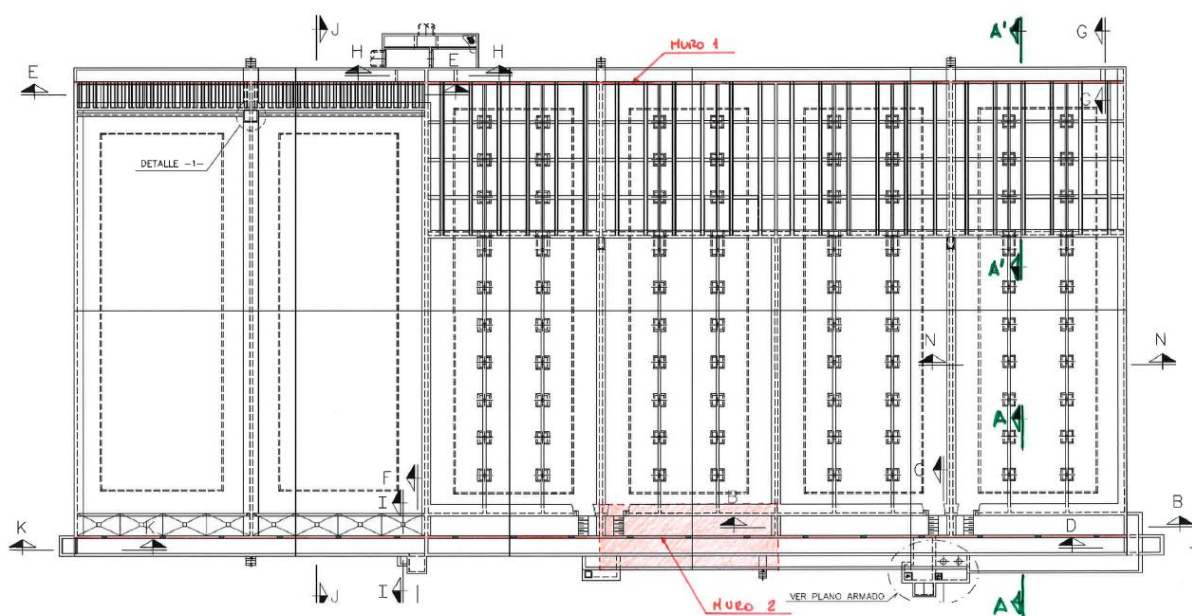


# 1 Introducción

Dentro del conjunto de las obras de demolición de la EDAR de Vuelta Ostrera, se plantea utilizar el interior de los decantadores y tanques de tormentas como zona de machaqueo. Para ello, es necesario en una primera fase, demoler parcialmente los muros interiores que llegan perpendicularmente a los muros perimetrales.

El presente informe, tiene como objetivo comprobar la estabilidad de dichos muros perimetrales, una vez se haya llevado a cabo la eliminación de los muros interiores. Para ello se ha contado con la documentación (planos) recogida en la Liquidación del Proyecto y Construcción de la E.D.A.R. de Vuelta Ostrera.

En la siguiente imagen, se señalan los muros afectados por la primera fase de demolición (muros 1 y 2).

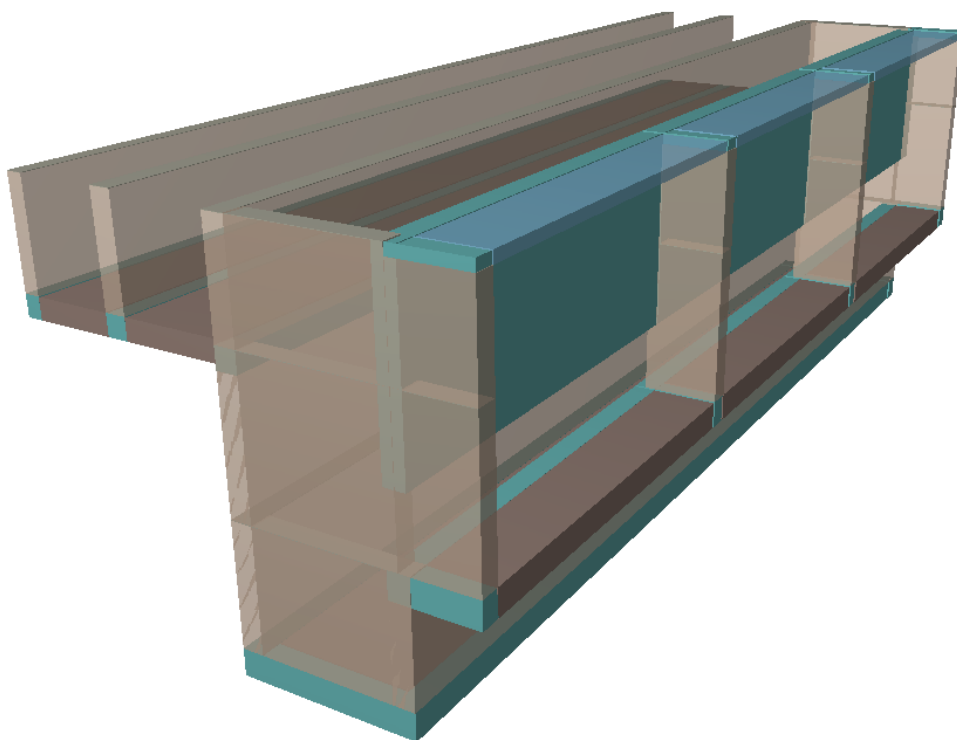


## 2 Modelo de cálculo

La acción principal a la que se van a ver sometidos los muros analizados es el empuje del terreno. En el caso del muro 1, se plantea excavar hasta la cota 5.20 m, por lo que se reducen considerablemente dichos empujes.

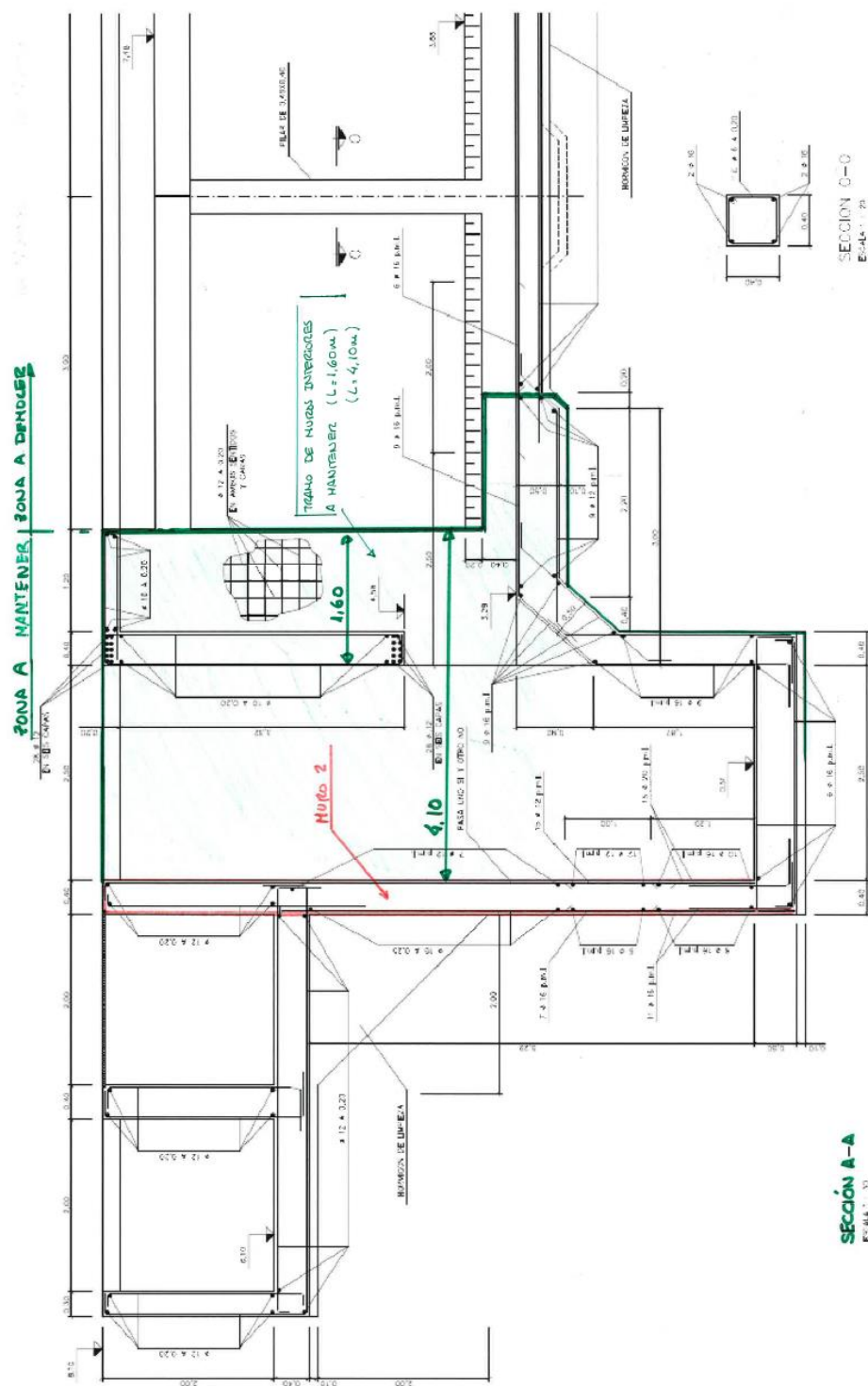
Debido a esto, la sección de cálculo más desfavorable se encuentra en el muro 2, ya que la cota del terreno en el trasdós se mantiene aproximadamente a la 7.60 m.

Por ello, se ha modelizado con el programa CYPECAD una franja representativa de dicho muro, correspondiente a la zona sombreada que se ve en la imagen del apartado anterior.



En el apéndice nº1 se incluyen tanto los datos de entrada del modelo, como los resultados obtenidos.

Como se puede ver en el apéndice N°11.1, la armadura dispuesta en el muro 2, es igual o en algunos casos incluso superior, a la necesaria por cálculo.



3









APÉNDICE N°11.1

## **Cálculos muro 2**



**1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA**

**2.- GEOMETRÍA DEL MODELO**

**3.- NORMAS CONSIDERADAS**

**4.- ACCIONES CONSIDERADAS**

**4.4.- Hipótesis de carga**

**4.5.- Leyes de presiones sobre muros**

**5.- ESTADOS LÍMITE**

**6.- SITUACIONES DE PROYECTO**

**6.1.- Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )**

**6.2.- Combinaciones**

**7.- MATERIALES UTILIZADOS**

**7.1.- Hormigones**

**7.2.- Aceros**

**8.- RESULTADOS**

**8.1.- Esfuerzos pésimos**

**8.2.- Armado de muro**





# Apéndice nº1 Cálculos muro 2

Fecha: 27/11/19

## 1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2018

Número de licencia: 79843

## 2.- GEOMETRÍA DEL MODELO

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
3	Forjado 8.1	3	Forjado 8.1	2.00	8.10
2	Forjado 6.1	2	Forjado 6.1	2.82	6.10
1	Forjado 3.28	1	Forjado 3.28	2.28	3.28
0	Cimentación				1.00

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M1	Muro de hormigón armado	0-3	( 0.00, 0.00)	( 23.40, 0.00)	3	0.2+0.2=0.4
					2	0.2+0.2=0.4
					1	0.2+0.2=0.4
M2	Muro de hormigón armado	2-3	( 0.00, -2.40)	( 23.40, -2.40)	3	0.2+0.2=0.4
M3	Muro de hormigón armado	2-3	( 0.00, -4.25)	( 23.40, -4.25)	3	0.15+0.15=0.3
M4	Muro de hormigón armado	0-1	( 0.00, 2.90)	( 23.40, 2.90)	1	0.2+0.2=0.4
M9	Muro de hormigón armado	0-3	( 0.00, 0.00)	( 0.00, 4.30)	3	0.2+0.2=0.4
					2	0.2+0.2=0.4
					1	0.2+0.2=0.4
M10	Muro de hormigón armado	0-3	( 23.40, 0.00)	( 23.40, 4.30)	3	0.2+0.2=0.4
					2	0.2+0.2=0.4
					1	0.2+0.2=0.4

## 3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

## 4.- ACCIONES CONSIDERADAS

### 4.1.- Hipótesis de carga

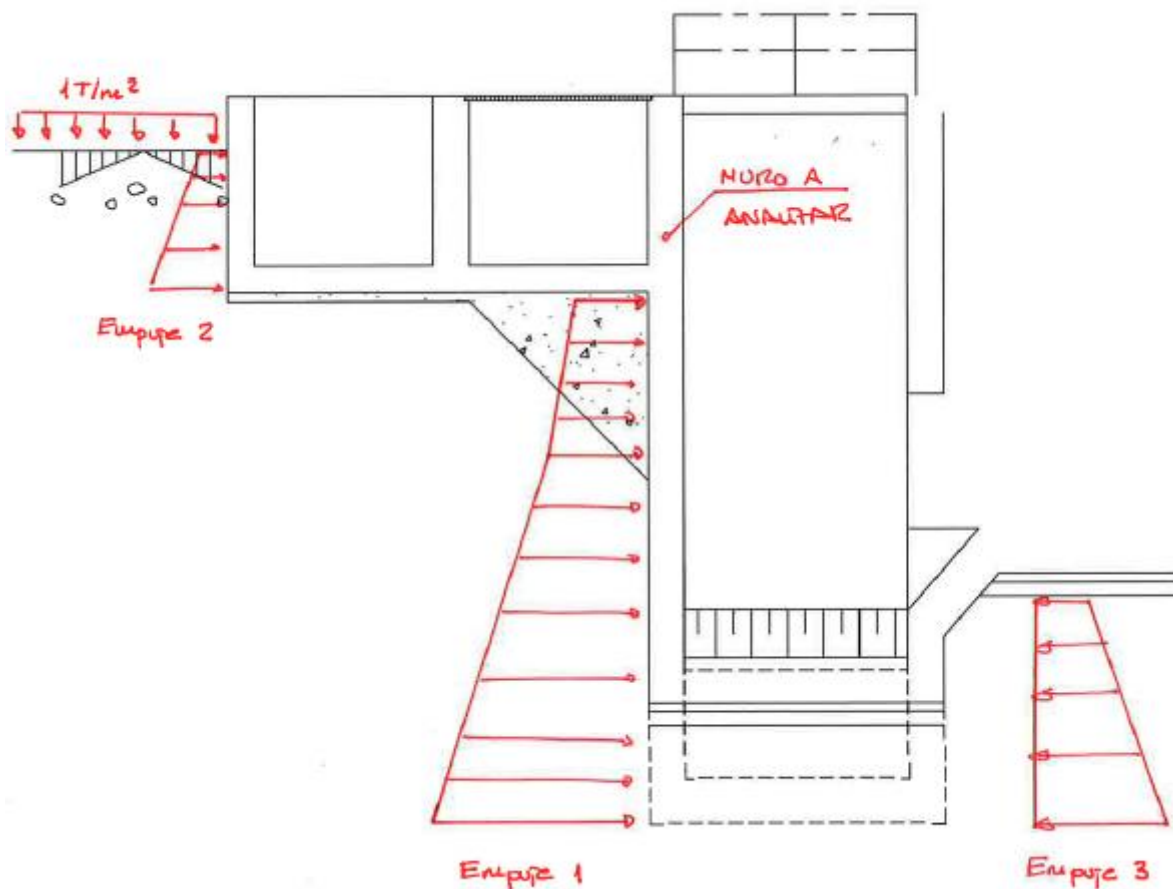
Peso propio
Cargas muertas
Sobrecarga de uso



## Apéndice nº1 Cálculos muro 2

Fecha: 27/11/19

### 4.2.- Leyes de presiones sobre muros



Referencia	Hipótesis	Descripción
Empuje 1	Cargas muertas	Con nivel freático: Cota 4.50 m Con relleno: Cota 5.70 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 2.00 t/m <sup>3</sup> Densidad sumergida 1.10 t/m <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados Evacuación por drenaje 1.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 1.00 t/m <sup>2</sup>
Empuje 2 (Primera situación de relleno)	Cargas muertas	Con relleno: Cota 7.70 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 2.00 t/m <sup>3</sup> Densidad sumergida 1.10 t/m <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados Evacuación por drenaje 100.00 %
Empuje 2 (Segunda situación de relleno)	Sobrecarga de uso	Con relleno: Cota 7.70 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 2.00 t/m <sup>3</sup>





## Apéndice nº1 Cálculos muro 2

Fecha: 27/11/19

Referencia	Hipótesis	Descripción
		Densidad sumergida 1.10 t/m <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados Evacuación por drenaje 100.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 1.00 t/m <sup>2</sup>
Empuje 3 (Primera situación de relleno)	Cargas muertas	Con nivel freático: Cota 2.78 m Con relleno: Cota 2.78 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 2.00 t/m <sup>3</sup> Densidad sumergida 1.10 t/m <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados Evacuación por drenaje 1.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 1.25 t/m <sup>2</sup>
Empuje 3 (Segunda situación de relleno)	Sobrecarga de uso	Con nivel freático: Cota 2.78 m Con relleno: Cota 2.78 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 2.00 t/m <sup>3</sup> Densidad sumergida 1.10 t/m <sup>3</sup> Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados Evacuación por drenaje 1.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 2.25 t/m <sup>2</sup>

### 5.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

### 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<sub>k</sub> Acción permanente

P<sub>k</sub> Acción de pretensado

Q<sub>k</sub> Acción variable



## Apéndice nº1 Cálculos muro 2

Fecha: 27/11/19

- $\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes  
 $\gamma_P$  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 ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )

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

#### E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

#### E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

### 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	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	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



# Apéndice nº1 Cálculos muro 2

Fecha: 27/11/19

## 7.- MATERIALES UTILIZADOS

### 7.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	$f_{ck}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_c$	Tamaño máximo árido (mm)	$E_c$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Todos	HA-30	306	1.50	20	291305

### 7.2.- Aceros

Elemento	Acero	$f_{yk}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$
Todos	B 500 S	5097	1.15

## 8.- RESULTADOS

### 8.1.- Esfuerzos pésimos en muro analizado (M1 en el modelo)

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: 2340 cm [Nudo inicial: 0.00;0.00 -> Nudo final: 23.40;0.00]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Forjado 8.1 (e=40.0 cm)	Arm. vert. der.	0.22	-3.56	-0.45	0.70	-0.07	0.14	-0.44	---	---
	Arm. horz. der.	0.57	0.44	2.68	-0.21	0.00	-2.23	-0.09	---	---
	Arm. vert. izq.	0.65	-2.66	-0.34	-0.54	1.49	0.19	0.45	---	---
	Arm. horz. izq.	0.20	-1.79	-0.34	-0.61	-0.04	0.45	0.52	---	---
	Hormigón	1.98	-3.26	-0.41	0.69	1.31	0.17	-0.53	---	---
	Arm. transve.	1.01	-2.51	1.31	1.24	---	---	---	-1.71	0.92
Forjado 6.1 (e=40.0 cm)	Arm. vert. der.	41.60	3.71	1.30	4.45	6.38	0.81	-0.08	---	---
	Arm. horz. der.	19.65	3.57	1.28	5.16	6.31	0.80	-0.17	---	---
	Arm. vert. izq.	67.64	-1.69	0.04	-8.62	-5.83	-2.02	0.18	---	---
	Arm. horz. izq.	37.17	-1.64	0.06	-8.75	-5.80	-2.02	0.18	---	---



## Apéndice nº1 Cálculos muro 2

Fecha: 27/11/19

Muro M1: Longitud: 2340 cm [Nudo inicial: 0.00;0.00 -> Nudo final: 23.40;0.00]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
	Hormigón	6.87	-0.44	0.32	-9.56	-4.11	-1.43	0.33	---	---
	Arm. transve.	4.05	2.11	1.67	4.96	---	---	---	7.75	0.26
Forjado 3.28 (e=40.0 cm)	Arm. vert. der.	63.50	-9.52	-1.20	4.11	12.15	1.53	0.27	---	---
	Arm. horz. der.	21.37	-8.75	-0.98	-6.66	7.38	2.35	-0.47	---	---
	Arm. vert. izq.	70.48	-2.76	-0.04	3.29	-7.03	-1.01	-0.19	---	---
	Arm. horz. izq.	36.33	-4.10	-0.64	9.10	-5.21	-2.60	0.23	---	---
	Hormigón	12.29	-9.37	-1.18	1.79	12.28	1.55	0.28	---	---
	Arm. transve.	6.69	-7.58	-1.36	2.91	---	---	---	-12.82	-0.02

### 8.2.- Armado de muro (M1 en el modelo)

Muro M1: Longitud: 2340 cm [Nudo inicial: 0.00;0.00 -> Nudo final: 23.40;0.00]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Forjado 8.1	40.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---
Forjado 6.1	40.0	Ø12c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø16c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
Forjado 3.28	40.0	Ø12c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø16c/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.