

ANEJO N° 9.
ESTRUCTURAS

REGISTRO EDICIÓN DE DOCUMENTOS

VERSIÓN	FECHA	OBJETO DE LA EDICIÓN	REDACTADO	REVISADO	APROBADO
00	29/01/2020		Ángel Lázaro		
01	18/05/2020	Revisión Muros Nuevas hincas	Ángel Lázaro	Miguel Bañares	Alejandra Fernández

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MUROS MÉNSULA DE HORMIGÓN ARMADO.....	1
2.1 ELEMENTOS DE DRENAJE	1
2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO	1
2.3 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO	1
2.4 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS – MUROS CONVENCIONALES	2
2.4.1 Muro Tipo-1A – Terreno Horizontal	2
2.4.2 Muro Tipo-1 – Terreno Con Talud Infinito	7
2.4.3 Muro Tipo-2A – Terreno Horizontal	12
2.4.4 Muro Tipo-2 – Terreno Con Talud Infinito	17
2.4.5 Muro Tipo-3A – Terreno Horizontal	22
2.4.6 Muro Tipo-3 – Terreno Con Talud Infinito	27
2.4.7 Muro Tipo-4 – Terreno Horizontal	32
2.4.8 Muro Tipo-4 – Terreno Con Talud Infinito	37
2.4.9 Muro Tipo-5 – Terreno Horizontal	42
2.4.10 Muro Tipo-5 – Terreno Con Talud Infinito	47
2.4.11 Muro Tipo-6 – Terreno Horizontal	52
2.4.12 Muro Tipo-6 – Terreno Con Talud Infinito	57
3. MUROS DE ESCOLLERA COLOCADA	61
3.1 ELEMENTOS DE DRENAJE	61
3.2 PROCESO CONSTRUCTIVO	61
3.3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS – MURO 6 – ESCOLLERA COLOCADA	61
4. MURO EN U CON TALÓN DE HORMIGÓN ARMADO	64
4.1 ELEMENTOS DE DRENAJE	64
4.2 PROCESO CONSTRUCTIVO	64
4.3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS - MURO EN U CON TALÓN – MUROS 1 Y 2	64
4.3.1 Materiales	64
4.3.2 Fisuración.....	66
4.3.3 Recubrimientos Geométricos.....	66
4.3.4 Terreno	66
4.3.5 Geometría	67
4.3.6 Modelo de Cálculo	67
4.3.7 Secciones	68
4.3.8 Apoyos.....	68
4.3.9 Cargas aplicadas	68
4.3.10 Combinaciones de carga.....	72
4.3.11 Verificaciones.....	72
5. PANTALLA DE MICROPILOTES.....	94
5.1 PROCESO CONSTRUCTIVO	94
5.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS – PANTALLA DE MICROPILOTES	94
5.2.1 Micropilotes	94
5.2.2 Viga de Coronación	95
6. OBRAS DE DRENAJE	95
6.3 PROCESO CONSTRUCTIVO	95
6.1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS – OBRA DE DRENAJE TRANSVERSAL – HINCA 1 Y 2	96
6.1.1 Materiales.....	96
6.1.2 Fisuración.....	97
6.1.3 Recubrimientos Geométricos.....	97
6.1.4 Terreno	97
6.1.5 Geometría	98
6.1.6 Modelos de Cálculo	103
6.1.7 Secciones	106
6.1.8 Apoyos.....	106
6.1.9 Cargas aplicadas	106
6.1.10 Combinaciones de carga.....	118
6.1.11 Verificaciones – Pozo de ataque.....	118
6.1.12 Verificaciones – Pozo de salida	135
6.1.13 Verificaciones – Arqueta	148

1. INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo el acondicionamiento de la carretera BI-20 es preciso ejecutar 6 muros de distintas tipologías y dos obras de drenaje hincadas. El objeto del presente Anejo es definir estas estructuras, justificar las tipologías elegidas, diseñarlas y verificarlas.

Los 6 muros tienen como fin principal minimizar la ocupación. Además, se listan los cometidos particularizados de cada uno de los muros:

- Muros 1 y 2: Muros ménsula, necesarios para las rampas que conectan con la pasarela existente, en el margen derecho de la vía en sentido Derio, y para evitar afección a la vía de servicio. Un tramo se proyecta como muro en U con talón, debido a la proximidad entre los muros 3 y 4, que produciría una interferencia entre puntera del muro 1 y talón del muro 2.
- Muros 3 y 4: Muros ménsula, necesarios para las rampas que conectan con la pasarela existente, en el margen izquierdo de la vía en sentido Derio, y para evitar afección a la BI-20.
- Muro 5: Muros ménsula y pantalla de micropilotes para evitar afección a vía y vivienda colindante.
- Muro 6: Muro de escollera colocada destinado a hacer posible la reposición de un camino.

Además, se precisa ejecutar 2 Obras de Drenaje hincadas, en las que los tubos se colocan en su posición definitiva mediante empuje por equipo hidráulico. El motivo que impulsa la construcción de este tipo de Obras de Drenaje es el de mantener el funcionamiento ininterrumpido del tráfico viario, sin necesidad de cortar el tráfico para excavación de zanja a cielo abierto.

2. MUROS MÉNSULA DE HORMIGÓN ARMADO

Se emplean muros ménsula en T invertida, de hormigón armado ejecutados in situ, cuya misión es soportar masas de tierra que no podrían asumir las pendientes necesarias para salvar los desniveles que se producen entre la coronación y la base del terraplén.

Los muros ménsula están compuestos por un paramento vertical que retiene las tierras y que mantiene su posición gracias a la zapata, compuesta por puntera y talón. El peso de las tierras sobre el talón de la zapata y el peso propio del muro garantizan la estabilidad de la estructura.

Se define un catálogo de muros que cubre las distintas necesidades en función de la altura de las tierras a retener, así como del ángulo del talud. Estos muros cuentan con distintas dimensiones y armaduras, con el objetivo de solventar los distintos escenarios que se dan a lo largo del vial.

2.1 ELEMENTOS DE DRENAJE

Se asegura la impermeabilización y drenaje en el trasdós de los muros mediante la disposición de pintura asfáltica, manta drenante y tubo dren. El objetivo es evitar acumulación de agua que pueda resultar en un aumento del empuje en el trasdós del muro, 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 los muros.

2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

Los muros ménsula se ejecutan siguiendo el proceso constructivo tradicional. Tras el replanteo, es necesario realizar la excavación de tal forma 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 de los muros 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 el paramento vertical. Finalmente se disponen la pintura asfáltica, la manta dren y el tubo drenante en el trasdós del muro, y una vez que el hormigón ha alcanzado resistencia suficiente, se rellena el trasdós y se compacta adecuadamente. Se evita llegar al paramento del muro con maquinaria pesada. Para ello, se utilizan medios ligeros como la bandeja vibrante.

2.3 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

El dimensionamiento de los muros se realiza de la siguiente forma:

- Los muros con una altura de fuste hasta 6,00 metros se verifican considerando dos posibles disposiciones de terreno en el trasdós, que se corresponden con los casos límite que se pueden dar para estos tipos de muro: terreno horizontal y terreno con talud infinito de pendiente 3H:2V.
- Los muros con una altura de fuste entre 6,00 y 8,75 metros se verifican considerando dos posibles disposiciones de terreno en el trasdós, que se corresponden con los casos límite que se pueden dar para estos tipos de muro: terreno horizontal y terreno con talud de pendiente 2H:3V y con banquetta de altura 2.05m.
- Se considera una sobrecarga de uso uniforme que actúa sobre el terreno del trasdós. La sobrecarga considerada es de 10kN/m² para aquellos casos en que el terreno es horizontal, y 5 kN/m² en los que el terreno cuenta con talud inclinado de pendiente 3H:2V.

- A pesar de que los muros cuentan con una altura mínima de relleno en el intradós de 0,20 metros y que es favorable en las verificaciones, únicamente se considera este relleno en el cálculo del muro Tipo-5 con talud infinito en el trasdós.

2.4 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS – MUROS CONVENCIONALES

A continuación, se procede a mostrar el cálculo estructural de cada una de las secciones de muro necesarias para el proyecto.

2.4.1 Muro Tipo-1A – Terreno Horizontal

ÍNDICE	
1.- NORMA Y MATERIALES	2
2.- ACCIONES	2
3.- DATOS GENERALES	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5.- GEOMETRÍA	2
6.- ESQUEMA DE LAS FASES	3
7.- CARGAS	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES	3
9.- COMBINACIONES	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	8



Selección de listados

TIPO-1A

Fecha: 28/01/20

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-25, $\gamma_c=1.5$
Acero de barras: B 500 S, $\gamma_s=1.15$
Tipo de ambiente: Clase IIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje
Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 1.00 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
Evacuación por drenaje: 100 %
Tensión admisible: 0.180 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.33

5.- GEOMETRÍA

MURO

Altura: 2.00 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 50.0 cm

Página 2



Selección de listados

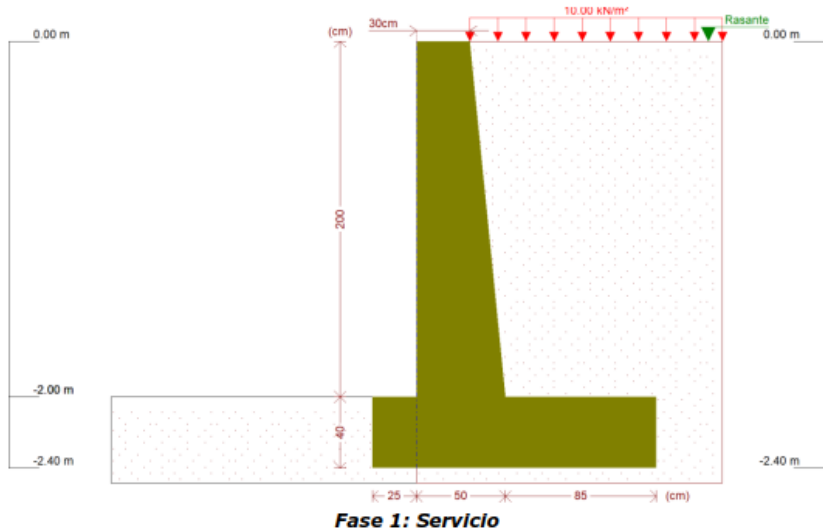
TIPO-1A

Fecha: 28/01/20

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 40 cm
Vuelos intradós / trasdós: 25.0 / 85.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 10 kN/m²	Servicio	Servicio

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: SERVICIO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.19	1.44	0.00	0.01	0.00	0.00
-0.39	3.06	0.00	0.03	0.00	0.00
-0.59	4.77	0.00	0.07	0.00	0.00
-0.79	6.58	0.00	0.13	0.00	0.00
-0.99	8.49	0.00	0.20	0.00	0.00

Página 3



TIPO-1A

Selección de listados

Fecha: 28/01/20

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
-1.19	10.49	0.00	0.30	0.00	0.00
-1.39	12.60	0.00	0.41	0.00	0.00
-1.59	14.80	0.00	0.55	0.00	0.00
-1.79	17.10	0.00	0.71	0.00	0.00
-1.99	19.50	0.00	0.89	0.00	0.00
Máximos	19.62	0.00	0.90	0.00	0.00
	Cota: -2.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: -2.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.19	1.44	0.00	0.01	0.00	0.00
-0.39	3.06	0.00	0.03	0.00	0.00
-0.59	4.77	0.00	0.07	0.00	0.00
-0.79	6.58	0.00	0.13	0.00	0.00
-0.99	8.49	0.00	0.20	0.00	0.00
-1.19	10.49	0.00	0.30	0.00	0.00
-1.39	12.60	0.00	0.41	0.00	0.00
-1.59	14.80	0.00	0.55	0.00	0.00
-1.79	17.10	0.00	0.71	0.00	0.00
-1.99	19.50	0.00	0.89	0.00	0.00
Máximos	19.62	0.00	0.90	0.00	0.00
	Cota: -2.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: -2.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

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



TIPO-1A

Selección de listados

Fecha: 28/01/20

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 3Ø12				
Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/20 Solape: 0.6 m	Ø16c/15	Ø16c/20 Solape: 0.85 m	Ø12c/15
ZAPATA				
Armadura	Longitudinal	Transversal		
Superior	Ø12c/25	Ø12c/20 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm		
Inferior	Ø12c/25	Ø12c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm		
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: TIPO-1A		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 662.2 kN/m Calculado: 0 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós:	Calculado: 13.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (-2.00 m):	Calculado: 0.0015	Cumple
- Intradós (-2.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>		



TIPO-1A

Selección de listados

Fecha: 28/01/20

Referencia: Muro: TIPO-1A		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós:	Mínimo: 0.0004 Calculado: 0.0015	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00015 Calculado: 0.00268	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada:		
- Trasdós (-2.00 m): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada:		
- Trasdós (-2.00 m): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida:		
- Intradós (-2.00 m): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00078	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida:		
- Intradós (-2.00 m): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 0 Calculado: 0.00078	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales:		
<i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta:		
<i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación de fisuración:		
<i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes:		
<i>Norma EHE-08. Artículo 69.5.2</i>		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.85 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.25 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación:		
<i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Calculado: 20 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación:		
<i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 3.3 cm ²	Cumple

Página 6



TIPO-1A

Selección de listados

Fecha: 28/01/20

Referencia: Muro: TIPO-1A		
Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -2.00 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -2.00 m		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -0.00 m, Md: 0.00 kN-m/m, Nd: 0.00 kN/m, Vd: 0.00 kN/m, Tensión máxima del acero: 0.000 MPa		
Referencia: Zapata corrida: TIPO-1A		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad:		
<i>Valor introducido por el usuario.</i>	Calculado: 1000	
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata:	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
<i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.1</i>		
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 0.18 MPa Calculado: 0.0486 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0.225 MPa Calculado: 0.07 MPa	Cumple
Flexión en zapata:		
<i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>	Calculado: 5.65 cm ² /m	
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0.08 cm ² /m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 0.11 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante:		
<i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 203.5 kN/m	
- Trasdós:	Calculado: 2.5 kN/m	Cumple
- Intradós:	Calculado: 0 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Norma EHE-08. Artículo 69.5</i>		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 27 cm Calculado: 32.6 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 17 cm Calculado: 32.6 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Página 7



TIPO-1A

Selección de listados

Fecha: 28/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-1A		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.</i>	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00141	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00035 Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura transversal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 4e-005 Calculado: 0.00141	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 1.27 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 1.61 kN·m/m		



TIPO-1A

Selección de listados

Fecha: 28/01/20

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): TIPO-1A		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Servicio: Coordenadas del centro del círculo (-0.50 m ; 0.79 m) - Radio: 3.69 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.587	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.4.2 Muro Tipo-1 – Terreno Con Talud Infinito

ÍNDICE	
1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5.- GEOMETRÍA.....	2
6.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	3
7.- CARGAS.....	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	3
9.- COMBINACIONES.....	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO.....	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	8



Selección de listados

TIPO-1

Fecha: 28/01/20

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$
Acero de barras: B 500 S, $Y_s=1.15$
Tipo de ambiente: Clase IIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje
Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 1.00 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Ángulo talud: 34 grados
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
Evacuación por drenaje: 100 %
Tensión admisible: 0.180 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.33

5.- GEOMETRÍA

MURO

Altura: 2.00 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 50.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Página 2



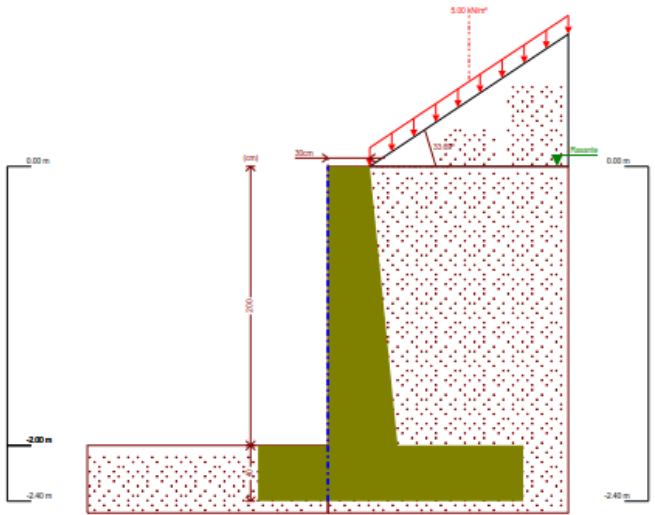
Selección de listados

TIPO-1

Fecha: 28/01/20

Con puntera y talón
Canto: 40 cm
Vuelos intradós / trasdós: 50.0 / 90.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 5 kN/m ²	Servicio	Servicio

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: SERVICIO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.19	1.44	0.00	0.01	0.00	0.00
-0.39	3.06	0.00	0.03	0.00	0.00
-0.59	4.77	0.00	0.07	0.00	0.00
-0.79	6.58	0.00	0.13	0.00	0.00
-0.99	8.49	0.04	0.20	1.23	0.00
-1.19	10.56	0.65	0.34	4.88	0.00
-1.39	12.80	1.99	0.68	8.52	0.00

Página 3



Selección de listados

TIPO-1

Fecha: 28/01/20

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
-1.59	15.20	4.06	1.37	12.17	0.00
-1.79	17.78	6.86	2.55	15.81	0.00
-1.99	20.54	10.39	4.37	19.46	0.00
Máximos	20.68	10.58	4.47	19.64	0.00
	Cota: -2.00 m	Cota: -2.00 m	Cota: -2.00 m	Cota: -2.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.19	1.44	0.00	0.01	0.00	0.00
-0.39	3.06	0.00	0.03	0.00	0.00
-0.59	4.77	0.00	0.07	0.00	0.00
-0.79	6.58	0.00	0.13	0.00	0.00
-0.99	8.49	0.00	0.20	0.00	0.00
-1.19	10.49	0.00	0.30	0.00	0.00
-1.39	12.63	0.31	0.43	3.39	0.00
-1.59	14.93	1.36	0.70	7.03	0.00
-1.79	17.41	3.13	1.25	10.68	0.00
-1.99	20.06	5.63	2.24	14.33	0.00
Máximos	20.20	5.77	2.30	14.51	0.00
	Cota: -2.00 m	Cota: -2.00 m	Cota: -2.00 m	Cota: -2.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

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



Selección de listados

TIPO-1

Fecha: 28/01/20

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 3Ø12				
Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/20 Solape: 0.6 m	Ø16c/15	Ø16c/20 Solape: 0.85 m	Ø12c/15
ZAPATA				
Armadura		Longitudinal	Transversal	
Superior		Ø12c/25	Ø12c/20 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm	
Inferior		Ø12c/25	Ø12c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: TIPO-1		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 662.2 kN/m Calculado: 15.8 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm Calculado: 13.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.00268	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.0004 Calculado: 0.0015 Mínimo: 0.00015 Calculado: 0.00268	Cumple Cumple



Selección de listados

TIPO-1

Fecha: 28/01/20

Referencia: Muro: TIPO-1		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-2.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-2.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-2.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00078	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (-2.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 0 Calculado: 0.00078	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.4.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 16.8 cm Calculado: 18 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.1</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08, Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 231 kN/m Calculado: 6 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08, Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.5.2</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.85 m Mínimo: 0.25 m Calculado: 0.6 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i> - Trasdós: - Intradós:	Calculado: 20 cm Mínimo: 19 cm Mínimo: 0 cm	Cumple Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 3.3 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -2.00 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -2.00 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -2.00 m, Md: 6.26 kN·m/m, Nd: 21.21 kN/m, Vd: 15.88 kN/m, Tensión máxima del acero: 5.489 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -1.59 m		
Referencia: Zapata corrida: TIPO-1		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 17.49	Cumple

Página 6



Selección de listados

TIPO-1

Fecha: 28/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-1		
Comprobación	Valores	Estado
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 4.12	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE-08, Artículo 58.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Tensión media: - Tensión máxima:	Máximo: 0.18 MPa Calculado: 0.0668 MPa Máximo: 0.225 MPa Calculado: 0.124 MPa	Cumple Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i> - Armado superior trasdós: - Armado inferior trasdós: - Armado superior intradós: - Armado inferior intradós:	Calculado: 5.65 cm ² /m Mínimo: 0.49 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Mínimo: 0.29 cm ² /m	Cumple Cumple Cumple Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma EHE-08, Artículo 44.2.3.2.1</i> - Trasdós: - Intradós:	Máximo: 203.5 kN/m Calculado: 5.8 kN/m Calculado: 2.9 kN/m	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.5</i> - Arranque trasdós: - Arranque intradós: - Armado inferior trasdós (Patilla): - Armado inferior intradós (Patilla): - Armado superior trasdós (Patilla): - Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 16 cm Calculado: 32.6 cm Mínimo: 17 cm Calculado: 32.6 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 9 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 9 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma EHE-08, Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE-08, Artículo 58.8.2.</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal superior:	Mínimo: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.1</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Página 7



Selección de listados

TIPO-1

Fecha: 28/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-1		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armadura transversal inferior:	Mínimo: 10 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>		
- Armadura longitudinal inferior:	Mínimo: 0.0009	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00141	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior:	Mínimo: 0.00035	Cumple
<i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Mínimo: 0.00035	Cumple
<i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Mínimo: 0.00011	Cumple
<i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.00018	Cumple
<i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Calculado: 0.00141	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 7.15 kN·m/m - Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 4.29 kN·m/m		

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): TIPO-1		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Servicio: Coordenadas del centro del círculo (0.19 m ; 5.32 m) - Radio: 7.82 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
	Mínimo: 1.5	Cumple
	Calculado: 2.191	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.4.3 Muro Tipo-2A – Terreno Horizontal

ÍNDICE	
1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5.- GEOMETRÍA.....	2
6.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	3
7.- CARGAS.....	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	3
9.- COMBINACIONES.....	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO.....	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	8



Selección de listados

TIPO-2A

Fecha: 28/01/20

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$
Acero de barras: B 500 S, $Y_s=1.15$
Tipo de ambiente: Clase IIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje
Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 1.00 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
Evacuación por drenaje: 100 %
Tensión admisible: 0.180 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.33

5.- GEOMETRÍA

MURO

Altura: 3.00 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 60.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Página 2



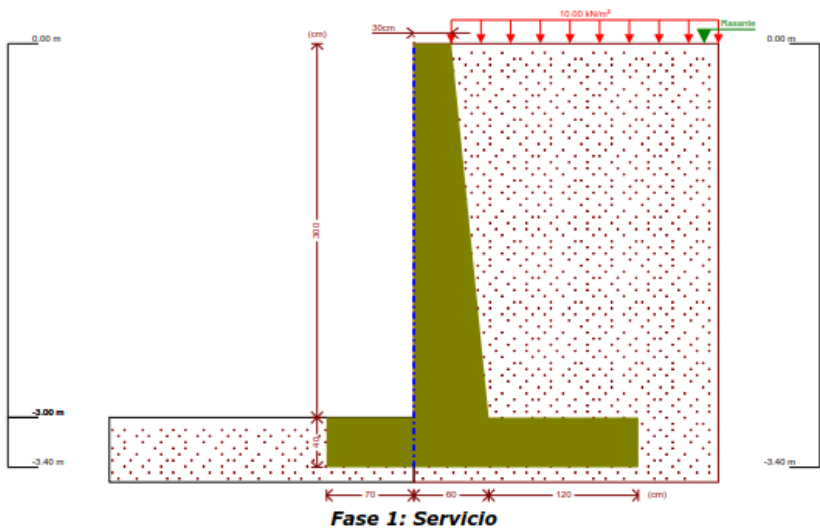
Selección de listados

TIPO-2A

Fecha: 28/01/20

Con puntera y talón
Canto: 40 cm
Vuelos intradós / trasdós: 70.0 / 120.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 10 kN/m ²	Servicio	Servicio

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: SERVICIO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.29	2.24	0.00	0.02	0.00	0.00
-0.59	4.77	0.00	0.07	0.00	0.00
-0.89	7.52	0.00	0.16	0.00	0.00
-1.19	10.49	0.00	0.30	0.00	0.00
-1.49	13.69	0.00	0.48	0.00	0.00
-1.79	17.10	0.00	0.71	0.00	0.00
-2.09	20.73	0.00	1.00	0.00	0.00
-2.39	24.59	0.00	1.34	0.00	0.00

Página 3



Selección de listados

TIPO-2A

Fecha: 28/01/20

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
-2.69	28.69	0.21	1.75	1.77	0.00
-2.99	33.07	1.07	2.36	4.00	0.00
Máximos	33.22	1.11	2.38	4.07	0.00
	Cota: -3.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.29	2.24	0.00	0.02	0.00	0.00
-0.59	4.77	0.00	0.07	0.00	0.00
-0.89	7.52	0.00	0.16	0.00	0.00
-1.19	10.49	0.00	0.30	0.00	0.00
-1.49	13.69	0.00	0.48	0.00	0.00
-1.79	17.10	0.00	0.71	0.00	0.00
-2.09	20.73	0.00	1.00	0.00	0.00
-2.39	24.59	0.00	1.34	0.00	0.00
-2.69	28.66	0.00	1.74	0.00	0.00
-2.99	32.96	0.01	2.20	0.28	0.00
Máximos	33.11	0.01	2.21	0.35	0.00
	Cota: -3.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

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



Selección de listados

TIPO-2A

Fecha: 28/01/20

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 3Ø12				
Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/20 Solape: 0.6 m	Ø16c/15	Ø16c/20 Solape: 0.85 m	Ø12c/15
ZAPATA				
Armadura		Longitudinal	Transversal	
Superior		Ø12c/25	Ø12c/20 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm	
Inferior		Ø12c/25	Ø12c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: TIPO-2A		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 726 kN/m Calculado: 1.6 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm Calculado: 13.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.00268	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00033 Calculado: 0.00125 Mínimo: 0.00013 Calculado: 0.00223	Cumple Cumple



Selección de listados

TIPO-2A

Fecha: 28/01/20

Referencia: Muro: TIPO-2A		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-3.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00167	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-3.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00167	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-3.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00065	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (-3.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 0 Calculado: 0.00065	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.4.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 16.8 cm Calculado: 18 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.1</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08, Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 266.6 kN/m Calculado: 0 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08, Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.5.2</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.85 m Mínimo: 0.25 m Calculado: 0.6 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i> - Trasdós: - Intradós:	Calculado: 20 cm Mínimo: 19 cm Mínimo: 0 cm	Cumple Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 3.3 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -3.00 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -3.00 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -0.00 m, Md: 0.00 kN·m/m, Nd: 0.00 kN/m, Vd: 0.00 kN/m, Tensión máxima del acero: 0.000 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -2.50 m		
Referencia: Zapata corrida: TIPO-2A		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 238.73	Cumple

Página 6



Selección de listados

TIPO-2A

Fecha: 28/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-2A		
Comprobación	Valores	Estado
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 30.66	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE-08, Artículo 58.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Tensión media: - Tensión máxima:	Máximo: 0.18 MPa Calculado: 0.0566 MPa Máximo: 0.225 MPa Calculado: 0.0981 MPa	Cumple Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i> - Armado superior trasdós: - Armado inferior trasdós: - Armado superior intradós: - Armado inferior intradós:	Calculado: 5.65 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Mínimo: 0.41 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Mínimo: 0.47 cm ² /m	Cumple Cumple Cumple Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma EHE-08, Artículo 44.2.3.2.1</i> - Trasdós: - Intradós:	Máximo: 203.5 kN/m Calculado: 6.2 kN/m Calculado: 6.9 kN/m	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.5</i> - Arranque trasdós: - Arranque intradós: - Armado inferior trasdós (Patilla): - Armado inferior intradós (Patilla): - Armado superior trasdós (Patilla): - Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 27 cm Calculado: 32.6 cm Mínimo: 17 cm Calculado: 32.6 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma EHE-08, Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE-08, Artículo 58.8.2.</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal superior:	Mínimo: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.1</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Página 7



Selección de listados

TIPO-2A

Fecha: 28/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-2A		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armadura transversal inferior:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>		
- Armadura longitudinal inferior:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00141	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00035 Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura transversal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00141	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 6.01 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 6.85 kN·m/m		

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): TIPO-2A		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo:		
- Servicio: Coordenadas del centro del círculo (-0.75 m ; 1.84 m) - Radio: 5.84 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.973	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.4.4 Muro Tipo-2 – Terreno Con Talud Infinito

ÍNDICE	
1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5.- GEOMETRÍA.....	2
6.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	3
7.- CARGAS.....	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	3
9.- COMBINACIONES.....	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO.....	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	8



TIPO-2

Selección de listados

Fecha: 28/01/20

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$
Acero de barras: B 500 S, $Y_s=1.15$
Tipo de ambiente: Clase IIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje
Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 1.00 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Ángulo talud: 34 grados
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
Evacuación por drenaje: 100 %
Tensión admisible: 0.180 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.33

5.- GEOMETRÍA

MURO

Altura: 3.00 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 60.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Página 2



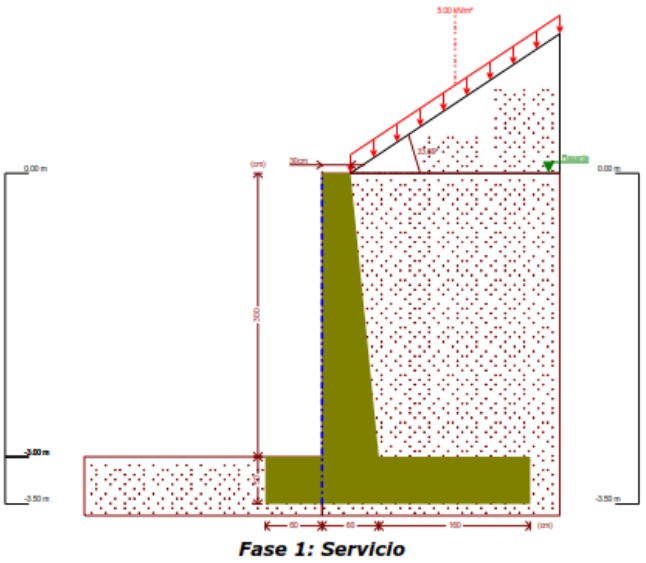
TIPO-2

Selección de listados

Fecha: 28/01/20

Con puntera y talón
Canto: 50 cm
Vuelos intradós / trasdós: 60.0 / 160.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 5 kN/m ²	Servicio	Servicio

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: SERVICIO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.29	2.24	0.00	0.02	0.00	0.00
-0.59	4.77	0.00	0.07	0.00	0.00
-0.89	7.52	0.00	0.16	0.00	0.00
-1.19	10.56	0.65	0.34	4.88	0.00
-1.49	13.98	2.94	0.97	10.35	0.00
-1.79	17.79	6.86	2.55	15.81	0.00
-2.09	21.98	12.43	5.56	21.28	0.00

Página 3



Selección de listados

TIPO-2

Fecha: 28/01/20

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
-2.39	26.55	19.63	10.51	26.75	0.00
-2.69	31.51	28.48	17.87	32.22	0.00
-2.99	36.86	38.96	28.15	37.69	0.00
Máximos	37.04	39.34	28.54	37.87	0.00
	Cota: -3.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.29	2.24	0.00	0.02	0.00	0.00
-0.59	4.77	0.00	0.07	0.00	0.00
-0.89	7.52	0.00	0.16	0.00	0.00
-1.19	10.49	0.00	0.30	0.00	0.00
-1.49	13.76	0.74	0.53	5.21	0.00
-1.79	17.41	3.13	1.25	10.68	0.00
-2.09	21.45	7.15	2.95	16.15	0.00
-2.39	25.87	12.82	6.11	21.62	0.00
-2.69	30.68	20.12	11.23	27.09	0.00
-2.99	35.87	29.07	18.81	32.55	0.00
Máximos	36.05	29.40	19.10	32.74	0.00
	Cota: -3.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

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



Selección de listados

TIPO-2

Fecha: 28/01/20

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 3Ø12				
Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/15 Solape: 0.6 m	Ø16c/15	Ø16c/15 Solape: 0.85 m	Ø12c/15
ZAPATA				
Armadura		Longitudinal	Transversal	
Superior		Ø12c/20	Ø12c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm	
Inferior		Ø12c/20	Ø12c/15 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: TIPO-2		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 861.2 kN/m Calculado: 59 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm Calculado: 13.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.00268	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00044 Calculado: 0.00125 Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00223	Cumple Cumple



Selección de listados

TIPO-2

Fecha: 28/01/20

Referencia: Muro: TIPO-2		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-3.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00223	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-3.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00223	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-3.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00087	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (-3.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 0 Calculado: 0.00087	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.4.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 11.8 cm Calculado: 13 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.1</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08, Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 267 kN/m Calculado: 33.7 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08, Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.5.2</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.8 m Calculado: 0.85 m Mínimo: 0.25 m Calculado: 0.6 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i> - Trasdós: - Intradós:	Calculado: 20 cm Mínimo: 19 cm Mínimo: 0 cm	Cumple Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 3.3 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -3.00 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -3.00 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -3.00 m, Md: 41.71 kN·m/m, Nd: 39.01 kN/m, Vd: 59.01 kN/m, Tensión máxima del acero: 44.569 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -2.50 m		
Referencia: Zapata corrida: TIPO-2		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 11.03	Cumple

Página 6



Selección de listados

TIPO-2

Fecha: 28/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-2		
Comprobación	Valores	Estado
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.15	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE-08, Artículo 58.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Tensión media: - Tensión máxima:	Máximo: 0.18 MPa Calculado: 0.1092 MPa Máximo: 0.225 MPa Calculado: 0.1746 MPa	Cumple Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i> - Armado superior trasdós: - Armado inferior trasdós: - Armado superior intradós: - Armado inferior intradós:	Calculado: 7.54 cm ² /m Mínimo: 2.17 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Mínimo: 0.95 cm ² /m	Cumple Cumple Cumple Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma EHE-08, Artículo 44.2.3.2.1</i> - Trasdós: - Intradós:	Máximo: 242 kN/m Calculado: 33.3 kN/m Calculado: 9.7 kN/m	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.5</i> - Arranque trasdós: - Arranque intradós: - Armado inferior trasdós (Patilla): - Armado inferior intradós (Patilla): - Armado superior trasdós (Patilla): - Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 16 cm Calculado: 42.6 cm Mínimo: 17 cm Calculado: 42.6 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 9 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 9 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma EHE-08, Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE-08, Artículo 58.8.2.</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal superior:	Mínimo: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.1</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Página 7



Selección de listados

TIPO-2

Fecha: 28/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-2		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0015	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00037 Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura longitudinal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00037 Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura transversal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armadura transversal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00058 Calculado: 0.0015	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 40.32 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 17.82 kN·m/m		

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): TIPO-2		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Servicio: Coordenadas del centro del círculo (0.21 m ; 7.88 m) - Radio: 11.88 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.903	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.4.5 Muro Tipo-3A – Terreno Horizontal

ÍNDICE	
1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5.- GEOMETRÍA.....	2
6.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	3
7.- CARGAS.....	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	3
9.- COMBINACIONES.....	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO.....	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	8



Selección de listados

TIPO-3A

Fecha: 29/01/20

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$
Acero de barras: B 500 S, $Y_s=1.15$
Tipo de ambiente: Clase IIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje
Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 1.00 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
Evacuación por drenaje: 100 %
Tensión admisible: 0.180 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.33

5.- GEOMETRÍA

MURO

Altura: 4.00 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 70.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Página 2



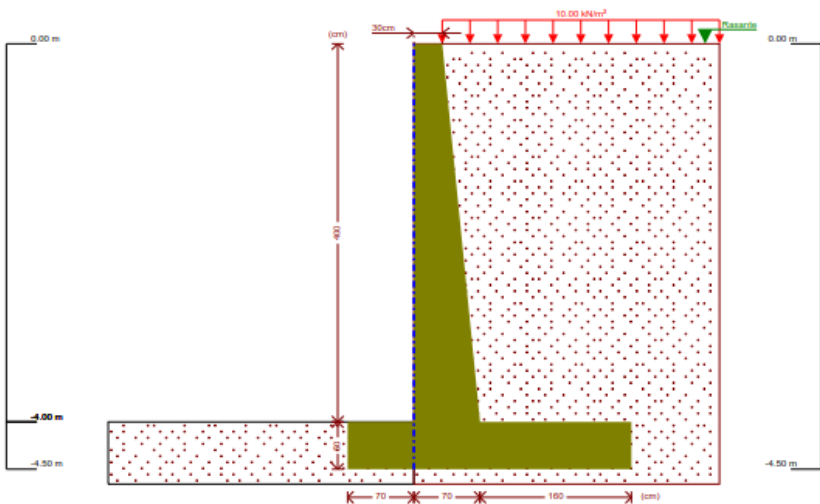
Selección de listados

TIPO-3A

Fecha: 29/01/20

Con puntera y talón
Canto: 50 cm
Vuelos intradós / trasdós: 70.0 / 160.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 10 kN/m ²	Servicio	Servicio

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: SERVICIO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN-m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.39	3.06	0.00	0.03	0.00	0.00
-0.79	6.58	0.00	0.13	0.00	0.00
-1.19	10.49	0.00	0.30	0.00	0.00
-1.59	14.80	0.00	0.55	0.00	0.00
-1.99	19.50	0.00	0.89	0.00	0.00
-2.39	24.59	0.00	1.34	0.00	0.00
-2.79	30.12	0.42	1.92	2.51	0.00
-3.19	36.15	2.02	2.98	5.48	0.00

Página 3



Selección de listados

TIPO-3A

Fecha: 29/01/20

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
-3.59	42.70	4.81	5.01	8.46	0.00
-3.99	49.76	8.79	8.48	11.43	0.00
Máximos	49.94	8.90	8.58	11.50	0.00
	Cota: -4.00 m	Cota: -4.00 m	Cota: -4.00 m	Cota: -4.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.39	3.06	0.00	0.03	0.00	0.00
-0.79	6.58	0.00	0.13	0.00	0.00
-1.19	10.49	0.00	0.30	0.00	0.00
-1.59	14.80	0.00	0.55	0.00	0.00
-1.99	19.50	0.00	0.89	0.00	0.00
-2.39	24.59	0.00	1.34	0.00	0.00
-2.79	30.07	0.00	1.88	0.00	0.00
-3.19	35.97	0.21	2.55	1.77	0.00
-3.59	42.37	1.51	3.60	4.74	0.00
-3.99	49.28	4.00	5.50	7.71	0.00
Máximos	49.46	4.08	5.55	7.79	0.00
	Cota: -4.00 m	Cota: -4.00 m	Cota: -4.00 m	Cota: -4.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

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



Selección de listados

TIPO-3A

Fecha: 29/01/20

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN

Armadura superior: 3Ø12

Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm

TRAMOS

Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/15 Solape: 0.6 m	Ø16c/15	Ø16c/15 Solape: 0.85 m	Ø12c/15

ZAPATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø12c/20	Ø12c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm
Inferior	Ø12c/20	Ø12c/15 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm

Longitud de pata en arranque: 30 cm

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: TIPO-3A		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 924.7 kN/m Calculado: 13.3 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A., Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm Calculado: 13.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.00268	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera, "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00038 Calculado: 0.00107 Mínimo: 0.00014 Calculado: 0.00191	Cumple Cumple



Selección de listados

TIPO-3A

Fecha: 29/01/20

Referencia: Muro: TIPO-3A		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00191	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00191	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-4.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00074	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (-4.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00074	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.4.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 11.8 cm Calculado: 13 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.1</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08, Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 301.5 kN/m Calculado: 5 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08, Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.5.2</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.8 m Calculado: 0.85 m Mínimo: 0.25 m Calculado: 0.6 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i> - Trasdós: - Intradós:	Calculado: 20 cm Mínimo: 19 cm Mínimo: 0 cm	Cumple Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 3.3 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -4.00 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -4.00 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -4.00 m, Md: 10.74 kN·m/m, Nd: 50.39 kN/m, Vd: 13.35 kN/m, Tensión máxima del acero: 1.082 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -3.40 m		
Referencia: Zapata corrida: TIPO-3A		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 40.66	Cumple

Página 6



Selección de listados

TIPO-3A

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-3A		
Comprobación	Valores	Estado
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 9.31	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE-08, Artículo 58.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Tensión media: - Tensión máxima:	Máximo: 0.18 MPa Calculado: 0.0769 MPa Máximo: 0.225 MPa Calculado: 0.1195 MPa	Cumple Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i> - Armado superior trasdós: - Armado inferior trasdós: - Armado superior intradós: - Armado inferior intradós:	Calculado: 7.54 cm ² /m Mínimo: 0.07 cm ² /m Mínimo: 0.42 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Mínimo: 0.72 cm ² /m	Cumple Cumple Cumple Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma EHE-08, Artículo 44.2.3.2.1</i> - Trasdós: - Intradós:	Máximo: 242 kN/m Calculado: 6 kN/m Calculado: 9.5 kN/m	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.5</i> - Arranque trasdós: - Arranque intradós: - Armado inferior trasdós (Patilla): - Armado inferior intradós (Patilla): - Armado superior trasdós (Patilla): - Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 27 cm Calculado: 42.6 cm Mínimo: 17 cm Calculado: 42.6 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma EHE-08, Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE-08, Artículo 58.8.2.</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal superior:	Mínimo: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.1</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Página 7



TIPO-3A

Selección de listados

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-3A		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0015	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00037 Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura longitudinal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00037 Calculado: 0.00113	Cumple
- Armadura transversal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00021 Calculado: 0.0015	Cumple
- Armadura transversal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 2e-005 Calculado: 0.0015	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 7.91 kN·m/m - Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 13.52 kN·m/m		

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): TIPO-3A		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Servicio: Coordenadas del centro del círculo (0.07 m ; 0.25 m) - Radio: 5.25 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.655	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.4.6 Muro Tipo-3 – Terreno Con Talud Infinito

ÍNDICE	
1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5.- GEOMETRÍA.....	2
6.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	3
7.- CARGAS.....	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	3
9.- COMBINACIONES.....	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO.....	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	8



TIPO-3

Selección de listados

Fecha: 29/01/20

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$
Acero de barras: B 500 S, $Y_s=1.15$
Tipo de ambiente: Clase IIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje
Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 1.00 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Ángulo talud: 34 grados
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
Evacuación por drenaje: 100 %
Tensión admisible: 0.180 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.33

5.- GEOMETRÍA

MURO

Altura: 4.00 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 70.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Página 2



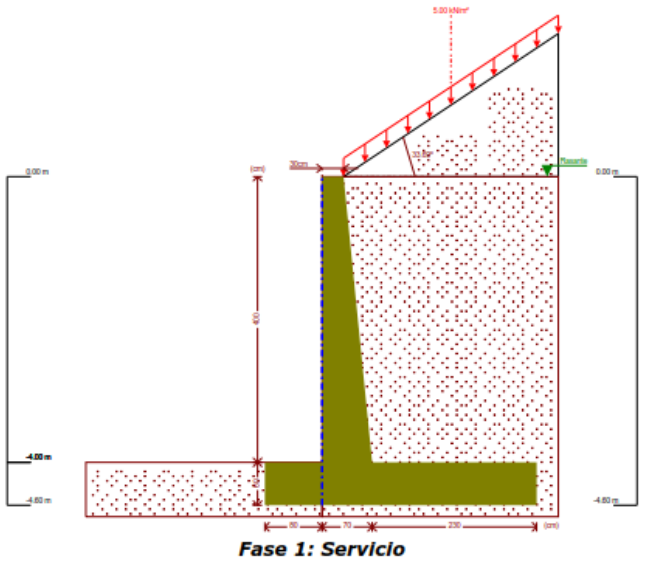
TIPO-3

Selección de listados

Fecha: 29/01/20

Con puntera y talón
Canto: 60 cm
Vuelos intradós / trasdós: 80.0 / 230.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 5 kN/m ²	Servicio	Servicio

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: SERVICIO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.39	3.06	0.00	0.03	0.00	0.00
-0.79	6.58	0.00	0.13	0.00	0.00
-1.19	10.56	0.65	0.34	4.88	0.00
-1.59	15.20	4.06	1.37	12.17	0.00
-1.99	20.54	10.39	4.37	19.46	0.00
-2.39	26.55	19.63	10.51	26.75	0.00
-2.79	33.25	31.79	20.95	34.04	0.00

Página 3



Selección de listados

TIPO-3

Fecha: 29/01/20

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
-3.19	40.64	46.86	36.87	41.33	0.00
-3.59	48.70	64.86	59.44	48.63	0.00
-3.99	57.45	85.77	89.82	55.92	0.00
Máximos	57.68	86.33	90.67	56.10	0.00
	Cota: -4.00 m	Cota: -4.00 m	Cota: -4.00 m	Cota: -4.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.39	3.06	0.00	0.03	0.00	0.00
-0.79	6.58	0.00	0.13	0.00	0.00
-1.19	10.49	0.00	0.30	0.00	0.00
-1.59	14.93	1.36	0.70	7.03	0.00
-1.99	20.06	5.63	2.24	14.33	0.00
-2.39	25.87	12.82	6.11	21.62	0.00
-2.79	32.36	22.92	13.46	28.91	0.00
-3.19	39.54	35.94	25.47	36.20	0.00
-3.59	47.41	51.88	43.29	43.49	0.00
-3.99	55.95	70.74	68.12	50.78	0.00
Máximos	56.17	71.25	68.82	50.96	0.00
	Cota: -4.00 m	Cota: -4.00 m	Cota: -4.00 m	Cota: -4.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

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

Página 4



Selección de listados

TIPO-3

Fecha: 29/01/20

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 3Ø12				
Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/15 Solape: 0.6 m	Ø16c/15	Ø16c/15 Solape: 0.85 m	Ø12c/15
ZAPATA				
Armadura		Longitudinal	Transversal	
Superior		Ø16c/20	Ø16c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm	
Inferior		Ø16c/20	Ø16c/15 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: TIPO-3		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 924.7 kN/m Calculado: 129.4 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm Calculado: 13.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.00268	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00038 Calculado: 0.00107 Mínimo: 0.00014 Calculado: 0.00191	Cumple Cumple

Página 5



Selección de listados

TIPO-3

Fecha: 29/01/20

Referencia: Muro: TIPO-3		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00191	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00191	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-4.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00074	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (-4.00 m): <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00074	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.4.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 11.8 cm Calculado: 13 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.1</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08, Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 302.6 kN/m Calculado: 83.9 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08, Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.5.2</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.8 m Calculado: 0.85 m Mínimo: 0.25 m Calculado: 0.6 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i> - Trasdós: - Intradós:	Calculado: 20 cm Mínimo: 19 cm Mínimo: 0 cm	Cumple Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 3.3 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -4.00 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -4.00 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -4.00 m, Md: 133.89 kN·m/m, Nd: 62.00 kN/m, Vd: 129.49 kN/m, Tensión máxima del acero: 134.785 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -3.40 m		
Referencia: Zapata corrida: TIPO-3		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 9.32	Cumple

Página 6



Selección de listados

TIPO-3

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-3		
Comprobación	Valores	Estado
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.81	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE-08, Artículo 58.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Tensión media: - Tensión máxima:	Máximo: 0.18 MPa Calculado: 0.1482 MPa Máximo: 0.225 MPa Calculado: 0.2213 MPa	Cumple Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i> - Armado superior trasdós: - Armado inferior trasdós: - Armado superior intradós: - Armado inferior intradós:	Calculado: 13.4 cm ² /m Mínimo: 5.49 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Mínimo: 2.17 cm ² /m	Cumple Cumple Cumple Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma EHE-08, Artículo 44.2.3.2.1</i> - Trasdós: - Intradós:	Máximo: 279 kN/m Calculado: 82.5 kN/m Calculado: 28.1 kN/m	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.5</i> - Arranque trasdós: - Arranque intradós: - Armado inferior trasdós (Patilla): - Armado inferior intradós (Patilla): - Armado superior trasdós (Patilla): - Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 16 cm Calculado: 51.8 cm Mínimo: 17 cm Calculado: 51.8 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma EHE-08, Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE-08, Artículo 58.8.2.</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal superior:	Mínimo: Ø12 Calculado: Ø16 Calculado: Ø16 Calculado: Ø16 Calculado: Ø16	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.1</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Página 7



Selección de listados

TIPO-3

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-3		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00167	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00167	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00223	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00223	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00055 Calculado: 0.00167	Cumple
- Armadura longitudinal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00055 Calculado: 0.00167	Cumple
- Armadura transversal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.0005 Calculado: 0.00223	Cumple
- Armadura transversal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00109 Calculado: 0.00223	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 124.85 kN·m/m - Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 49.85 kN·m/m		

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): TIPO-3		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Servicio: Coordenadas del centro del círculo (-0.47 m ; 10.44 m) - Radio: 15.44 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.689	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.4.7 Muro Tipo-4 – Terreno Horizontal

ÍNDICE	
1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5.- GEOMETRÍA.....	2
6.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	3
7.- CARGAS.....	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	3
9.- COMBINACIONES.....	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO.....	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	8



Selección de listados

TIPO-4A

Fecha: 29/01/20

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$
Acero de barras: B 500 S, $Y_s=1.15$
Tipo de ambiente: Clase IIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje
Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 1.00 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
Evacuación por drenaje: 100 %
Tensión admisible: 0.180 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.33

5.- GEOMETRÍA

MURO

Altura: 5.00 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 80.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Página 2



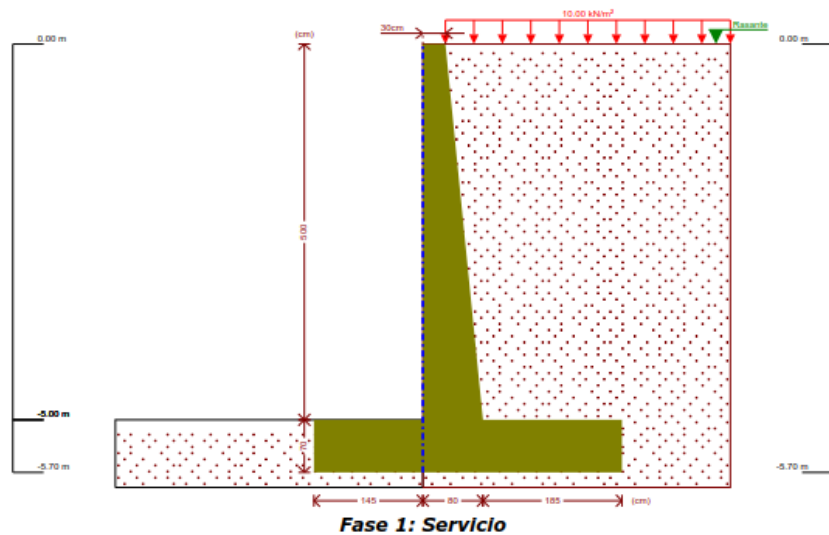
Selección de listados

TIPO-4A

Fecha: 29/01/20

Con puntera y talón
Canto: 70 cm
Vuelos intradós / trasdós: 145.0 / 185.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 10 kN/m ²	Servicio	Servicio

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: SERVICIO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.49	3.90	0.00	0.05	0.00	0.00
-0.99	8.49	0.00	0.20	0.00	0.00
-1.49	13.69	0.00	0.48	0.00	0.00
-1.99	19.50	0.00	0.89	0.00	0.00
-2.49	25.92	0.01	1.46	0.28	0.00
-2.99	33.07	1.07	2.36	4.00	0.00
-3.49	41.01	4.00	4.39	7.71	0.00
-3.99	49.76	8.79	8.48	11.43	0.00

Página 3



Selección de listados

TIPO-4A

Fecha: 29/01/20

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
-4.49	59.30	15.43	15.58	15.15	0.00
-4.99	69.64	23.93	26.63	18.86	0.00
Máximos	69.86	24.12	26.88	18.94	0.00
	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.49	3.90	0.00	0.05	0.00	0.00
-0.99	8.49	0.00	0.20	0.00	0.00
-1.49	13.69	0.00	0.48	0.00	0.00
-1.99	19.50	0.00	0.89	0.00	0.00
-2.49	25.92	0.00	1.46	0.00	0.00
-2.99	32.96	0.01	2.20	0.28	0.00
-3.49	40.72	1.07	3.28	4.00	0.00
-3.99	49.28	4.00	5.50	7.71	0.00
-4.49	58.64	8.79	9.79	11.43	0.00
-4.99	68.79	15.43	17.11	15.15	0.00
Máximos	69.00	15.58	17.27	15.22	0.00
	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

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



Selección de listados

TIPO-4A

Fecha: 29/01/20

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 3Ø12				
Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12c/20 Solape: 0.62 m	Ø16c/15	Ø16c/20 Solape: 0.85 m Refuerzo 1: Ø16 h=2.3 m	Ø12c/15
ZAPATA				
Armadura		Longitudinal	Transversal	
Superior		Ø12c/15	Ø16c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 60 / 60 cm	
Inferior		Ø12c/15	Ø16c/20 Patilla intradós / trasdós: 60 / 60 cm	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: TIPO-4A		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 1262.4 kN/m Calculado: 36.1 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm Calculado: 13.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.00268	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.0005 Calculado: 0.00094 Mínimo: 0.00014 Calculado: 0.00167	Cumple Cumple



Selección de listados

TIPO-4A

Fecha: 29/01/20

Referencia: Muro: TIPO-4A		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Trasdós (-5.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Trasdós (-2.70 m):	Calculado: 0.00176	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153	
- Trasdós (-5.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Trasdós (-2.70 m):	Calculado: 0.00176	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027	
- Intradós (-5.00 m):	Calculado: 0.0007	Cumple
- Intradós (-2.70 m):	Calculado: 0.00099	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 1e-005	
- Intradós (-5.00 m):	Calculado: 0.0007	Cumple
- Intradós (-2.70 m):	Mínimo: 0 Calculado: 0.00099	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós, vertical:	Calculado: 7.6 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 17.6 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 336.5 kN/m Calculado: 19.2 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5.2</i>		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.52 m Calculado: 0.85 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.62 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Calculado: 20 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 3.3 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -5.00 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -5.00 m		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -5.00 m, Md: 36.74 kN-m/m, Nd: 71.06 kN/m, Vd: 36.19 kN/m, Tensión máxima del acero: 11.448 MPa		
- Sección crítica a cortante: Cota: -4.32 m		

Página 6



Selección de listados

TIPO-4A

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-4A		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 21.92	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.4	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 0.18 MPa Calculado: 0.0838 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0.225 MPa Calculado: 0.1434 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 0.7 cm ² /m Calculado: 13.4 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0.38 cm ² /m Calculado: 10.05 cm ² /m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 13.4 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 1.43 cm ² /m Calculado: 10.05 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 315 kN/m Calculado: 8.8 kN/m	Cumple
- Trasdós:	Calculado: 22.6 kN/m	Cumple
- Intradós:		
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5</i>		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 16 cm Calculado: 62.2 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 62.2 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.</i>	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple

Página 7



TIPO-4A

Selección de listados

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-4A		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00107	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00107	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00143	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00191	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00035 Calculado: 0.00107	Cumple
- Armadura longitudinal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00047 Calculado: 0.00107	Cumple
- Armadura transversal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00029 Calculado: 0.00143	Cumple
- Armadura transversal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00014 Calculado: 0.00191	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 19.35 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 39.16 kN·m/m		

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): TIPO-4A		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo:		
Combinaciones sin sismo:		
- Servicio: Coordenadas del centro del círculo (-0.72 m ; 1.00 m) - Radio: 7.50 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.417	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.4.8 Muro Tipo-4 – Terreno Con Talud Infinito

ÍNDICE	
1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5.- GEOMETRÍA.....	2
6.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	3
7.- CARGAS.....	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	3
9.- COMBINACIONES.....	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO.....	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	8



TIPO-4

Selección de listados

Fecha: 29/01/20

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-25, $\gamma_c=1.5$
Acero de barras: B 500 S, $\gamma_s=1.15$
Tipo de ambiente: Clase IIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje
Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 1.00 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Ángulo talud: 34 grados
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
Evacuación por drenaje: 100 %
Tensión admisible: 0.180 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.33

5.- GEOMETRÍA

MURO

Altura: 5.00 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 80.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Página 2



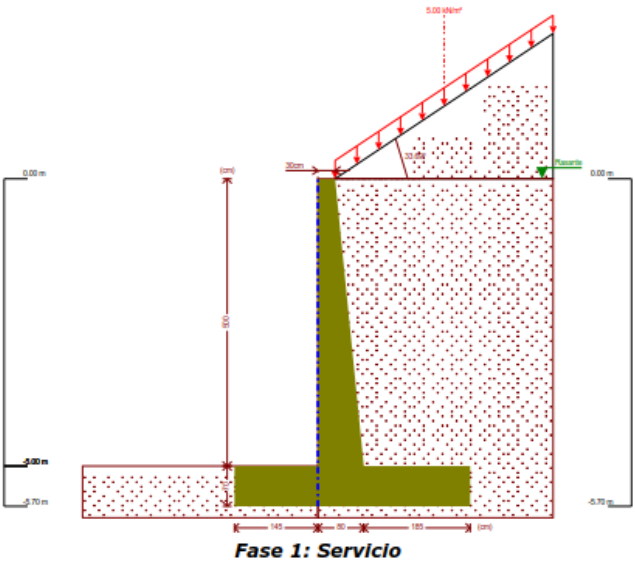
TIPO-4

Selección de listados

Fecha: 29/01/20

Con puntera y talón
Canto: 70 cm
Vuelos intradós / trasdós: 145.0 / 185.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 5 kN/m ²	Servicio	Servicio

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: SERVICIO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.49	3.90	0.00	0.05	0.00	0.00
-0.99	8.49	0.04	0.20	1.23	0.00
-1.49	13.98	2.94	0.97	10.35	0.00
-1.99	20.54	10.39	4.37	19.46	0.00
-2.49	28.16	22.40	12.67	28.57	0.00
-2.99	36.86	38.96	28.15	37.69	0.00
-3.49	46.62	60.09	53.11	46.80	0.00

Página 3



Selección de listados

TIPO-4

Fecha: 29/01/20

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
-3.99	57.45	85.77	89.82	55.92	0.00
-4.49	69.36	116.00	140.56	65.03	0.00
-4.99	82.33	150.80	207.62	74.15	0.00
Máximos	82.60	151.54	209.12	74.33	0.00
	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.49	3.90	0.00	0.05	0.00	0.00
-0.99	8.49	0.00	0.20	0.00	0.00
-1.49	13.76	0.74	0.53	5.21	0.00
-1.99	20.06	5.63	2.24	14.33	0.00
-2.49	27.43	15.07	7.57	23.44	0.00
-2.99	35.87	29.07	18.81	32.55	0.00
-3.49	45.38	47.63	38.23	41.67	0.00
-3.99	55.95	70.74	68.12	50.78	0.00
-4.49	67.60	98.41	110.75	59.90	0.00
-4.99	80.31	130.63	168.43	69.01	0.00
Máximos	80.58	131.33	169.73	69.19	0.00
	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: -5.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

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

Página 4



Selección de listados

TIPO-4

Fecha: 29/01/20

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 3Ø12				
Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12c/20 Solape: 0.62 m	Ø16c/15	Ø16c/20 Solape: 0.85 m Refuerzo 1: Ø16 h=2.3 m	Ø12c/15
ZAPATA				
Armadura		Longitudinal	Transversal	
Superior		Ø12c/15	Ø16c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 60 / 60 cm	
Inferior		Ø12c/15	Ø16c/20 Patilla intradós / trasdós: 60 / 60 cm	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: TIPO-4		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 1262.4 kN/m Calculado: 227.3 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm Calculado: 13.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.00268	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J. Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.0005 Calculado: 0.00094 Mínimo: 0.00014 Calculado: 0.00167	Cumple Cumple

Página 5



Selección de listados

TIPO-4

Fecha: 29/01/20

Referencia: Muro: TIPO-4		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Trasdós (-5.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Trasdós (-2.70 m):	Calculado: 0.00176	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153	
- Trasdós (-5.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Trasdós (-2.70 m):	Calculado: 0.00176	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027	
- Intradós (-5.00 m):	Calculado: 0.0007	Cumple
- Intradós (-2.70 m):	Calculado: 0.00099	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 1e-005	
- Intradós (-5.00 m):	Calculado: 0.0007	Cumple
- Intradós (-2.70 m):	Mínimo: 0 Calculado: 0.00099	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós, vertical:	Calculado: 7.6 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 17.6 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 338.5 kN/m Calculado: 157 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5.2</i>		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.52 m Calculado: 0.85 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.62 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Calculado: 20 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 3.3 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -5.00 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -5.00 m		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -5.00 m, Md: 310.11 kN-m/m, Nd: 90.17 kN/m, Vd: 227.31 kN/m, Tensión máxima del acero: 199.767 MPa		
- Sección crítica a cortante: Cota: -4.32 m		

Página 6



Selección de listados

TIPO-4

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-4		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 5.35	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.77	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 0.18 MPa Calculado: 0.1474 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0.225 MPa Calculado: 0.2248 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 8.57 cm ² /m Calculado: 13.4 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 10.05 cm ² /m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 13.4 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 5.81 cm ² /m Calculado: 10.05 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 315 kN/m Calculado: 139.4 kN/m	Cumple
- Trasdós:	Calculado: 97.6 kN/m	Cumple
- Intradós:		
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5</i>		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 16 cm Calculado: 62.2 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 62.2 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.</i>	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple

Página 7



Selección de listados

TIPO-4

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-4		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i> - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior: - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00107 Calculado: 0.00107 Calculado: 0.00143 Calculado: 0.00191	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mecánica mínima: - Armadura longitudinal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i> - Armadura longitudinal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i> - Armadura transversal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i> - Armadura transversal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00035 Calculado: 0.00107 Mínimo: 0.00047 Calculado: 0.00107 Mínimo: 0.00102 Calculado: 0.00143 Mínimo: 0.00134 Calculado: 0.00191	Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 230.66 kN·m/m - Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 157.37 kN·m/m		

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): TIPO-4		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Servicio: Coordenadas del centro del círculo (-0.45 m ; 13.00 m) - Radio: 19.00 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.565	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.4.9 Muro Tipo-5 – Terreno Horizontal

ÍNDICE	
1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5.- GEOMETRÍA.....	2
6.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	3
7.- CARGAS.....	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	3
9.- COMBINACIONES.....	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO.....	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	8



TIPO-5A

Selección de listados

Fecha: 29/01/20

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
 Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$
 Acero de barras: B 500 S, $Y_s=1.15$
 Tipo de ambiente: Clase IIa
 Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
 Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
 Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
 Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
 Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
 Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje
 Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
 Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
 Enrase: Intradós
 Longitud del muro en planta: 1.00 m
 Separación de las juntas: 5.00 m
 Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
 Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
 Evacuación por drenaje: 100 %
 Tensión admisible: 0.180 MPa
 Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.33

5.- GEOMETRÍA

MURO

Altura: 6.00 m
 Espesor superior: 30.0 cm
 Espesor inferior: 90.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Página 2



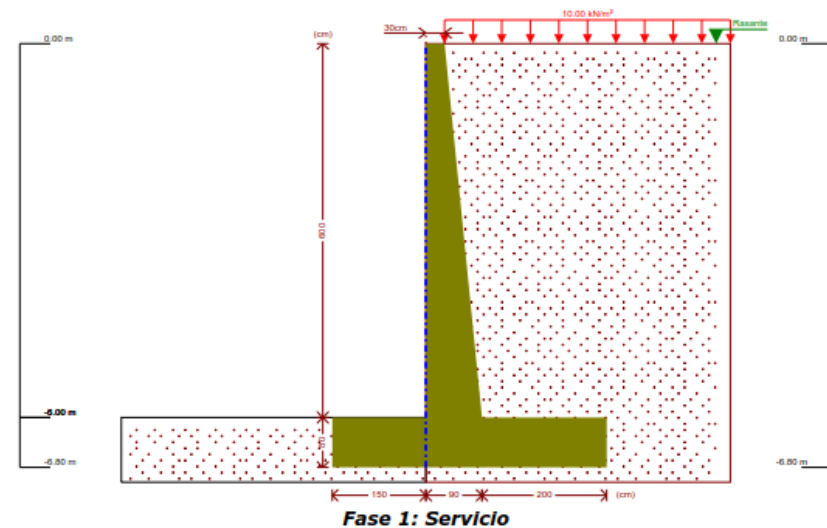
TIPO-5A

Selección de listados

Fecha: 29/01/20

Con puntera y talón
 Canto: 80 cm
 Vuelos intradós / trasdós: 150.0 / 200.0 cm
 Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 10 kN/m ²	Servicio	Servicio

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: SERVICIO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.59	4.77	0.00	0.07	0.00	0.00
-1.19	10.49	0.00	0.30	0.00	0.00
-1.79	17.10	0.00	0.71	0.00	0.00
-2.39	24.59	0.00	1.34	0.00	0.00
-2.99	33.07	1.07	2.36	4.00	0.00
-3.59	42.70	4.81	5.01	8.46	0.00
-4.19	53.48	11.22	10.91	12.92	0.00
-4.79	65.41	20.31	21.68	17.38	0.00

Página 3



Selección de listados

TIPO-5A

Fecha: 29/01/20

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
-5.39	78.49	32.08	38.94	21.84	0.00
-5.99	92.72	46.52	64.32	26.30	0.00
Máximos	92.97	46.78	64.80	26.37	0.00
	Cota: -6.00 m	Cota: -6.00 m	Cota: -6.00 m	Cota: -6.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.59	4.77	0.00	0.07	0.00	0.00
-1.19	10.49	0.00	0.30	0.00	0.00
-1.79	17.10	0.00	0.71	0.00	0.00
-2.39	24.59	0.00	1.34	0.00	0.00
-2.99	32.96	0.01	2.20	0.28	0.00
-3.59	42.37	1.51	3.60	4.74	0.00
-4.19	52.93	5.69	6.91	9.20	0.00
-4.79	64.63	12.55	13.76	13.66	0.00
-5.39	77.49	22.09	25.76	18.12	0.00
-5.99	91.50	34.30	44.55	22.58	0.00
Máximos	91.74	34.52	44.90	22.66	0.00
	Cota: -6.00 m	Cota: -6.00 m	Cota: -6.00 m	Cota: -6.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

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



Selección de listados

TIPO-5A

Fecha: 29/01/20

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 3Ø12				
Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12c/15 Solape: 0.62 m	Ø16c/15	Ø16c/15 Solape: 0.85 m Refuerzo 1: Ø20 h=2.3 m	Ø12c/15
ZAPATA				
Armadura		Longitudinal	Transversal	
Superior		Ø16c/15	Ø20c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 60 / 60 cm	
Inferior		Ø16c/15	Ø20c/15 Patilla intradós / trasdós: 70 / 70 cm	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: TIPO-5A		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 1914.7 kN/m Calculado: 70.1 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm Calculado: 13.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.00268	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00076 Calculado: 0.00083 Mínimo: 0.00016 Calculado: 0.00148	Cumple Cumple



Selección de listados

TIPO-5A

Fecha: 29/01/20

Referencia: Muro: TIPO-5A		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Trasdós (-6.00 m):	Calculado: 0.00381	Cumple
- Trasdós (-3.70 m):	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153	
- Trasdós (-6.00 m):	Calculado: 0.00381	Cumple
- Trasdós (-3.70 m):	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027	
- Intradós (-6.00 m):	Calculado: 0.00083	Cumple
- Intradós (-3.70 m):	Calculado: 0.00112	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 1e-005	
- Intradós (-6.00 m):	Calculado: 0.00083	Cumple
- Intradós (-3.70 m):	Calculado: 0.00112	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós, vertical:	Calculado: 4.9 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 12.6 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 371 kN/m Calculado: 42.7 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5.2</i>		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.72 m Calculado: 0.85 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.62 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Calculado: 20 cm Mínimo: 19 cm	Cumple
- Trasdós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
- Intradós:		
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 4 cm ² Calculado: 3.3 cm ²	No cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen NO ESTRUCTURAL		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -6.00 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -6.00 m		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -6.00 m, Md: 91.69 kN·m/m, Nd: 95.31 kN/m, Vd: 70.17 kN/m, Tensión máxima del acero: 21.601 MPa		
- Sección crítica a cortante: Cota: -5.23 m		

Página 6



Selección de listados

TIPO-5A

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-5A		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 12.39	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.8	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 0.18 MPa Calculado: 0.0998 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0.225 MPa Calculado: 0.1552 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>	Calculado: 20.94 cm ² /m	
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 1.8 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 2.26 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>		
- Trasdós:	Máximo: 350.1 kN/m Calculado: 26.9 kN/m	Cumple
- Intradós:	Calculado: 35.6 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5</i>		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 71.4 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 71.4 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.</i>	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø20	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø20	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø16	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>		
- Armadura transversal inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple

Página 7



Selección de listados

TIPO-5A

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-5A		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00167	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00167	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00261	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00261	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: Norma EHE-08. Artículo 55	Mínimo: 0.00065 Calculado: 0.00167	Cumple
- Armadura longitudinal superior: Norma EHE-08. Artículo 55	Mínimo: 0.00065 Calculado: 0.00167	Cumple
- Armadura transversal inferior: Norma EHE-08. Artículo 42.3.2	Mínimo: 0.00039 Calculado: 0.00261	Cumple
- Armadura transversal superior: Norma EHE-08. Artículo 42.3.2	Mínimo: 0.00032 Calculado: 0.00261	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 57.02 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 71.72 kN·m/m		

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): TIPO-5A		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Servicio: Coordenadas del centro del círculo (-1.50 m ; 0.76 m) - Radio: 8.76 m: Valor introducido por el usuario.	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.283	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.4.10 Muro Tipo-5 – Terreno Con Talud Infinito

ÍNDICE	
1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5.- GEOMETRÍA.....	3
6.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	3
7.- CARGAS.....	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	3
9.- COMBINACIONES.....	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO.....	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	9



TIPO-5

Selección de listados

Fecha: 29/01/20

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-25, $\gamma_c=1.5$
Acero de barras: B 500 S, $\gamma_s=1.15$
Tipo de ambiente: Clase IIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje
Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 1.00 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Ángulo talud: 34 grados
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
Evacuación por drenaje: 100 %
Tensión admisible: 0.180 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.33

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
Relleno	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.33



TIPO-5

Selección de listados

Fecha: 29/01/20

5.- GEOMETRÍA

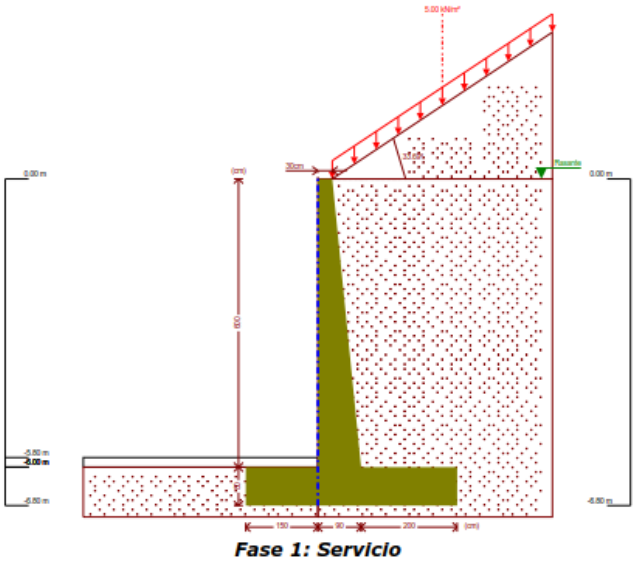
MURO

Altura: 6.00 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 90.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 80 cm
Vuelos intradós / trasdós: 150.0 / 200.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 5 kN/m ²	Servicio	Servicio

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: SERVICIO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS



Selección de listados

TIPO-5

Fecha: 29/01/20

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.59	4.77	0.00	0.07	0.00	0.00
-1.19	10.56	0.65	0.34	4.88	0.00
-1.79	17.79	6.86	2.55	15.81	0.00
-2.39	26.55	19.63	10.51	26.75	0.00
-2.99	36.86	38.96	28.15	37.69	0.00
-3.59	48.70	64.86	59.44	48.63	0.00
-4.19	62.09	97.31	108.30	59.56	0.00
-4.79	77.01	136.33	178.69	70.50	0.00
-5.39	93.47	181.91	274.55	81.44	0.00
-5.99	111.47	234.06	399.82	92.37	0.00
Máximos	111.79	234.98	402.15	92.56	0.00
	Cota: -6.00 m	Cota: -6.00 m	Cota: -6.00 m	Cota: -6.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.59	4.77	0.00	0.07	0.00	0.00
-1.19	10.49	0.00	0.30	0.00	0.00
-1.79	17.41	3.13	1.25	10.68	0.00
-2.39	25.87	12.82	6.11	21.62	0.00
-2.99	35.87	29.07	18.81	32.55	0.00
-3.59	47.41	51.88	43.29	43.49	0.00
-4.19	60.48	81.26	83.51	54.43	0.00
-4.79	75.10	117.20	143.41	65.36	0.00
-5.39	91.25	159.70	226.92	76.30	0.00
-5.99	108.95	208.76	338.00	87.24	0.00
Máximos	109.25	209.63	340.08	87.42	0.00
	Cota: -6.00 m	Cota: -6.00 m	Cota: -6.00 m	Cota: -6.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

Página 4



Selección de listados

TIPO-5

Fecha: 29/01/20

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 3Ø12				
Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12c/15 Solape: 0.62 m	Ø16c/15	Ø16c/15 Solape: 0.85 m Refuerzo 1: Ø20 h=2.3 m	Ø12c/15
ZAPATA				
Armadura		Longitudinal	Transversal	
Superior		Ø16c/15	Ø20c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 60 / 60 cm	
Inferior		Ø16c/15	Ø20c/15 Patilla intradós / trasdós: 70 / 70 cm	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: TIPO-5		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 1914.7 kN/m Calculado: 352.4 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A., Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08, Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm Calculado: 13.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	

Página 5



Selección de listados

TIPO-5

Fecha: 29/01/20

Referencia: Muro: TIPO-5		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001	
- Trasdós (-6.00 m):	Calculado: 0.0015	Cumple
- Intradós (-6.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00076 Calculado: 0.00083	Cumple
- Trasdós:	Mínimo: 0.00016 Calculado: 0.00148	Cumple
- Intradós:		
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Trasdós (-6.00 m):	Calculado: 0.00381	Cumple
- Trasdós (-3.70 m):	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153	
- Trasdós (-6.00 m):	Calculado: 0.00381	Cumple
- Trasdós (-3.70 m):	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027	
- Intradós (-6.00 m):	Calculado: 0.00083	Cumple
- Intradós (-3.70 m):	Calculado: 0.00112	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 1e-005	
- Intradós (-6.00 m):	Calculado: 0.00083	Cumple
- Intradós (-3.70 m):	Calculado: 0.00112	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós, vertical:	Calculado: 4.9 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 12.6 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 374 kN/m Calculado: 252.6 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.114 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5.2</i>		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.72 m Calculado: 0.85 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.62 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Calculado: 20 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 19 cm	Cumple

Página 6



Selección de listados

TIPO-5

Fecha: 29/01/20

Referencia: Muro: TIPO-5		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 4 cm ² Calculado: 3.3 cm ²	No cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		NO ESTRUCTURAL
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -6.00 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -6.00 m		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -4.60 m, Md: 227.80 kN·m/m, Nd: 78.28 kN/m, Vd: 184.90 kN/m, Tensión máxima del acero: 215.337 MPa		
- Sección crítica a cortante: Cota: -5.23 m		
- Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -6.00 m, M: 377.32 kN·m/m, N: 110.77 kN/m		
Referencia: Zapata corrida: TIPO-5		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 3.98	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.52	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 0.18 MPa Calculado: 0.1795 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0.225 MPa Calculado: 0.2218 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Calculado: 20.94 cm ² /m Mínimo: 14.08 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 9.06 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>		
- Trasdós:	Máximo: 350.1 kN/m Calculado: 237.2 kN/m	Cumple
- Intradós:	Calculado: 156.9 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5</i>		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 71.4 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 71.4 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple

Página 7



Selección de listados

TIPO-5

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-5		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma EHE-08, Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE-08, Artículo 58.8.2.</i>	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø20	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø20	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø16	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación", Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00167	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00167	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00261	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00261	Cumple
Cuántía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: <i>Norma EHE-08, Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00065 Calculado: 0.00167	Cumple
- Armadura longitudinal superior: <i>Norma EHE-08, Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00065 Calculado: 0.00167	Cumple
- Armadura transversal inferior: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00128 Calculado: 0.00261	Cumple
- Armadura transversal superior: <i>Norma EHE-08, Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00261	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 435.72 kN-m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 282.97 kN-m/m		



Selección de listados

TIPO-5

Fecha: 29/01/20

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): TIPO-5		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Servicio: Coordenadas del centro del círculo (-1.30 m ; 15.05 m) - Radio: 22.31 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.524	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.4.11 Muro Tipo-6 – Terreno Horizontal

ÍNDICE	
1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5.- GEOMETRÍA.....	2
6.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	3
7.- CARGAS.....	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	3
9.- COMBINACIONES.....	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO.....	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	8



Selección de listados

TIPO-6A

Fecha: 29/01/20

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$
Acero de barras: B 500 S, $Y_s=1.15$
Tipo de ambiente: Clase IIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje
Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 1.00 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
Evacuación por drenaje: 100 %
Tensión admisible: 0.180 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.33

5.- GEOMETRÍA

MURO

Altura: 8.75 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 117.5 cm

ZAPATA CORRIDA

Página 2



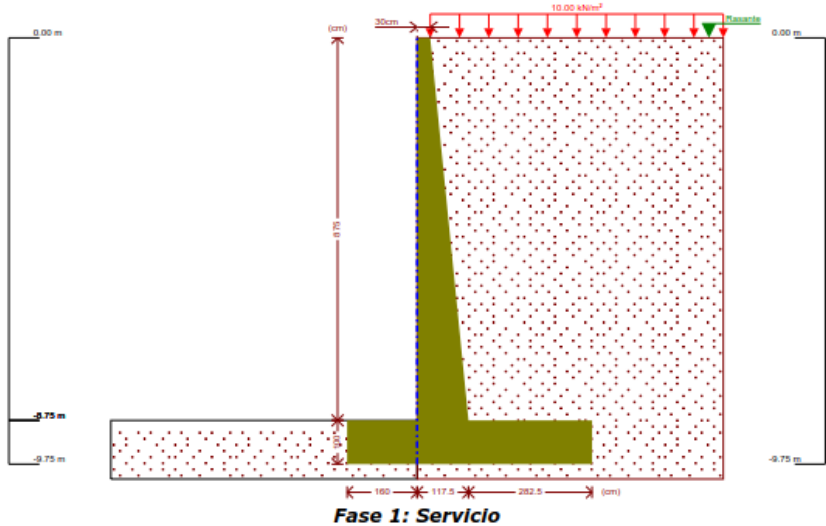
Selección de listados

TIPO-6A

Fecha: 29/01/20

Con puntera y talón
Canto: 100 cm
Vuelos intradós / trasdós: 160.0 / 282.5 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 10 kN/m ²	Servicio	Servicio

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: SERVICIO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN-m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.86	7.23	0.00	0.15	0.00	0.00
-1.73	16.40	0.00	0.66	0.00	0.00
-2.60	27.43	0.08	1.61	1.10	0.00
-3.47	40.68	3.85	4.27	7.56	0.00
-4.34	56.35	13.24	13.08	14.03	0.00
-5.21	74.44	28.26	32.98	20.50	0.00
-6.08	94.95	48.91	68.93	26.97	0.00
-6.95	117.88	75.19	125.88	33.43	0.00

Página 3



Selección de listados

TIPO-6A

Fecha: 29/01/20

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
-7.82	143.23	107.09	208.78	39.90	0.00
-8.69	171.00	144.62	322.59	46.37	0.00
Máximos	173.00	147.41	331.66	46.82	0.00
	Cota: -8.75 m	Cota: -8.75 m	Cota: -8.75 m	Cota: -8.75 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.86	7.23	0.00	0.15	0.00	0.00
-1.73	16.40	0.00	0.66	0.00	0.00
-2.60	27.42	0.00	1.61	0.00	0.00
-3.47	40.40	1.00	3.22	3.85	0.00
-4.34	55.74	7.16	8.23	10.32	0.00
-5.21	73.51	18.94	21.52	16.78	0.00
-6.08	93.70	36.36	48.05	23.25	0.00
-6.95	116.31	59.40	92.76	29.72	0.00
-7.82	141.33	88.07	160.61	36.19	0.00
-8.69	168.77	122.36	256.55	42.65	0.00
Máximos	170.76	124.93	264.29	43.10	0.00
	Cota: -8.75 m	Cota: -8.75 m	Cota: -8.75 m	Cota: -8.75 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

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



Selección de listados

TIPO-6A

Fecha: 29/01/20

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 3Ø12				
Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12c/15 Solape: 0.62 m	Ø16c/15	Ø16c/15 Solape: 0.85 m Refuerzo 1: Ø20 h=3 m	Ø12c/15
ZAPATA				
Armadura		Longitudinal	Transversal	
Superior		Ø16c/15	Ø20c/10 Patilla Intradós / Trasdós: 60 / 60 cm	
Inferior		Ø16c/15	Ø20c/15 Patilla intradós / trasdós: 70 / 70 cm	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: TIPO-6A		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 2089.7 kN/m Calculado: 221.1 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm Calculado: 13.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.00268	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00058 Calculado: 0.00064 Mínimo: 0.00012 Calculado: 0.00114	Cumple Cumple



Selección de listados

TIPO-6A

Fecha: 29/01/20

Referencia: Muro: TIPO-6A		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i> - Trasdós (-8.75 m): - Trasdós (-5.75 m):	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00292 Calculado: 0.00153	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i> - Trasdós (-8.75 m): - Trasdós (-5.75 m):	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00292 Calculado: 0.00153	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i> - Intradós (-8.75 m): - Intradós (-5.75 m):	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00064 Calculado: 0.00086	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.3</i> - Intradós (-8.75 m): - Intradós (-5.75 m):	Mínimo: 2e-005 Calculado: 0.00064 Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00086	Cumple Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 4.9 cm Calculado: 12.6 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 465.9 kN/m Calculado: 154.7 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5.2</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.72 m Calculado: 0.85 m Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.62 m	Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i> - Trasdós: - Intradós:	Calculado: 20 cm Mínimo: 19 cm Mínimo: 0 cm	Cumple Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 6.2 cm ² Calculado: 3.3 cm ²	No cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen NO ESTRUCTURAL		
Información adicional: - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -8.75 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -8.75 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -8.75 m, Md: 483.60 kN-m/m, Nd: 180.37 kN/m, Vd: 221.12 kN/m, Tensión máxima del acero: 107.180 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -7.73 m		

Página 6



Selección de listados

TIPO-6A

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-6A		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Coeficiente de seguridad al vuelco: - Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 2 Calculado: 6.12 Mínimo: 1.5 Calculado: 2.52	Cumple Cumple
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Tensión media: - Tensión máxima:	Máximo: 0.18 MPa Calculado: 0.1432 MPa Máximo: 0.225 MPa Calculado: 0.1762 MPa	Cumple Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i> - Armado superior trasdós: - Armado inferior trasdós: - Armado superior intradós: - Armado inferior intradós:	Mínimo: 8.54 cm ² /m Calculado: 31.41 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 20.94 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 31.41 cm ² /m Mínimo: 5.99 cm ² /m Calculado: 20.94 cm ² /m	Cumple Cumple Cumple Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i> - Trasdós: - Intradós:	Máximo: 418.4 kN/m Calculado: 140.1 kN/m Calculado: 96.7 kN/m	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5</i> - Arranque trasdós: - Arranque intradós: - Armado inferior trasdós (Patilla): - Armado inferior intradós (Patilla): - Armado superior trasdós (Patilla): - Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 20 cm Calculado: 91.4 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 91.4 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 70 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 70 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal superior:	Mínimo: Ø12 Calculado: Ø20 Calculado: Ø16 Calculado: Ø20 Calculado: Ø16	Cumple Cumple Cumple Cumple

Página 7



TIPO-6A

Selección de listados

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-6A		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00209	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00314	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00052 Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura longitudinal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 55</i>	Mínimo: 0.00078 Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal inferior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00078 Calculado: 0.00209	Cumple
- Armadura transversal superior: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00104 Calculado: 0.00314	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 341.25 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 240.48 kN·m/m		

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): TIPO-6A		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo:		
Combinaciones sin sismo:		
- Servicio: Coordenadas del centro del círculo (-2.19 m ; 2.53 m) - Radio: 13.78 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.012	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.4.12 Muro Tipo-6 – Terreno Con Talud Infinito

ÍNDICE	
1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5.- GEOMETRÍA.....	2
6.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	3
7.- CARGAS.....	3
8.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	3
9.- COMBINACIONES.....	4
10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO.....	5
11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	8



TIPO-6

Fecha: 29/01/20

Selección de listados

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15
Tipo de ambiente: Clase IIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.5 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Sin empuje
Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 1.00 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Ángulo talud: 34 grados
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
Evacuación por drenaje: 100 %
Tensión admisible: 0.180 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.58

5.- GEOMETRÍA

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 30.00 grados Cohesión: 18.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.33

MURO

Altura: 8.75 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 117.5 cm

ZAPATA CORRIDA

Página 2



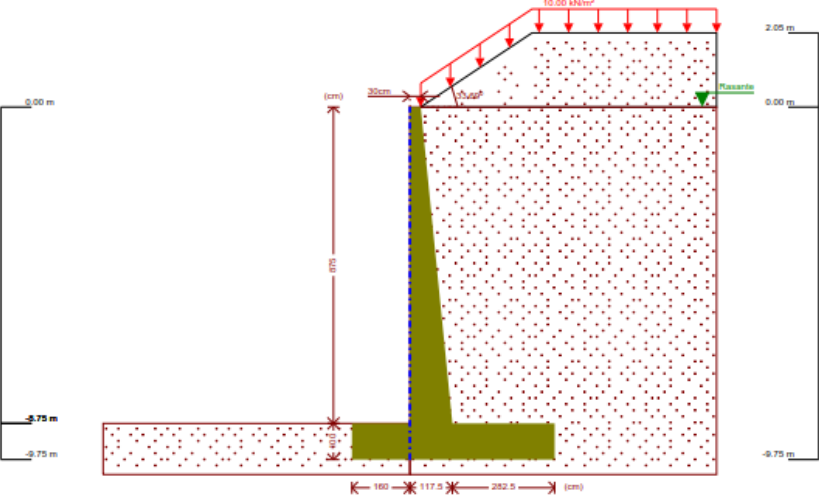
TIPO-6

Fecha: 29/01/20

Selección de listados

Con puntera y talón
Canto: 100 cm
Vuelos intradós / trasdós: 160.0 / 282.5 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Servicio

7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 10 kN/m²	Servicio	Servicio

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: SERVICIO

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.86	7.28	0.44	0.17	4.00	0.00
-1.73	17.08	6.80	3.35	10.25	0.00
-2.60	29.27	18.47	14.64	16.59	0.00
-3.47	43.86	35.69	38.86	23.00	0.00
-4.34	60.88	58.49	80.90	29.43	0.00
-5.21	80.31	86.89	145.70	35.87	0.00
-6.08	102.15	120.90	238.17	42.32	0.00
-6.95	126.42	160.52	363.27	48.77	0.00

Página 3



Selección de listados

TIPO-6

Fecha: 29/01/20

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
-7.82	153.10	205.76	525.92	55.23	0.00
-8.69	182.20	256.62	731.07	61.69	0.00
Máximos	184.30	260.33	746.87	62.13	0.00
	Cota: -8.75 m	Cota: -8.75 m	Cota: -8.75 m	Cota: -8.75 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.86	7.23	0.00	0.15	0.00	0.00
-1.73	16.60	1.97	1.00	6.15	0.00
-2.60	28.43	10.14	6.62	12.62	0.00
-3.47	42.69	23.93	22.16	19.09	0.00
-4.34	59.36	43.35	52.57	25.55	0.00
-5.21	78.46	68.40	102.79	32.02	0.00
-6.08	99.97	99.07	177.78	38.49	0.00
-6.95	123.90	135.37	282.49	44.96	0.00
-7.82	150.25	177.30	421.87	51.42	0.00
-8.69	179.02	224.85	600.88	57.89	0.00
Máximos	181.10	228.34	614.77	58.34	0.00
	Cota: -8.75 m	Cota: -8.75 m	Cota: -8.75 m	Cota: -8.75 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

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



Selección de listados

TIPO-6

Fecha: 29/01/20

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 3Ø12				
Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12c/15 Solape: 0.62 m	Ø16c/15	Ø16c/15 Solape: 0.85 m Refuerzo 1: Ø20 h=3 m	Ø12c/15
ZAPATA				
Armadura		Longitudinal	Transversal	
Superior		Ø16c/15	Ø20c/10 Patilla Intradós / Trasdós: 60 / 60 cm	
Inferior		Ø16c/15	Ø20c/15 Patilla intradós / trasdós: 70 / 70 cm	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: TIPO-6		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 2089.7 kN/m Calculado: 390.4 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm Calculado: 13.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.00268	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00058 Calculado: 0.00064 Mínimo: 0.00012 Calculado: 0.00114	Cumple Cumple



Selección de listados

TIPO-6

Fecha: 29/01/20

Referencia: Muro: TIPO-6		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Trasdós (-8.75 m):	Calculado: 0.00292	Cumple
- Trasdós (-5.75 m):	Calculado: 0.00153	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.00153	
- Trasdós (-8.75 m):	Calculado: 0.00292	Cumple
- Trasdós (-5.75 m):	Calculado: 0.00153	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027	
- Intradós (-8.75 m):	Calculado: 0.00064	Cumple
- Intradós (-5.75 m):	Calculado: 0.00086	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 2e-005	
- Intradós (-8.75 m):	Calculado: 0.00064	Cumple
- Intradós (-5.75 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00086	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós, vertical:	Calculado: 4.9 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 12.6 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 468 kN/m Calculado: 300.5 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.175 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5.2</i>		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.72 m Calculado: 0.85 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.62 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Calculado: 20 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 6.2 cm ² Calculado: 3.3 cm ²	No cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen NO ESTRUCTURAL		
Información adicional:		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -8.75 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -8.75 m		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -6.85 m, Md: 512.99 kN-m/m, Nd: 131.29 kN/m, Vd: 233.52 kN/m, Tensión máxima del acero: 367.153 MPa		
- Sección crítica a cortante: Cota: -7.73 m		

Página 6



Selección de listados

TIPO-6

Fecha: 29/01/20

Referencia: Muro: TIPO-6		
Comprobación	Valores	Estado
- Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -8.75 m, M: 694.03 kN-m/m, N: 183.02 kN/m		
Referencia: Zapata corrida: TIPO-6		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 3.38	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.74	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.1</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 0.18 MPa Calculado: 0.1714 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0.225 MPa Calculado: 0.2217 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 19.88 cm ² /m Calculado: 31.41 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 20.94 cm ² /m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 31.41 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 10.8 cm ² /m Calculado: 20.94 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 418.4 kN/m Calculado: 328 kN/m	Cumple
- Trasdós:	Calculado: 181.7 kN/m	Cumple
- Intradós:		
Longitud de anclaje: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.5</i>		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 26.1 cm Calculado: 91.4 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 91.4 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: <i>Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.</i>	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø20	Cumple

Página 7



Selección de listados

TIPO-6

Fecha: 29/01/20

Referencia: Zapata corrida: TIPO-6		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø20	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø16	Cumple
Separación máxima entre barras: Norma EHE-08. Artículo 42.3.1	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00209	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00314	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: Norma EHE-08. Artículo 55	Mínimo: 0.00052 Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura longitudinal superior: Norma EHE-08. Artículo 55	Mínimo: 0.00078 Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal inferior: Norma EHE-08. Artículo 42.3.2	Mínimo: 0.00124 Calculado: 0.00209	Cumple
- Armadura transversal superior: Norma EHE-08. Artículo 42.3.2	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00314	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 781.57 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 430.29 kN·m/m		

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): TIPO-6		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Servicio: Coordenadas del centro del círculo (-2.19 m ; 2.36 m) - Radio: 13.61 m: Valor introducido por el usuario.	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.778	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

3. MUROS DE ESCOLLERA COLOCADA

El muro 6 es un muro de gravedad sin refuerzo, en concreto un muro de escollera colocada. Esta tipología de muro es capaz de sostener las tierras contenidas debido a su peso propio, y está compuesto por grandes bloques pétreos.

Se ha seleccionado este muro debido a las siguientes ventajas:

- Facilidad de integración en el entorno.
- Capacidad de absorber asientos diferenciales del terreno sin sufrir daños estructurales.
- Capacidad drenante a través de los huecos intersticiales existentes entre bloques.

Su principal objetivo es posibilitar la reposición de un camino en la base del muro.

3.1 ELEMENTOS DE DRENAJE

Debido a la naturaleza del muro empleado, se asegura el drenaje del trasdós a través de los huecos intersticiales entre bloques. Además, se dispone una cuneta a pie de talud, para recoger el agua de escorrentía superficial.

3.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

Es necesario que se seleccionen bloques adecuados, y se coloquen de tal forma que se asegure que el muro es un conjunto compacto y estable.

En primer lugar, deberá excavarse hasta cota de cimentación y comprobar que las características del terreno se corresponden con las definidas en el proyecto. Posteriormente se coloca la escollera en la excavación, y se vierte hormigón de forma que se rellenen los huecos entre bloques de la cimentación. Una vez se haya alcanzado suficiente resistencia, se continúa con la colocación de bloques en el cuerpo del muro, buscando crear un entramado que proporcione la máxima trabazón posible. Se intentará reducir los huecos entre bloques, para lo que se seleccionará cada bloque y se procurará que esté apoyado al menos en dos bloques de la hilera inferior y no en elementos de recebo. Podrán recebarse los huecos con elementos de la misma procedencia y calidad.

3.3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS – MURO 6 – ESCOLLERA COLOCADA

Para proceder al prediseño del muro se ha hecho uso de los siguientes documentos:

- Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera, Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras, 2006 [1]
- Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carreteras, Ministerio de Fomento, Dirección general de Carreteras, 1998 [2]

Si bien la Guía de 2006 sustituye y actualiza las Recomendaciones de 1998, estas últimas incluyen una serie de ábacos que permiten encajar un primer prediseño, a comprobar posteriormente, con los métodos indicados en la Guía.

De este modo, se ha procedido al encaje de un muro de 4 m de altura, con un talud de trasdós de 1H:2V, y con un ángulo de ladera por encima del muro de menos de 35°. Esta geometría se corresponde con un índice $n=5$, siendo de aplicación el ábaco IVc. Como criterio de partida para el prediseño, se opta por un coeficiente de seguridad $F = 2$. Como resultado se obtiene un ancho de coronación de entre 1,2 y 1,5 m, así como un ancho de la base del muro de 0,4 m más que la coronación.

De este modo, y a falta de comprobación posterior, se opta por la siguiente geometría:

- | | |
|---|--------|
| • Altura de muro, | 4 m. |
| • Ancho en coronación, | 1,4 m. |
| • Talud de trasdós, | 1H:2V. |
| • Ancho en base de muro, | 1,8 m. |
| • Pendiente de ladera (por encima del muro) | 10 ° |

En cuanto a las propiedades de la escollera, se considera un origen calcáreo, lo que de acuerdo con la tabla 4.2 de la Guía [1], se corresponde con un ángulo de rozamiento básico de 39° para este tipo de material, ángulo que se puede incrementar en 1° para la escollera colocada.

El peso específico de este tipo de muros, como consecuencia de la inevitable presencia de huecos, oscila entre 17 y 19 kN/m³, habiéndose tomado un valor de diseño de 18 kN/m³ para la escollera colocada.

De acuerdo con la información disponible, el talud a tratar no presenta agua freática, y el muro a disponer presentará una muy alta permeabilidad. De este modo, no se considera la posibilidad de que se desarrollen presiones intersticiales en el trasdós del muro.

El plano de apoyo de la cimentación tendrá en su punto más alto, una profundidad igual o mayor de 1,0m. La inclinación del plano de apoyo será igual o más tendida que el 2H:1V, pendiente que se mantendrá como contra inclinación del muro en toda su altura. La totalidad de la cimentación del muro se corresponderá con escollera hormigonada, siendo necesario que el límite superior del hormigonado tenga pendiente hacia el pie del muro para favorecer su drenaje.

No se considera necesario disponer material granular entre la escollera y el relleno de trasdós. Sin embargo, sí se debe disponer una lámina geotextil anticontaminación resistente al punzonamiento entre el terreno natural y el relleno de trasdós, para evitar la contaminación del relleno con finos procedentes del terreno frente a posibles flujos de agua.

Para proceder a la comprobación numérica se ha hecho uso, por una parte, del documento:

- Guía de cimentaciones en obras de carretera, Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras, 2002 [3]

De este modo, se ha procedido a comprobar la estabilidad del muro frente a vuelco rígido, con un coeficiente de seguridad igual o superior a 2,0, y frente a deslizamiento, con un coeficiente de seguridad igual o mayor de 1,5.

También se ha comprobado el muro frente a estabilidad local, con superficies de deslizamiento a través del propio muro, según lo indicado por la Guía [1]. Puesto que el terreno de apoyo se corresponde con un sustrato rocoso sano, con una resistencia al corte muy superior a la del propio muro, se ha obviado la comprobación de estabilidad global. Del lado de la seguridad, se ha modelizado que todo el terreno situado en el trasdós del muro se corresponde, de forma ilimitada, con el relleno de trasdós, sin tener en cuenta el efecto favorable del macizo rocoso próximo. Se ha exigido un coeficiente de seguridad igual o superior a 1,5.

Para las comprobaciones de vuelco y deslizamiento se ha utilizado una hoja de cálculo desarrollada por ESTEYCO. Es importante señalar que, del lado de la seguridad, no se considera en el cálculo el efecto favorable de la inclinación hacia adentro del plano de cimentación. Es importante señalar que, del lado de la seguridad, no se cuenta con la cohesión del terreno de trasdós.

El resultado obtenido se muestra a continuación, con unos resultados concretos de:

- | | |
|--|------|
| • Coeficiente de seguridad frente a deslizamiento de la base del muro, | 1,98 |
| • Coeficiente de seguridad frente a vuelco rígido, | 2,04 |

PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA BI-20 EN EL TRAMO P.K. 6+800 - P.K. 8+150 SENTIDO DERIO**MURO 6. COMPROBACIÓN A VUELCO Y DESLIZAMIENTO. ESCOLLERA****Datos geométricos**

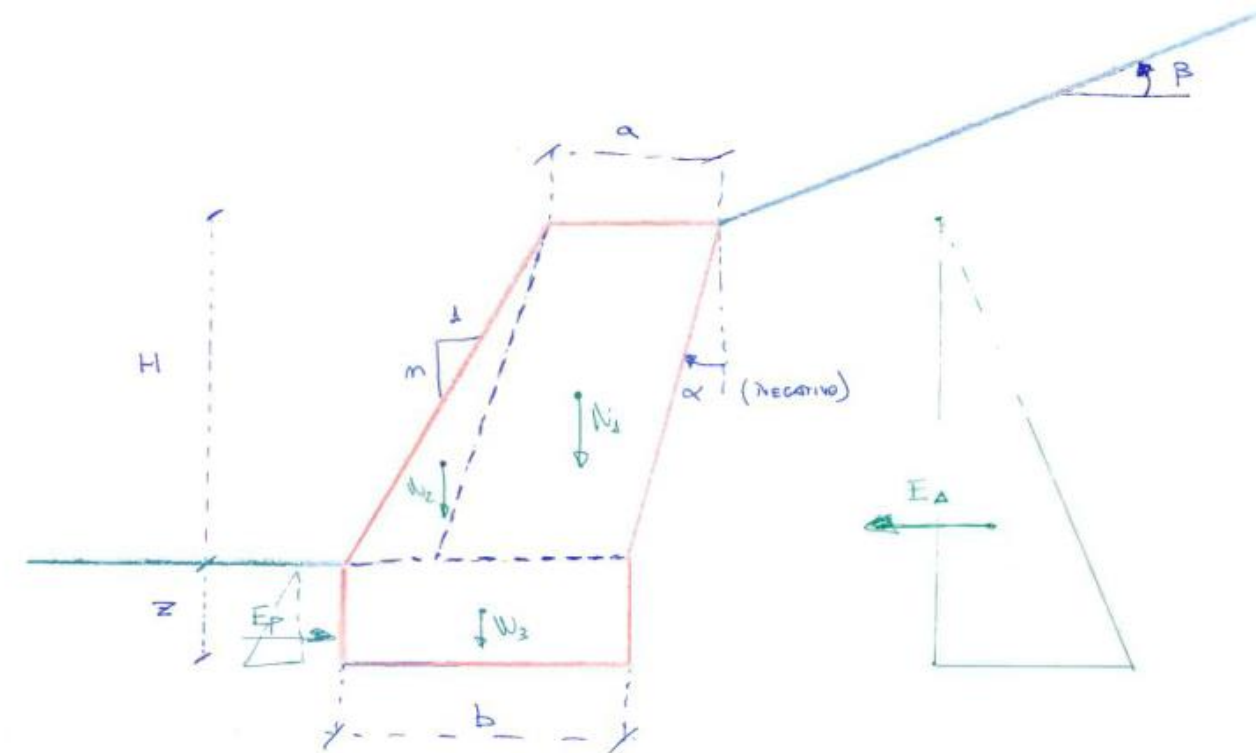
Altura del muro	H=	4,0	m
Ancho del muro en coronación	a=	1,4	m
Ancho del muro en la base	b=	2,0	m
Talud de intradós	1H:	2	V
Profundidad de apoyo de la cimentación	z=	2,0	m
Ángulo de ladera sobre la coronación	β =	10,0	º
Ángulo de desplome del intradós	α =	-19,3	º

Datos geotécnicos

Peso específico del muro (natural)	γ_e =	18,0	KN/m ³
Densidad natural del relleno de trasdós	γ_t =	20,0	KN/m ³
Ángulo de rozamiento del relleno de trasdós	ϕ_t =	28,0	º

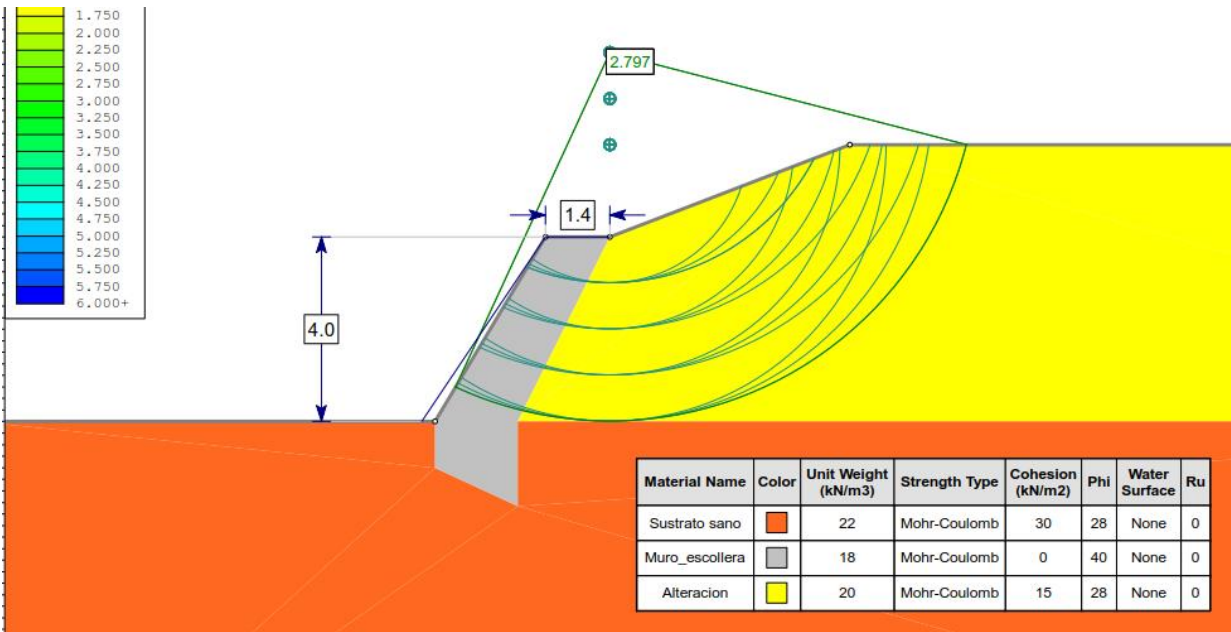
Cálculo de esfuerzos

Coefficiente de empuje activo en trasdós	K_a =	0,271	
Presión de empuje en la base	e_a =	33	kPa
Empuje activo	E_a =	98	kN
Coefficiente de empuje pasivo al pie	K_p =	2,77	
Empuje pasivo	E_p =	111	kN
Peso rectángulo (Hxa)	W_1 =	101	kN
Peso triang (Hx(b-a))	W_2 =	22	kN
Peso cimentación base (zxb)	W_3 =	72	kN
Resultante vertical de esfuerzos	F_v =	194	kN
Resultante horizontal de esfuerzos	F_h =	96	kN
Coefficiente de reducción de rozamiento en la base	f_r =	0,8	
Resistencia deslizamiento en la base	R=	83	kN
Suma de fuerzas opuestas al deslizamiento	$F_{no-desl}$ =	193	kN
Suma de fuerzas favorables al deslizamiento	F_{desl} =	98	kN
Factor de seguridad al deslizamiento	FS_{desl} =	1,98	> 1,5

**Cálculo de momentos**

Brazo del empuje activo	b_a =	2,0	m
Brazo del empuje pasivo	b_p =	0,7	m
Brazo de W1	b_{w1} =	2,3	m
Brazo de W2	b_{w2} =	0,9	m
Brazo de W3	b_{w3} =	1,0	m
Suma de momentos estabilizadores	M_{est} =	398	KN·m
Suma de momentos volcadores	M_{desest} =	195	KN·m
Momento resultante	M=	202	KN·m
Factor de seguridad al vuelco	FS_{vuelco} =	2,04	> 2,0

Para la comprobación de estabilidad local, se ha hecho uso del software Slide 6.0 de Rocscience, Inc, que se basa en la teoría del equilibrio límite. Se ha seleccionado el método de Morgenstern & Price.



Se puede comprobar que la estabilidad a través del propio muro está más que garantizada, con un coeficiente de seguridad muy superior a 1,5.

4. MURO EN U CON TALÓN DE HORMIGÓN ARMADO

Un tramo de los muros 1 y 2 es sustituido por un muro en U, conservando el talón del muro 1. De esta forma se sustituyen dos muros en T invertida por un muro en U con talón: se opta por unificar la zapata de ambos muros. Este tramo de muro en U también es de hormigón armado y se ejecuta in situ. El objetivo del este muro es el mismo que el de los muros en T invertida: soportar masas de tierra que no podrían asumir las pendientes necesarias para salvar los desniveles que se producen entre la coronación y la base del terraplén.

El muro en U está compuesto por dos paramentos verticales que retienen las tierras y que mantienen su posición gracias a la zapata. El peso de las tierras sobre el talón del muro 1 y sobre la zapata entre paramentos verticales, además del peso propio de la estructura, garantizan la estabilidad global.

4.1 ELEMENTOS DE DRENAJE

Al igual que en los muros en T invertida, se asegura la impermeabilización y drenaje en el trasdós de ambos paramentos verticales mediante la disposición de pintura asfáltica, manta drenante y tubo dren. El objetivo es evitar acumulación de agua que pueda resultar en un aumento del empuje en el trasdós del muro, 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 los muros.

4.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

Para ejecutar el muro 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. Finalmente se disponen la pintura asfáltica, la manta dren y el tubo drenante en el trasdós de cada uno de los muros, y una vez que el hormigón ha alcanzado resistencia suficiente, se rellena el espacio comprendido entre ambos paramentos verticales y se compacta adecuadamente con medios ligeros. Posteriormente se realizan las mismas tareas con el relleno del trasdós del muro 1. Debe evitarse llegar a los paramentos de ambos muros con maquinaria pesada. Para ello, se utilizan medios ligeros como la bandeja vibrante.

4.3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS - MURO EN U CON TALÓN - MUROS 1 Y 2

Se procede a calcular el tramo de sección en U, de los muros 1 y 2.

4.3.1 Materiales

4.3.1.1 Hormigón

El hormigón aplicado en cimentaciones y muros es hormigón convencional HA-25 de acuerdo con la EHE 08. Las características mecánicas del hormigón se presentan a continuación:

Tabla 1. Propiedades mecánicas Hormigón HA-25

CATEGORÍA	HA-25
Resistencia característica a compresión f_{yk} (MPa)	500
Módulo Elástico (GPa)	200

Las propiedades definidas en el modelo de cálculo se muestran a continuación:

The screenshot shows a software window titled "Material Property Data" with a close button (X) in the top right corner. The window contains several input fields and sections for defining material properties for concrete:

- Material Name:** HA-25
- Material Type:** Concrete
- Symmetry Type:** Isotropic
- Modulus of Elasticity:** E = 27264042
- Poisson:** U = 0.2
- Coeff of Thermal Expansion:** A = 1,000E-05
- Shear Modulus:** G = 11360017
- Weight and Mass:**
 - Weight per Unit Volume: 24,9926
 - Mass per Unit Volume: 2,5485
 - Units: KN, m, C (dropdown menu)
- Other Properties For Concrete Materials:**
 - Specified Concrete Compressive Strength, f_c : 25000
 - Expected Concrete Compressive Strength: 25000
 - ☐ Lightweight Concrete
 - Shear Strength Reduction Factor: (empty field)
- Advanced Material Property Data:**
 - Nonlinear Material Data...
 - Material Damping Properties...
 - Time Dependent Properties...

At the bottom of the window are "OK" and "Cancel" buttons.

4.3.1.2 Acero pasivo

Las barras de armado pasivo son de acero B 500 SD. Las características mecánicas del acero se presentan a continuación:

Tabla 2. Propiedades mecánicas Acero B 500 SD

CATEGORÍA	B 500 SD
Resistencia característica a compresión f_{yk} (MPa)	500
Módulo Elástico (GPa)	200

Las propiedades definidas en el modelo de cálculo se muestran a continuación:

4.3.1.3 Coeficientes parciales de seguridad para materiales

Los coeficientes parciales de seguridad aplicados a los materiales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3. Coeficientes parciales de seguridad

COMBINACIÓN	HORMIGÓN	ACERO PASIVO
Persistente o transitoria	1.50	1.15
Accidental	1.30	1.00

4.3.2 Fisuración

La clase de exposición para el municipio de Derio, de acuerdo con la EHE-08, es IIa. La anchura de fisura admisible para esta clase de exposición es de 0,30 mm, para Cimentación y Fustes.

4.3.3 Recubrimientos Geométricos

Los recubrimientos considerados en el cálculo del muro se especifican en la siguiente tabla:

Tabla 4. Recubrimientos geométricos

CATEGORÍA	RECUBRIMIENTO
Hormigonado contra el terreno (mm)	70
Hormigón en contacto con el terreno (mm)	50
Resto (mm)	35

4.3.4 Terreno

Las propiedades del terreno se establecen de acuerdo con el Anejo nº 2: Geología y Geotecnia.

Se considera que los materiales sobre los que se cimentará el muro tienen un ángulo de rozamiento de 28º y una cohesión efectiva de 30 kPa para el cálculo de las cargas de hundimiento y el deslizamiento de los muros.

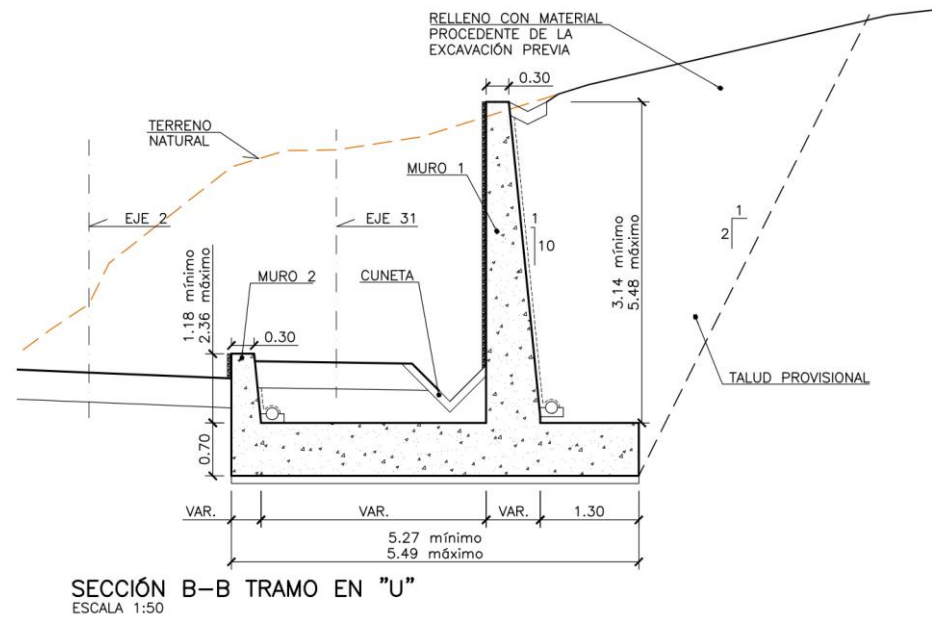
Los rellenos cuentan con una densidad aparente de 20 kN/m³, un ángulo de rozamiento interno de 28º y una cohesión efectiva de 0 kPa. No obstante, se adopta una cohesión efectiva de 0 kPa como medida conservadora.

La tensión admisible por hundimiento considerada es de 300 kPa.

Se considera que la zapata apoya sobre terreno cohesivo en ausencia de nivel freático.

4.3.5 Geometría

Las dimensiones adoptadas para la estructura se muestran en la siguiente figura:

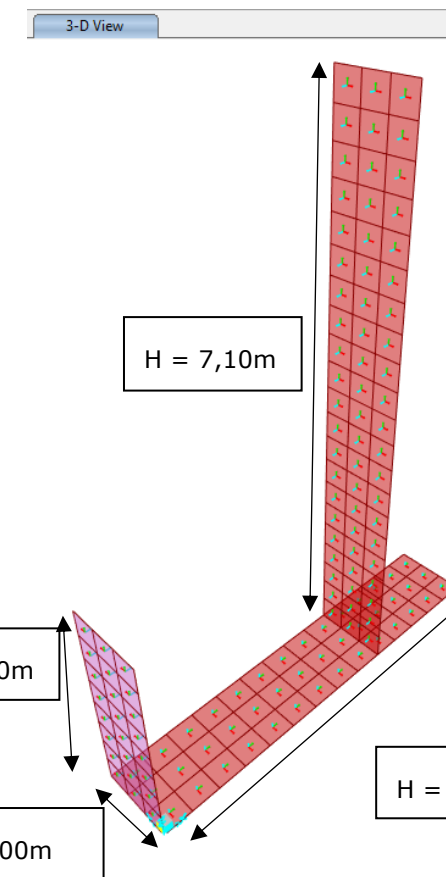
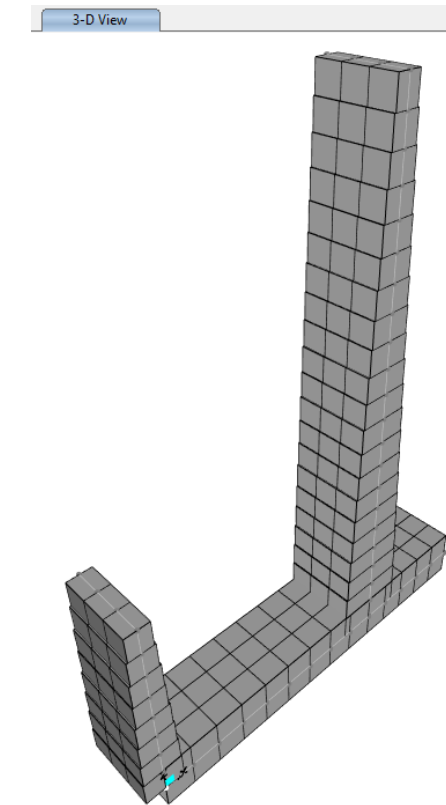


4.3.6 Modelo de Cálculo

Se ha desarrollado un modelo de cálculo con el programa informático SAP2000, con elementos tipo "shell", de una rebanada de estructura de 1 m de longitud.

Para estas comprobaciones, se considera una sección en la que ambos muros tengan su altura máxima.

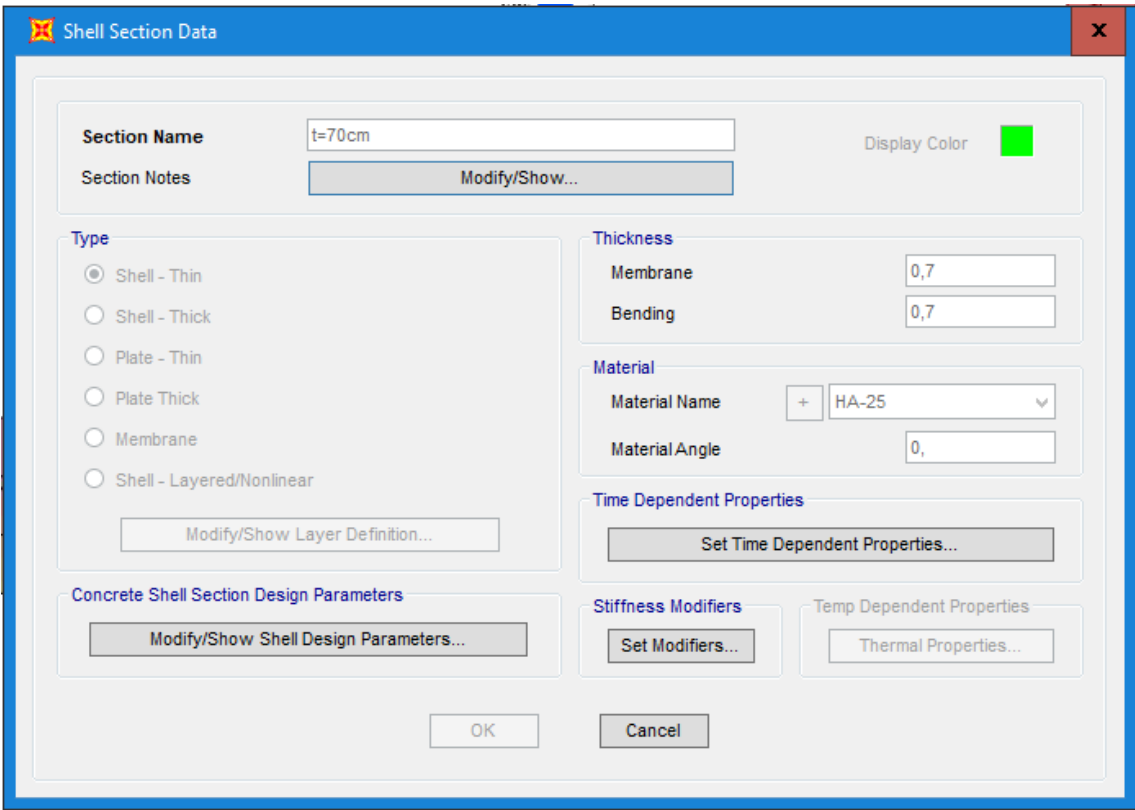
En las siguientes imágenes se muestra respectivamente una vista 3D del modelo general, y del modelo con los ejes locales de los "shells".



4.3.7 Secciones

Se han definido secciones tipo “shell” con el espesor correspondiente para cada elemento de la estructura. Se muestra, a modo de ejemplo, la sección asignada a la zapata:

 t1=0,70m



Los fustes cuentan con un espesor en coronación de 30 cm, y es variable en altura con una pendiente 1:10.

4.3.8 Apoyos

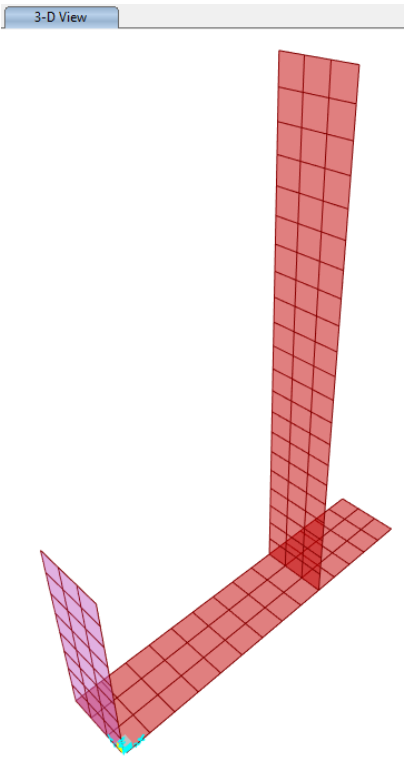
Se considera que el modelo está apoyado sobre muelles no lineales. Para las dimensiones de esta zapata y un módulo de deformación de 50 MPa, se adopta un coeficiente de balasto vertical de 10 MN/m³.

4.3.9 Cargas aplicadas

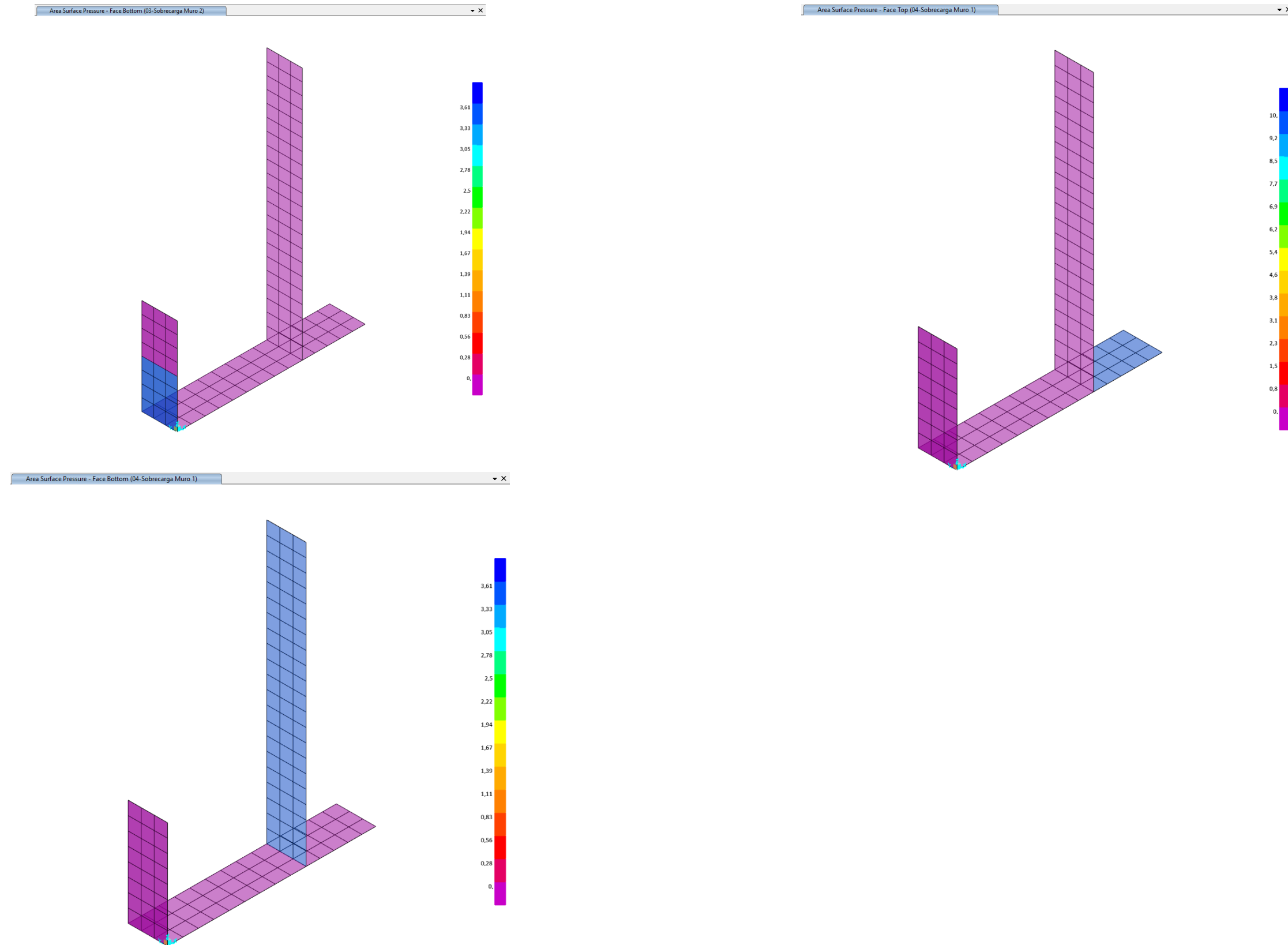
Se consideran las siguientes cargas en los cálculos:

- Peso propio:

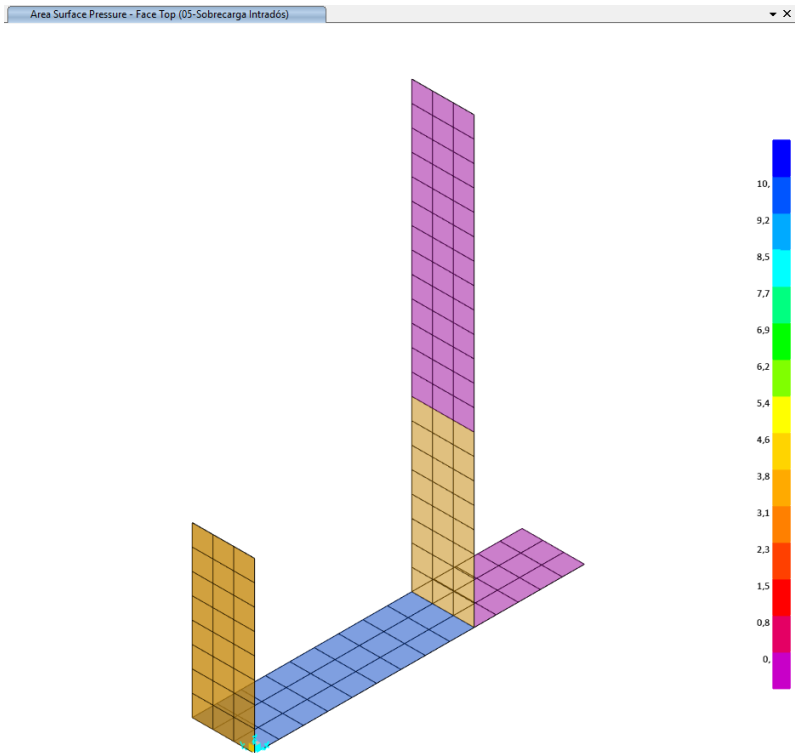
Peso propio de la estructura calculado por el programa en función de la geometría y considerando el peso específico del hormigón armado: 25kN/m³.



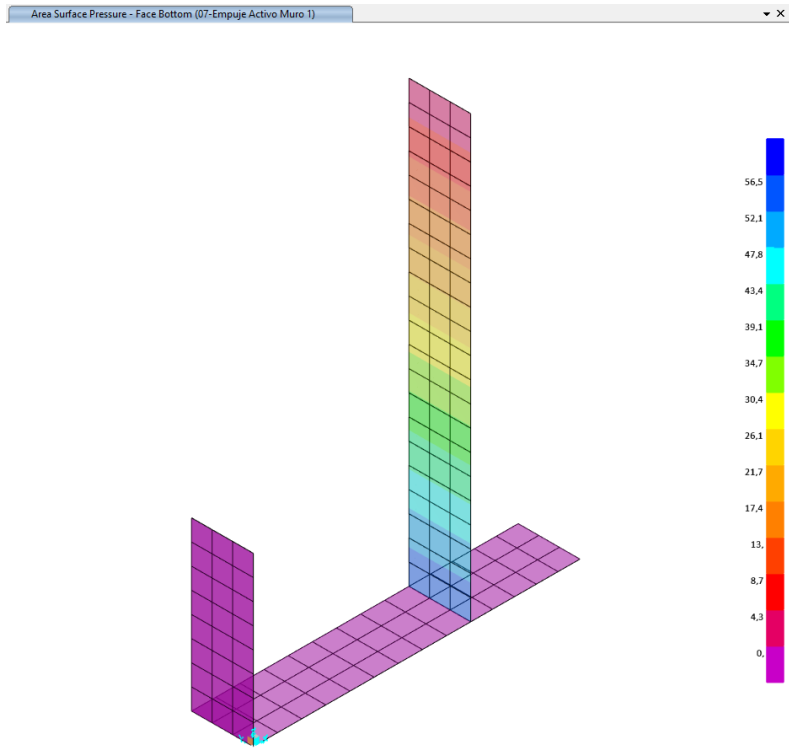
- Sobrecarga trasdós: 10 kN/m² en el exterior del muro en U:



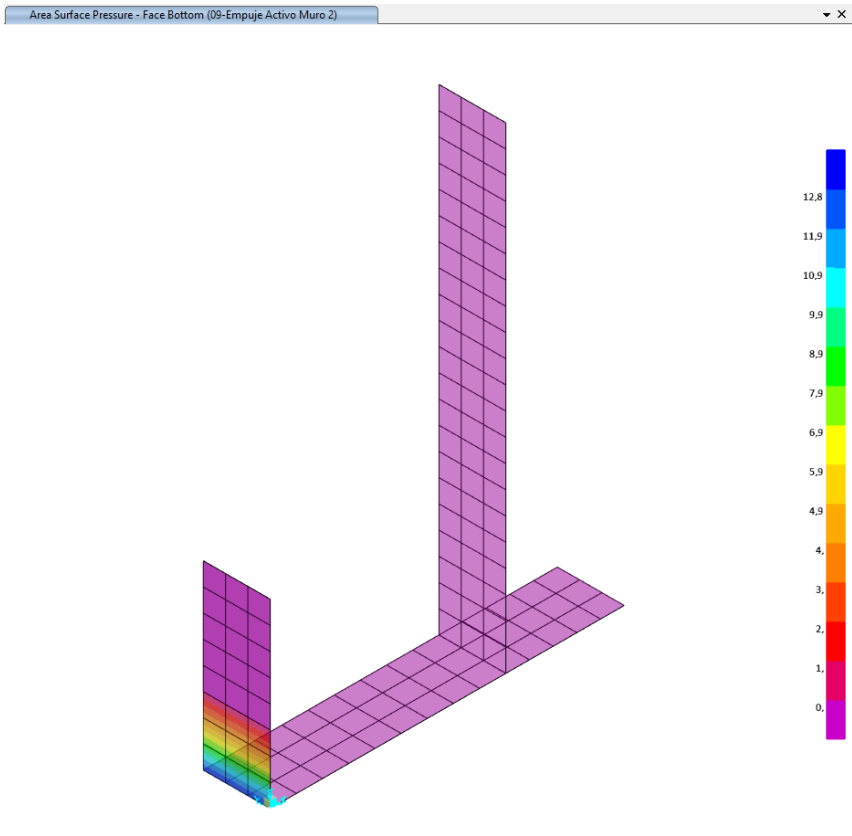
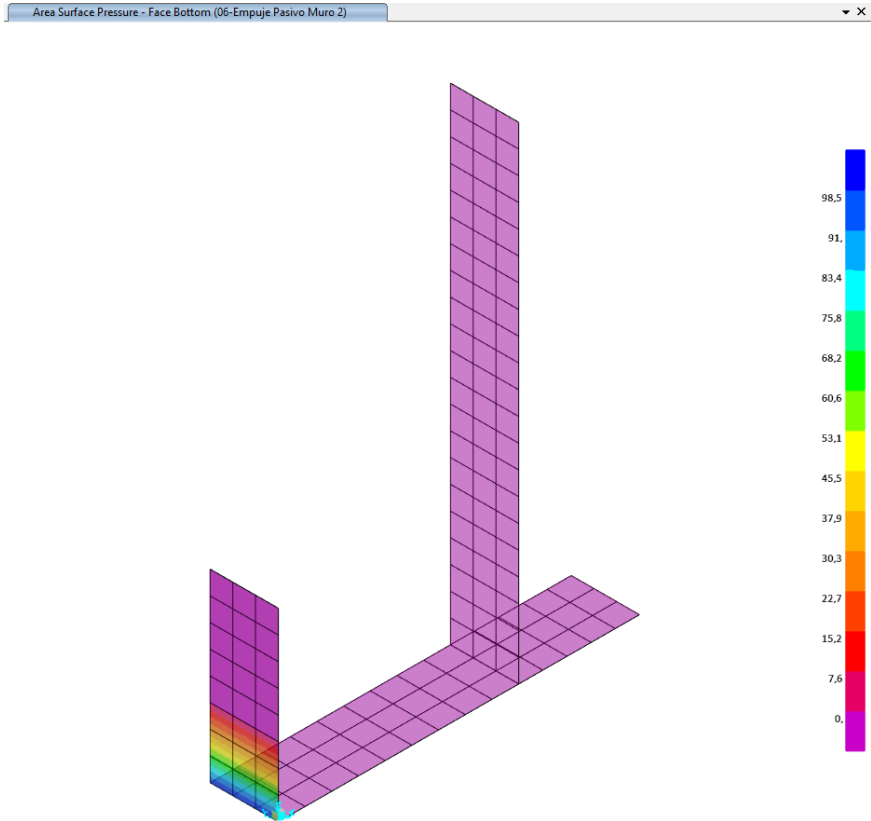
Sobrecarga intradós: 10 kN/m2en el interior del muro en U:



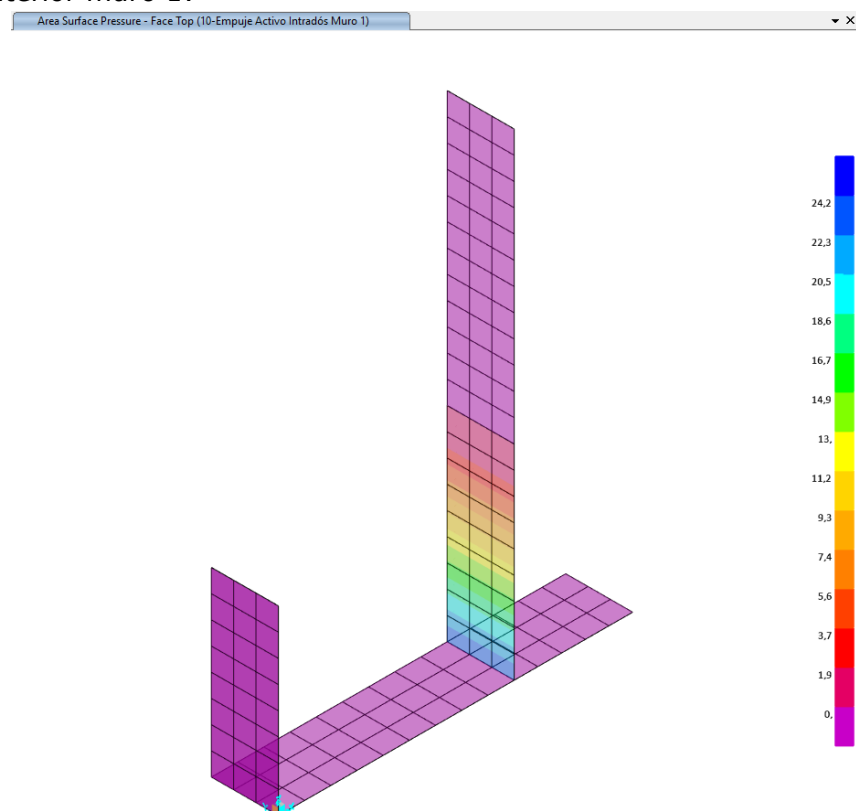
- Empujes exteriores muro 1:



- Empujes exteriores muro 2:

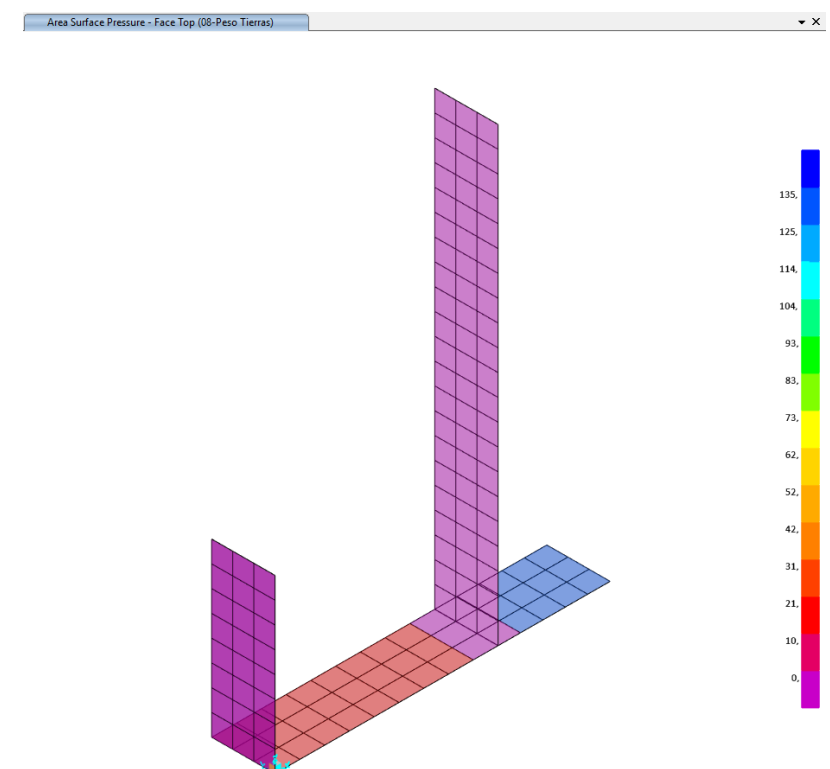


- Empuje interior muro 1:



- Empuje interior muro 2:

- Peso de tierras sobre zapata:



4.3.10 Combinaciones de carga

Las combinaciones de carga consideradas en los cálculos de la estructura se muestran a continuación, teniendo en cuenta coeficientes de combinación y mayoración de cargas:

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

Coeficientes de combinación

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga de tráfico	0.40	0.40	0.00
Viento	0.60	0.20	0.00
Nivel freático	1.00	1.00	1.00

4.3.11 Verificaciones

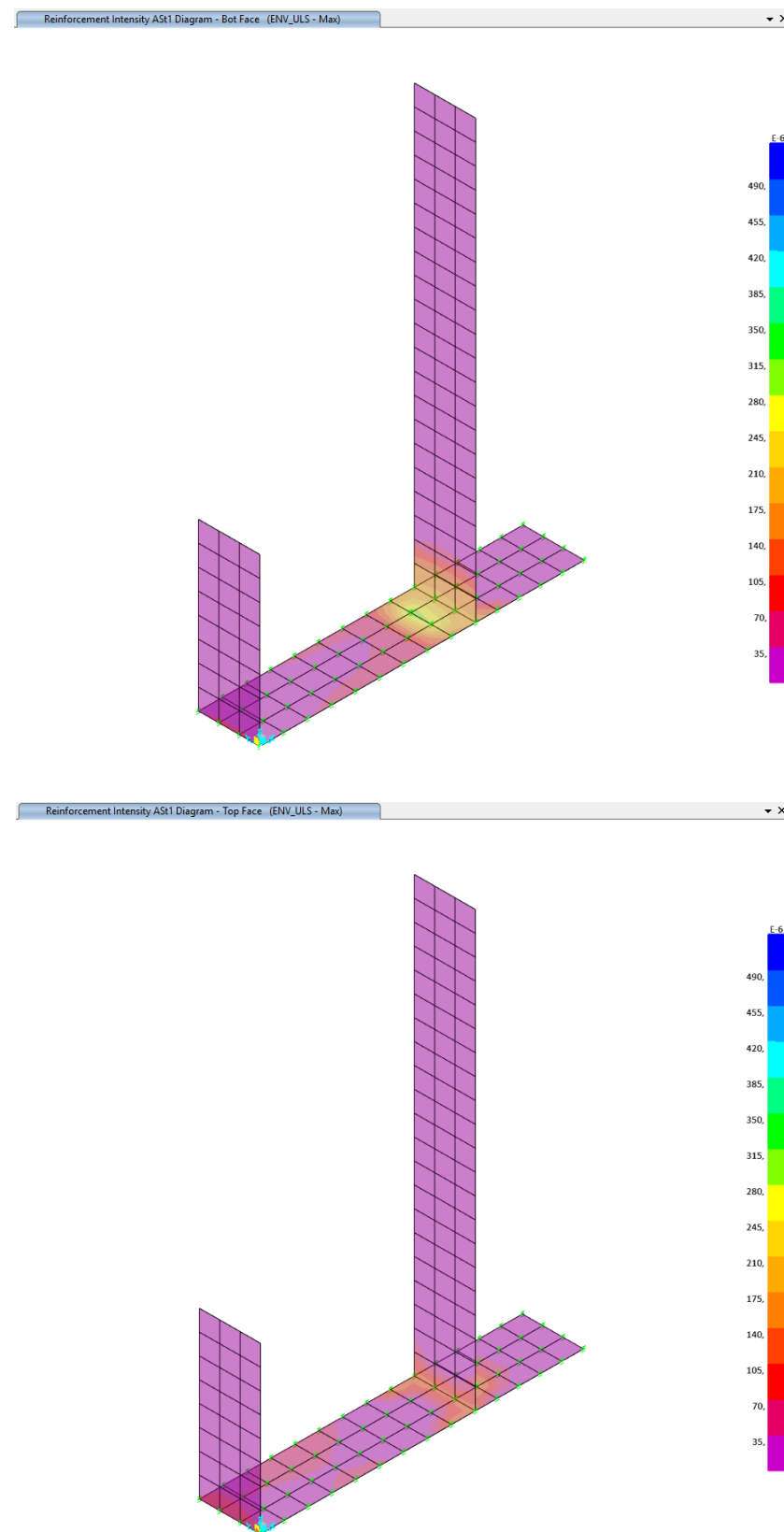
4.3.11.1 Estado Límite Último

4.3.11.1.1 Armadura a flexión

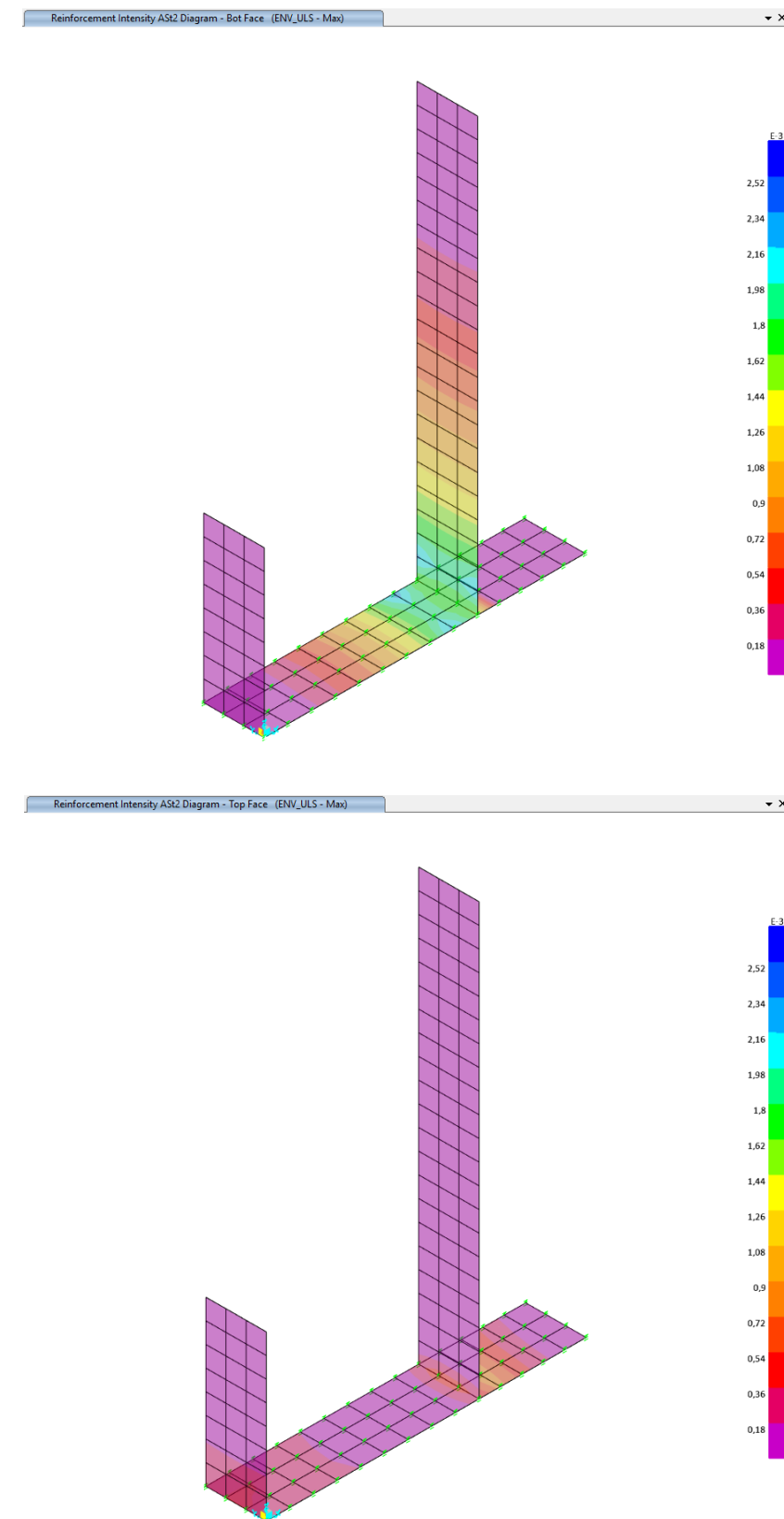
A continuación, se muestra la cantidad de acero necesaria según las hipótesis de carga a Estado Limite Ultimo en m²/m, obtenida a través del modelo 3D.

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

- Ast1 (armado horizontal en muros y transversal en cimentación):



- Ast2 muros (armado vertical en muros y longitudinal en cimentación):



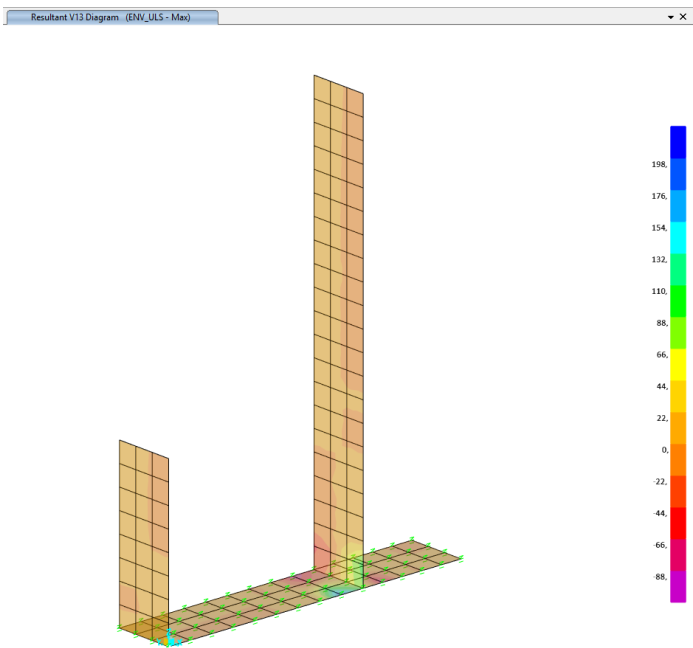
Se establece el armado a disponer de acuerdo con la demanda de armadura de las imágenes mostradas arriba y teniendo en cuenta el armado mínimo según la EHE-08:

Elemento estructural	Posición	Armado aportado	As aportado cm ² /m	As requerido - Cálculo cm ² /m	As mecánica cm ² /m	As geométrica cm ² /m
Muro 1	Vertical trasdós Max	φ16 a 0,15 m + φ16 a 0,15 m	26,81	22,06	14,88	8,73
	Vertical trasdós Min	φ16 a 0,15 m	13,40	12,40	13,02	8,73
	Vertical intradós	φ12 a 0,15 m	7,54	4,50	0,00	2,62
	Horizontal trasdós Max	φ16 a 0,30 m + φ12 a 0,30 m	10,47	1,91	2,09	8,00
	Horizontal trasdós Min	φ12 a 0,15 m	7,54	0,07	1,51	8,00
	Horizontal intradós Max	φ16 a 0,30 m + φ12 a 0,30 m	10,47	1,20	2,09	8,00
	Horizontal intradós Min	φ12 a 0,15 m	7,54	0,03	1,51	8,00
Muro 2	Vertical trasdós	φ16 a 0,15 m	13,40	3,70	8,13	4,77
	Vertical intradós	φ12 a 0,15 m	7,54	0,42	0,00	1,44
	Horizontal trasdós Max	φ16 a 0,30 m + φ12 a 0,30 m	10,47	0,70	2,09	8,00
	Horizontal trasdós Min	φ12 a 0,15 m	7,54	0,07	1,51	8,00
	Horizontal intradós Max	φ16 a 0,30 m + φ12 a 0,30 m	10,47	0,50	2,09	8,00
	Horizontal intradós Min	φ12 a 0,15 m	7,54	0,02	1,51	8,00
Cimentación	Transversal inferior Max	φ16 a 0,15 m + φ16 a 0,15 m	26,81	22,91	10,74	6,30
	Transversal inferior Min	φ16 a 0,15 m	13,40	11,53	10,74	6,30
	Transversal superior	φ16 a 0,15 m	13,40	8,97	10,74	6,30
	Longitudinal Inferior	φ16 a 0,15 m	13,40	3,10	2,68	6,30
	Longitudinal Superior	φ16 a 0,15 m	13,40	1,70	2,68	6,30

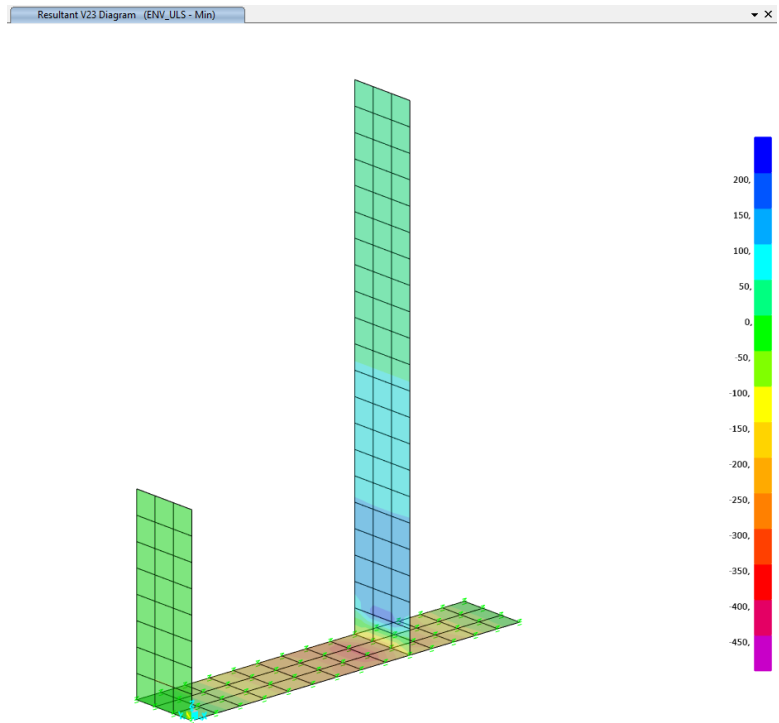
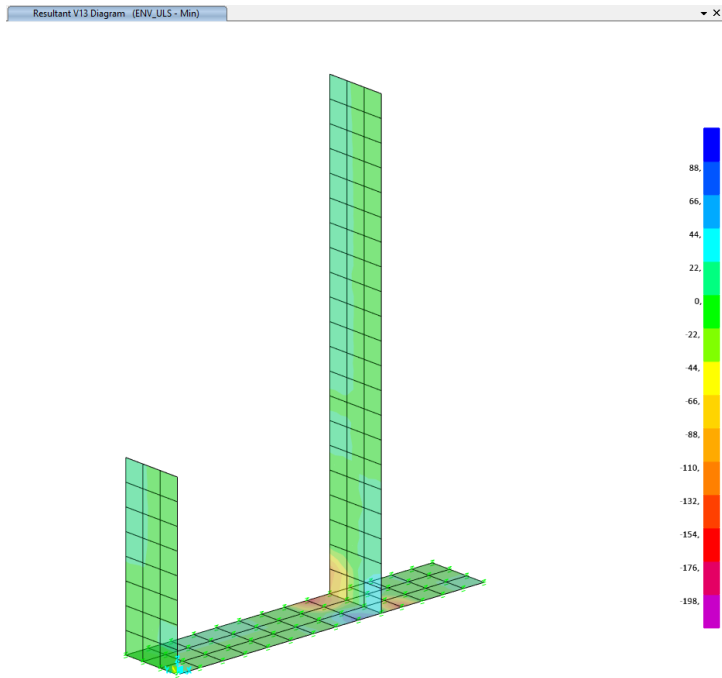
4.3.11.1.2 Armadura a cortante

Se muestran los esfuerzos de cortante para la envolvente de Estado Límite Último.

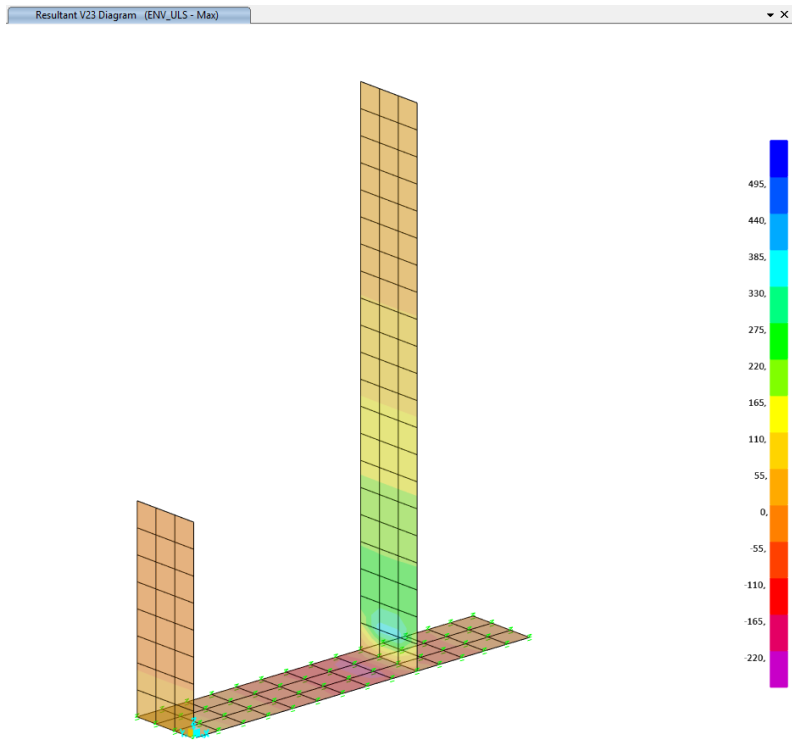
V13 ENV_ULS max (kN)



V13 ENV_ULS min (kN)



V23 ENV_uls MAX (kN)



V23 ENV_uls min (kN)

El valor máximo del esfuerzo cortante sobre la cimentación, medido a un canto de distancia del muro, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en la zapata:

$$V_{\max} = 245 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 315 \text{ kN}$$

La comprobación se ha realizado con el programa informático CivilEstudio.



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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

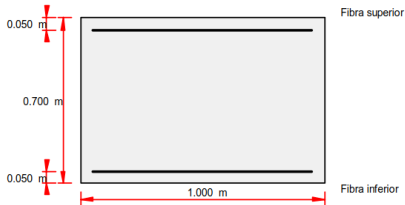
Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.700 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, $A_{s, sup}$: 13.40 cm²
Armadura en fibra inferior, $A_{s, inf}$: 13.40 cm²



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficiente de la naturaleza del árido, α : 1.0

Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00

Acero:
Denominación: AP500 S
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa

Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:
Cortante de cálculo, V_d : 245.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : 0.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 250.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t : 0.00 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd} : 0.00 MPa

$\sigma_t < f_{ctd}$ -> La sección fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.2 EHE-08):

Canto útil, d : 0.650 m
Ancho de la sección, b_0 : 1.000 m
Coeficiente ξ : 1.555
Cuantía de la armadura principal de tracción, ρ : 0.002
Resistencia efectiva del hormigón a cortante, f_{cv} : 25.00 MPa
Tensión axil media en el alma, σ'_{cd} : 0.00 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 315.0 kN

$V_d = 245.0 \text{ kN} < V_{u2} = 315.0 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo del esfuerzo cortante en el muro 1, medido a un canto de distancia de la cimentación, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en el muro 1:

$V_{max} = 241 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 384,6 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático 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

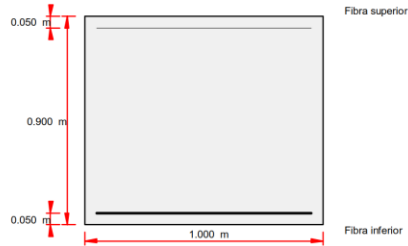
Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.900 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m
Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, A_{s, sup} : 7.54 cm²
Armadura en fibra inferior, A_{s, inf} : 13.40 cm²



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficiente de la naturaleza del árido, α : 1.0
Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50
Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00
Acero:
Denominación: AP500 S
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa



CivilEstudio

Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:

Cortante de cálculo, V_d : 241.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : 0.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 541.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t : 0.00 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd} : 0.00 MPa

$\sigma_t < f_{ctd}$ -> La sección fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.2 EHE-08):

Canto útil, d : 0.850 m
Ancho de la sección, b_0 : 1.000 m
Coeficiente ξ : 1.485
Cuantía de la armadura principal de tracción, ρ : 0.002
Resistencia efectiva del hormigón a cortante, f_{cv} : 25.00 MPa
Tensión axil media en el alma, σ'_{cd} : 0.00 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 384.6 kN

$V_d = 241.0 \text{ kN} < V_{u2} = 384.6 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo del esfuerzo cortante en el muro 2, medido a un canto de distancia de la cimentación, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en el muro 2:

$$V_{\max} = 40 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 402,2 \text{ kN}$$

La comprobación se ha realizado con el programa informático CivilEstudio.



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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

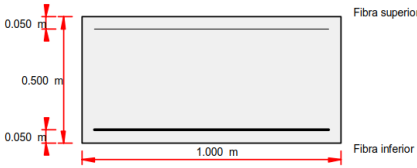
Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.500 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, A_{s, sup} : 7.54 cm²
Armadura en fibra inferior, A_{s, inf} : 13.40 cm²



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficiente de la naturaleza del árido, α : 1.0
Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50
Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00
Acero:
Denominación: AP500 S
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa

Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:
Cortante de cálculo, V_d : 40.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : 0.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 30.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t : -0.68 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd} : -1.20 MPa

σ_t > f_{ctd} -> La sección no fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.1 EHE-08):

Momento de inercia de la sección, I : 0.011 m⁴
Momento estático de la sección transversal, S : 0.033 m³
Ancho de la sección, b₀ : 1.000 m
Tensión de compresión, σ' _{cd} : 0.00 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 402.2 kN

V_d = 40.0 kN < V_{u2} = 402.2 kN -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

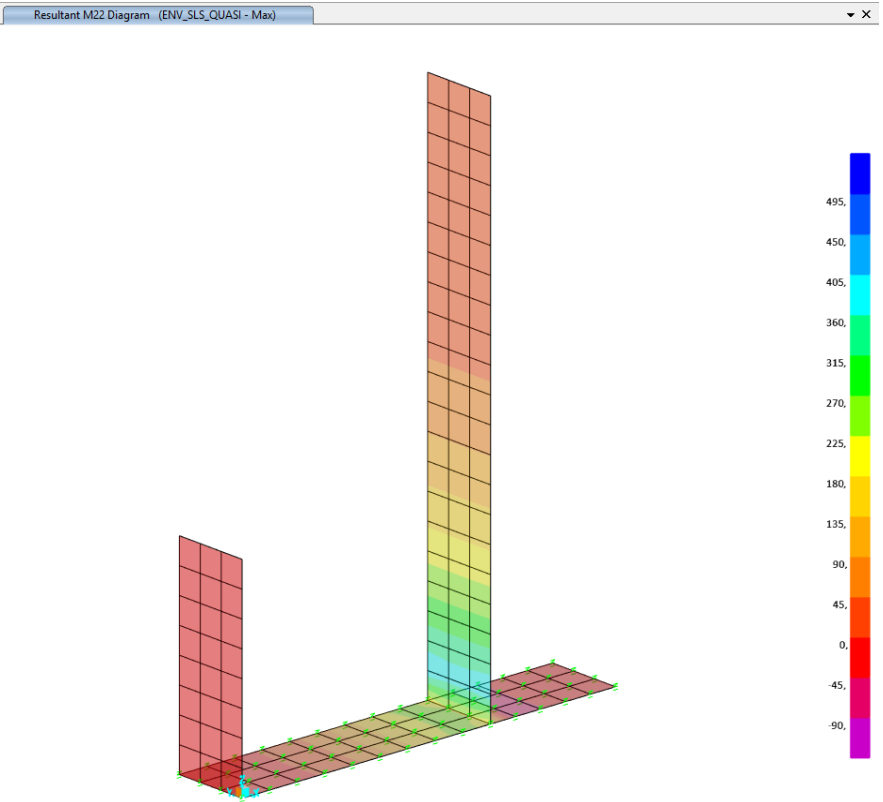
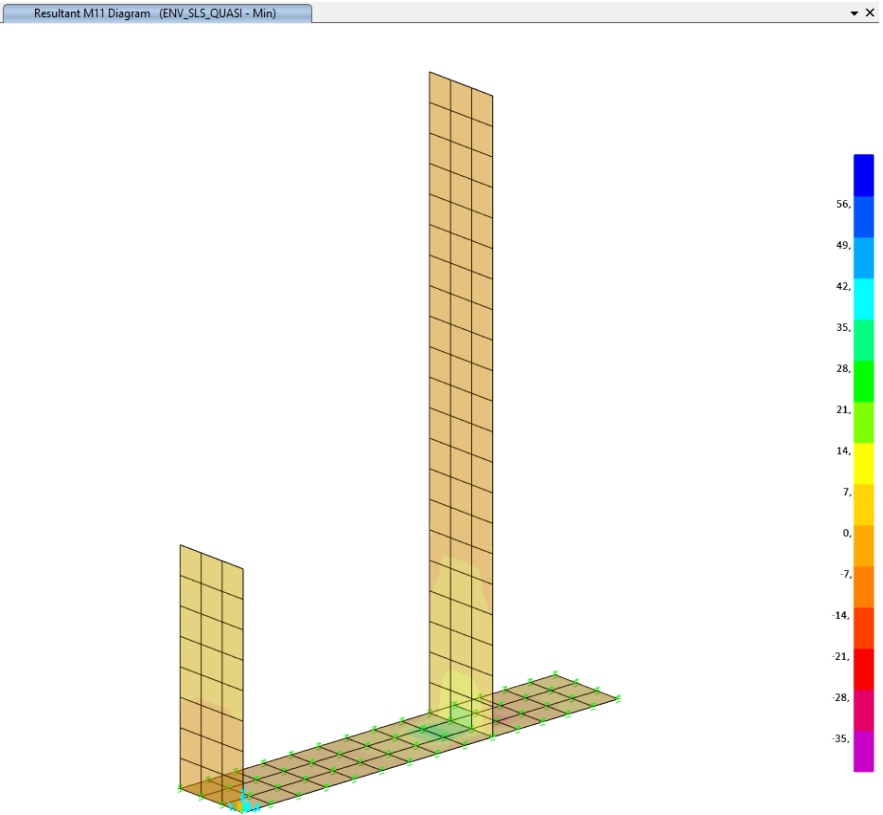
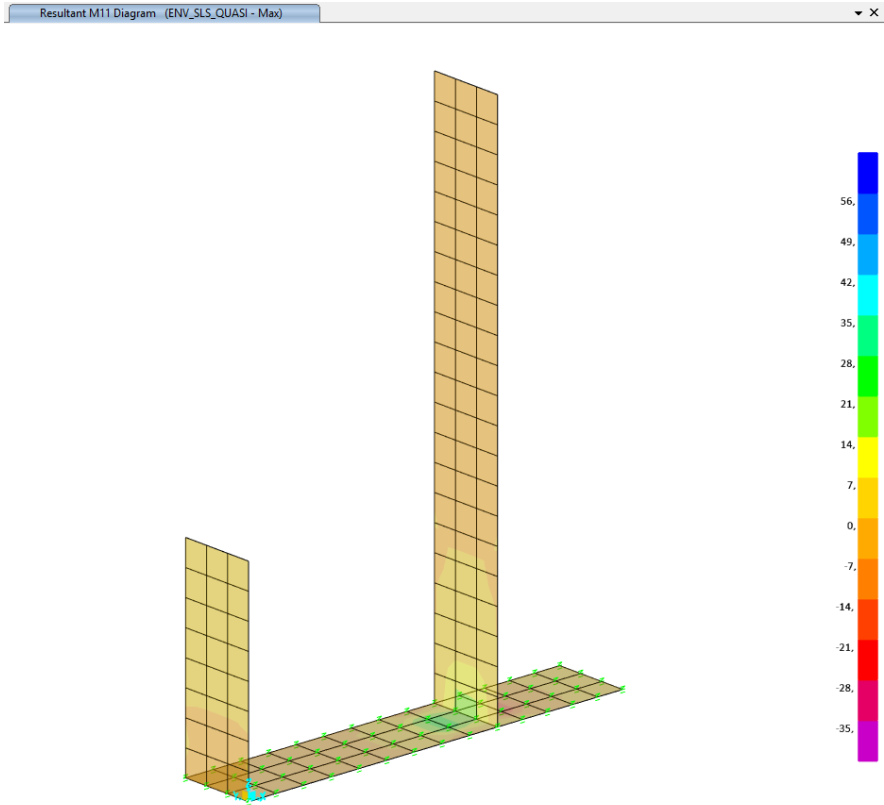
Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

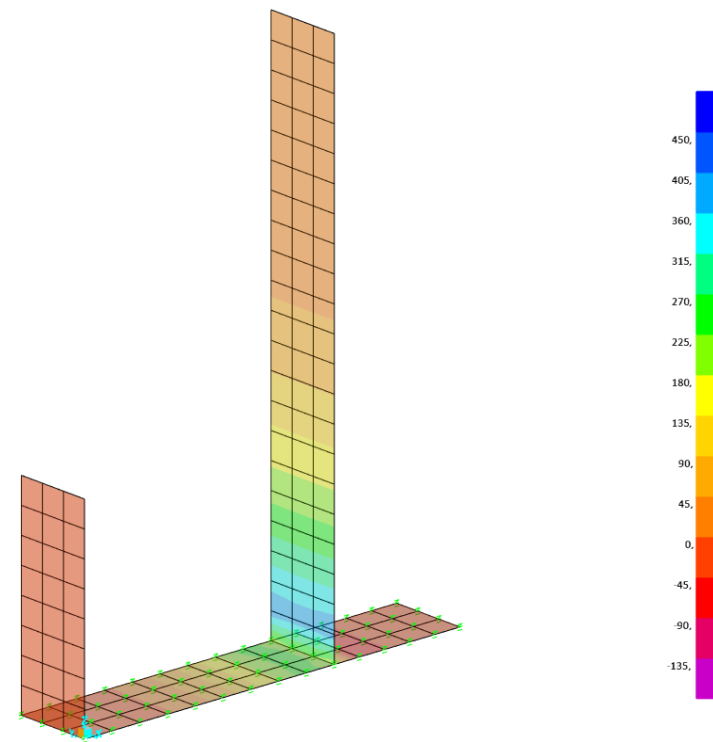
4.3.11.2 Estado Límite de Servicio

4.3.11.2.1 Fisuración

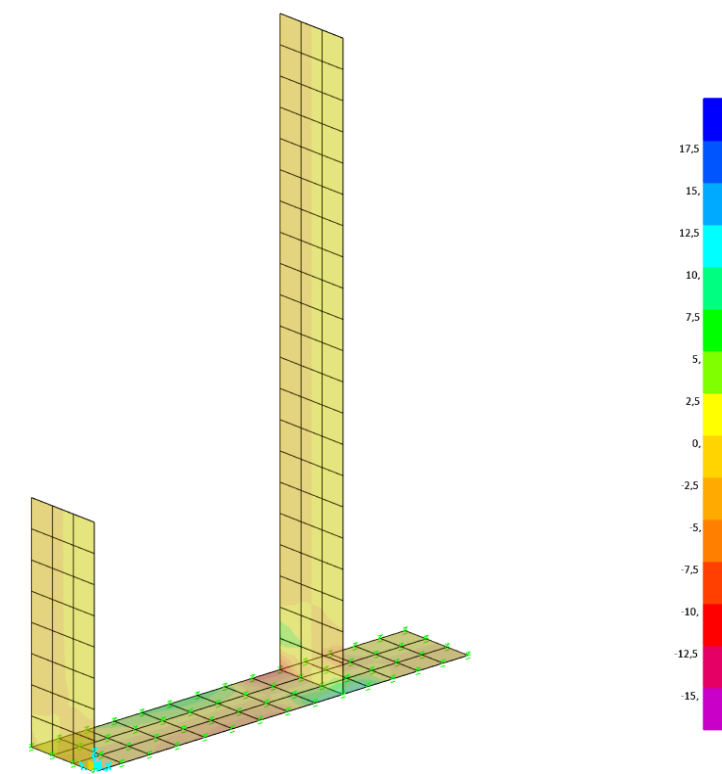
Se calcula la fisuración de la Cimentación y de los Muros- La abertura de fisura debe ser menor de 0,30 mm, de acuerdo con el apartado 4.3.2. a continuación, se muestran los esfuerzos para la combinación cuasi permanente.



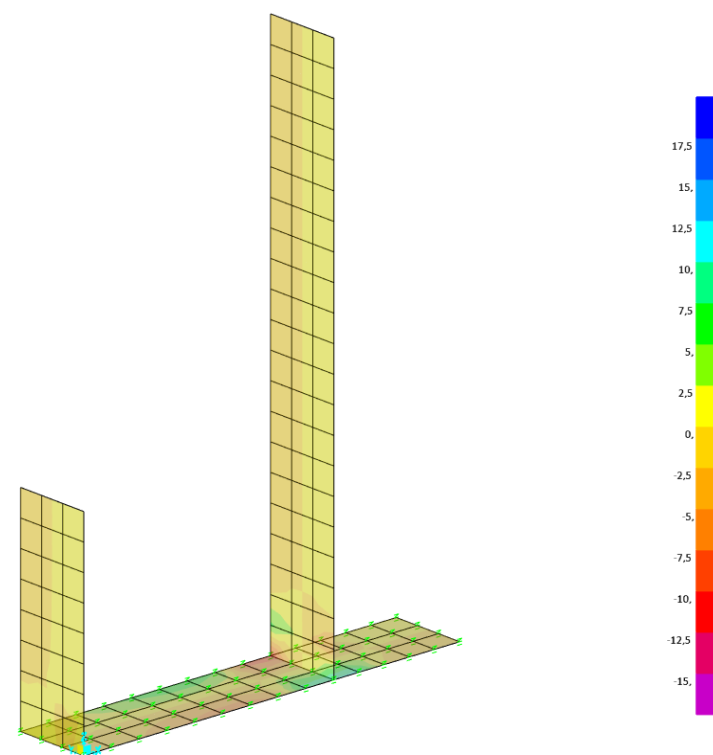
Resultant M22 Diagram (ENV_SLS_QUASI - Min)



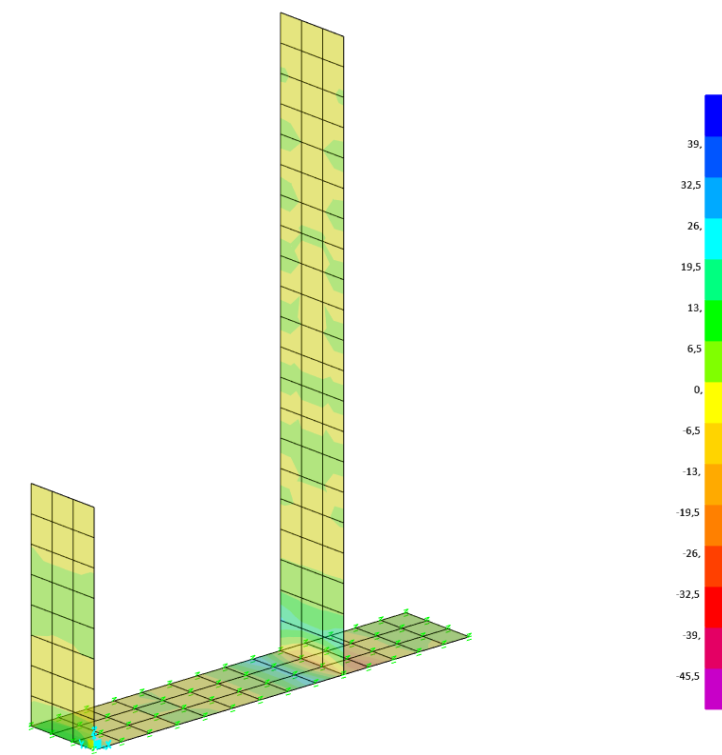
Resultant M12 Diagram (ENV_SLS_QUASI - Min)

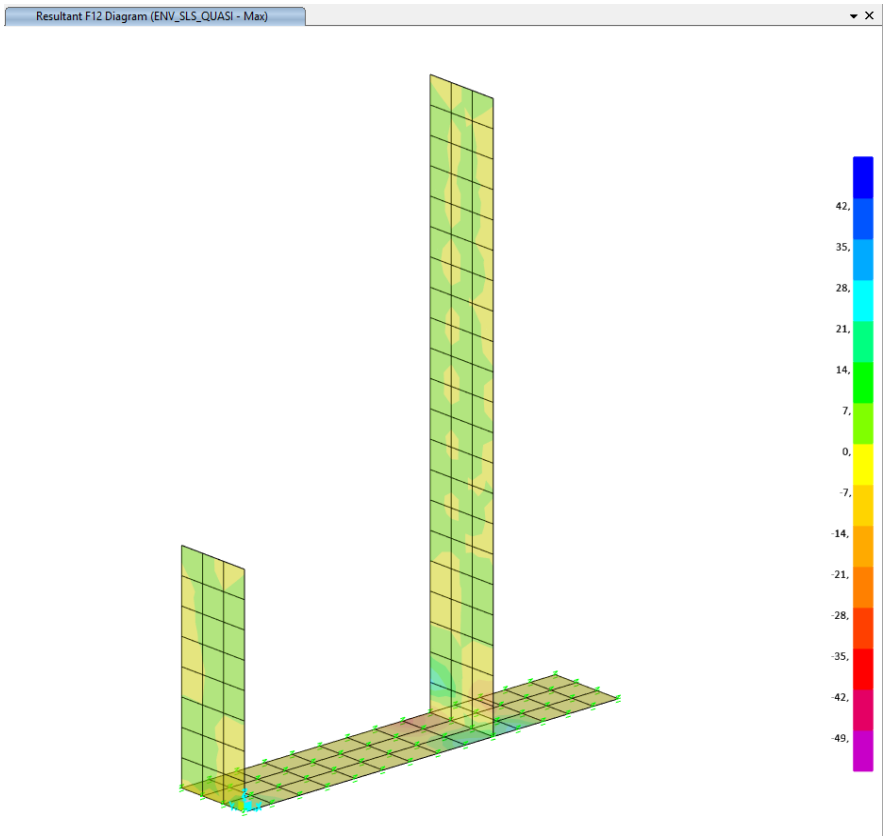
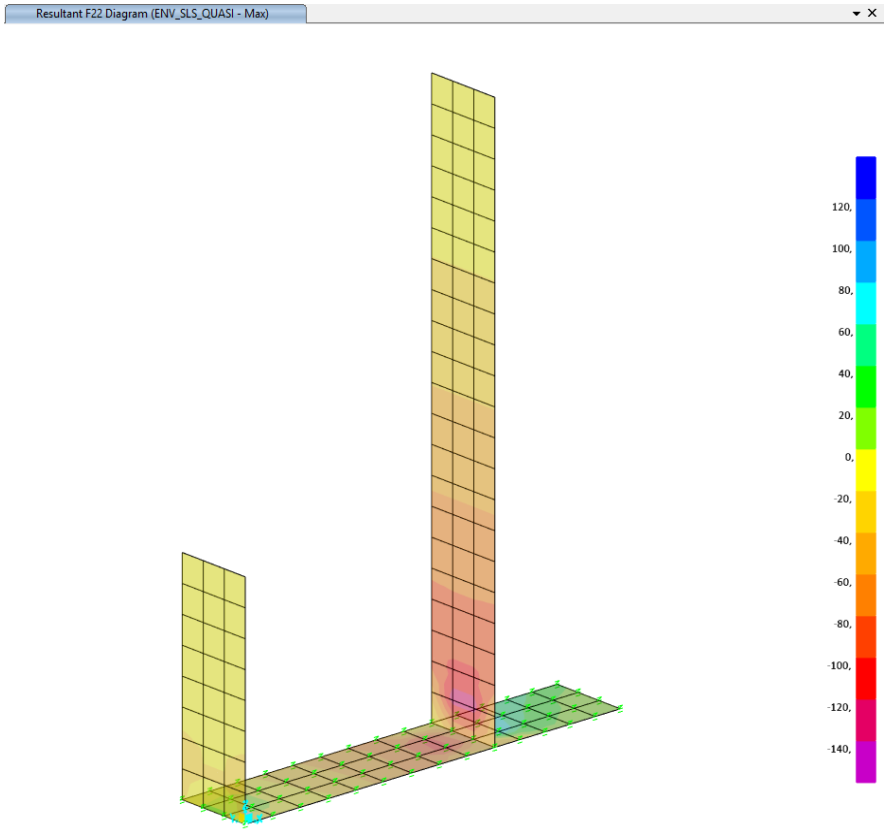
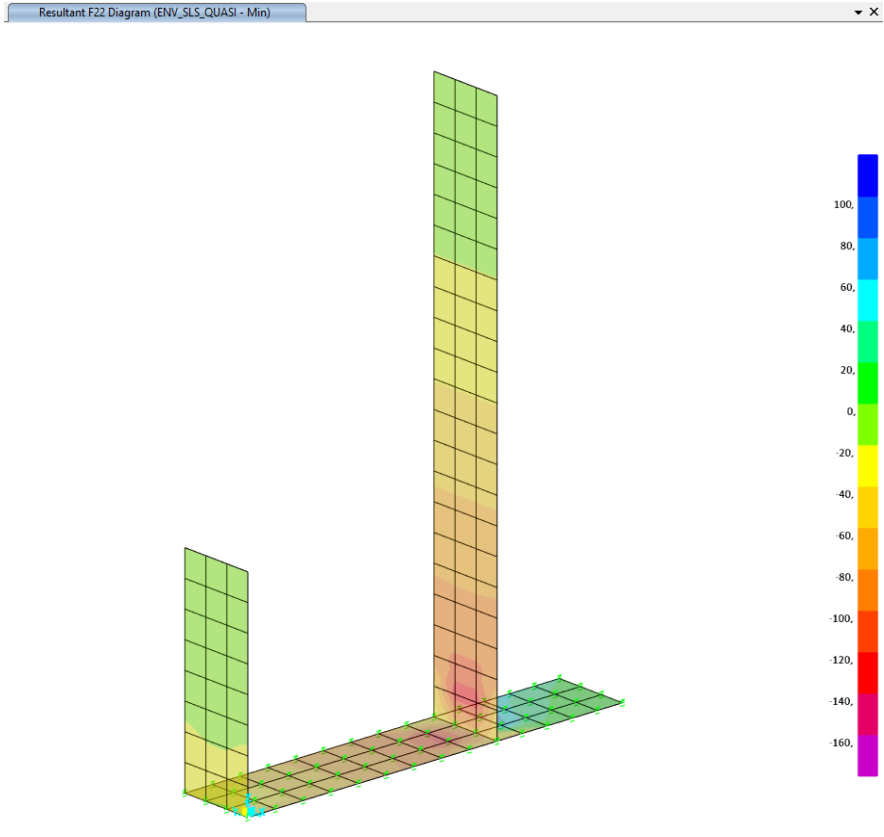
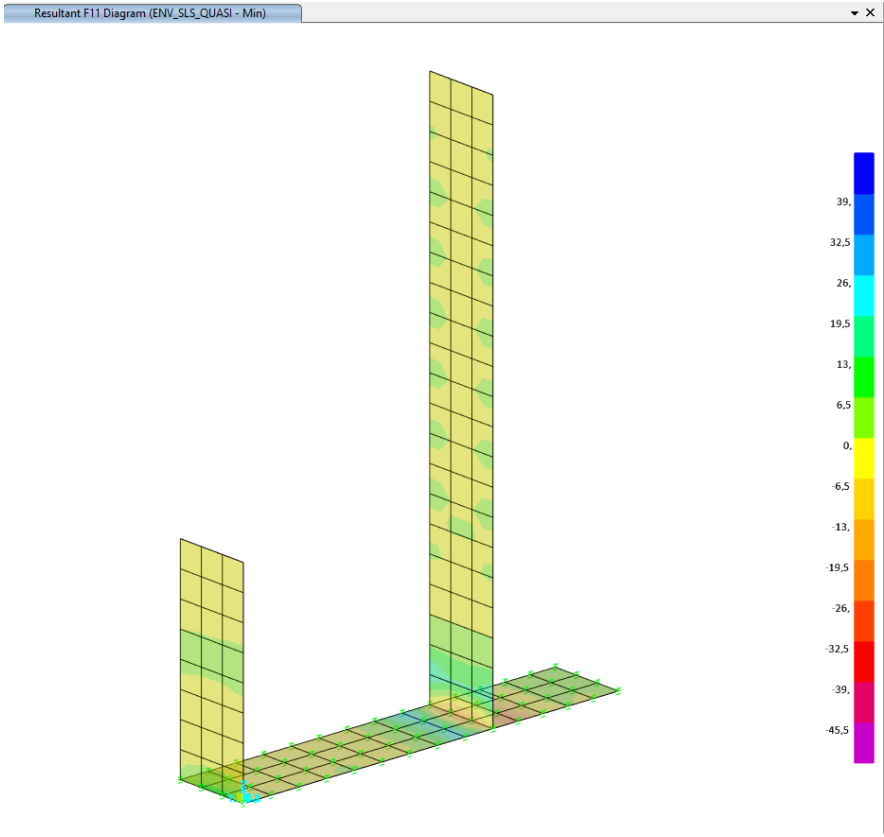


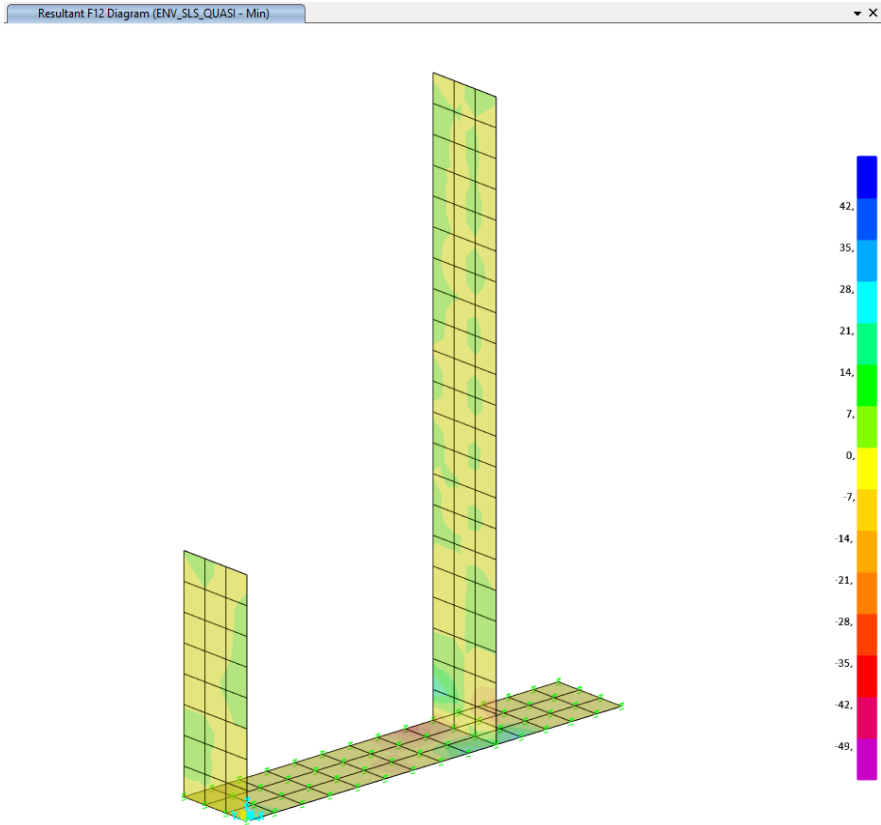
Resultant M12 Diagram (ENV_SLS_QUASI - Max)



Resultant F11 Diagram (ENV_SLS_QUASI - Max)







Cimentación – Armado transversal inferior



CivilEstudio

Programa CivilEstudio

Versión: 35 - 1, Barcelona, 2018

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

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

Cálculo de la abertura de fisura en secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008 (Artículo 49.2.4)

Geometría:

Ancho de la sección, b	:	1.000	m
Canto de la sección, h	:	0.700	m
Recubrimiento mecánico de las armaduras, r _m	:	0.050	m
Recubrimiento geométrico de las armaduras, r _g	:	0.050	m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura:

Fibra superior: 6.7Ø16
Fibra inferior : 6.7Ø16 + 6.7Ø16

Hormigón:

Denominación: HA-25

Resistencia característica a compresión, f _{ck}	:	25.0	MPa
Módulo elástico secante, E _{cm}	:	27264.0	MPa

Diagrama tensión-deformación: lineal

Módulo elástico longitudinal secante, E _{cm}	:	27264.0	MPa
---	---	---------	-----

Coefficientes de seguridad:

ELServicio, γ _c	:	1.00
----------------------------	---	------

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α _{cc}	:	1.00
---	---	------

Acero:

Denominación: AP500 S

Diagrama tensión-deformación: lineal

Límite elástico característico, f _{yk}	:	500	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E _s	:	200000	MPa
Deformación última en tracción, ε _{max,2}	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m ³

Coefficientes de seguridad:

ELServicio, γ _s	:	1.00
----------------------------	---	------

Esfuerzos de cálculo:

Axil, N _k	:	0.0	kN
Flector, M _k	:	268.0	kNm

Resultados del cálculo:



CivilEstudio

Esfuerzos de fisuración:
Axil de fisuración, N_{fs} : 0.0 kN
Flector de fisuración, M_{fs} : 228.4 kNm

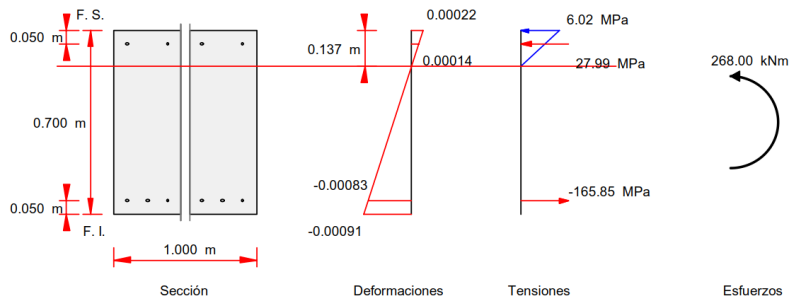
Abertura de fisura:

Fibra superior:
La fibra superior no fisura.
Tensión en la fibra superior, $\sigma_{c,fs}$: 6.02 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fl}$: -2.56 MPa

Abertura de fisura en la fibra superior, $w_{k,fs}$: **0.00 mm**

Fibra inferior :
Recubrimiento geométrico de las armaduras traccionadas, c : 50 mm
Separación entre barras, s : 75 mm
Diámetro máximo, ϕ : 16.0 mm
Sección de armadura, A_s : 26.81 cm²
Área eficaz, $A_{c,eficaz}$: 1750.00 cm²
Coeficiente k_1 : 0.125
Coeficiente k_2 : 0.500
Tensión de la armadura correspondiente a los esfuerzos de cálculo, σ_s : -165.85 MPa
Tensión de la armadura correspondiente a los esfuerzos de fisuración, σ_{sr} : -141.37 MPa
Coeficiente β : 1.700
Separación media de fisuras, S_m : 167 mm
Alargamiento medio de las armaduras, α_{sm} : 0.00053

Abertura de fisura en la fibra inferior, $w_{k,fi}$: **0.15 mm**



Cimentación – Armado transversal superior



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

Cálculo de la abertura de fisura en secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008 (Artículo 49.2.4)

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.700 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras, r_m : 0.050 m
Recubrimiento geométrico de las armaduras, r_g : 0.050 m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura:
Fibra superior: 6.7Ø16
Fibra inferior : 6.7Ø16 + 6.7Ø16

Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Módulo elástico secante, E_{cm} : 27264.0 MPa

Diagrama tensión-deformación: lineal
Módulo elástico longitudinal secante, E_{cm} : 27264.0 MPa

Coeficientes de seguridad:
ELServicio, γ_c : 1.00

Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00

Acero:

Denominación: AP500 S
Diagrama tensión-deformación: lineal
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa
Deformación última en tracción, $\epsilon_{max,2}$: -0.01000
Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m³

Coeficientes de seguridad:
ELServicio, γ_s : 1.00

Esfuerzos de cálculo:
Axil, N_k : 0.0 kN
Flector, M_k : -107.0 kNm

Resultados del cálculo:

Cimentación – Armado longitudinal inferior



CivilEstudio

Esfuerzos de fisuración:
Axil de fisuración, N_{fs} : 0.0 kN
Flector de fisuración, M_{fs} : -223.9 kNm

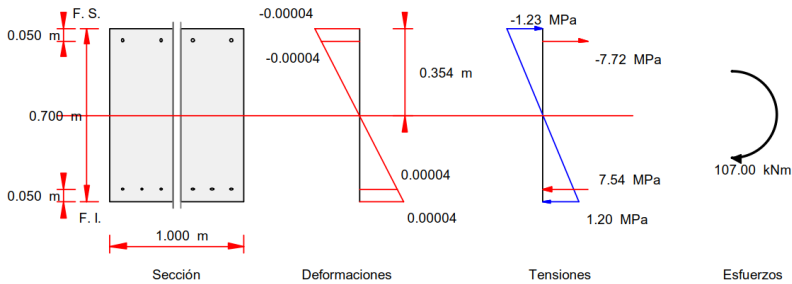
Abertura de fisura:

Fibra superior:
La fibra superior no fisura.
Tensión en la fibra superior, $\sigma_{c,FS}$: -1.23 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fl}$: -2.56 MPa

Abertura de fisura en la fibra superior, w_k,FS : 0.00 mm

Fibra inferior :
La fibra inferior no fisura.
Tensión en la fibra inferior, $\sigma_{c,FI}$: 1.20 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fi}$: -2.56 MPa

Abertura de fisura en la fibra inferior, w_k,FI : 0.00 mm



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

Cálculo de la abertura de fisura en secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008 (Artículo 49.2.4)

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.700 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras, r_m : 0.050 m
Recubrimiento geométrico de las armaduras, r_g : 0.050 m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura:
Fibra superior: 6.7Ø16
Fibra inferior : 6.7Ø16

Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Módulo elástico secante, E_{cm} : 27264.0 MPa

Diagrama tensión-deformación: lineal
Módulo elástico longitudinal secante, E_{cm} : 27264.0 MPa

Coefficientes de seguridad:
ELServicio, γ_c : 1.00

Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00

Acero:

Denominación: AP500 S
Diagrama tensión-deformación: lineal
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa
Deformación última en tracción, $\epsilon_{max,2}$: -0.01000
Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m³

Coefficientes de seguridad:
ELServicio, γ_s : 1.00

Esfuerzos de cálculo:
Axil, N_k : 0.0 kN
Flector, M_k : 30.0 kNm

Resultados del cálculo:



CivilEstudio

Esfuerzos de fisuración:
Axil de fisuración, N_{fis} : 0.0 kN
Flector de fisuración, M_{fis} : 220.7 kNm

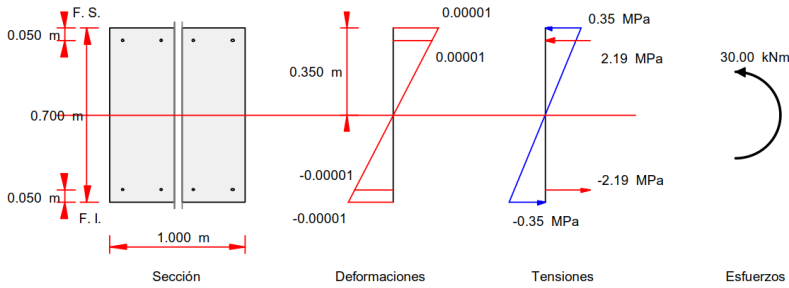
Abertura de fisura:

Fibra superior:
La fibra superior no fisura.
Tensión en la fibra superior, $\sigma_{c,FS}$: 0.35 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fl}$: -2.56 MPa

Abertura de fisura en la fibra superior, $w_{k,FS}$: **0.00 mm**

Fibra inferior :
La fibra inferior no fisura.
Tensión en la fibra inferior, $\sigma_{c,FI}$: -0.35 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fi}$: -2.56 MPa

Abertura de fisura en la fibra inferior, $w_{k,FI}$: **0.00 mm**



Cimentación – Armado longitudinal superior



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

Cálculo de la abertura de fisura en secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008 (Artículo 49.2.4)

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.700 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras, r_m : 0.050 m
Recubrimiento geométrico de las armaduras, r_g : 0.050 m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura:
Fibra superior: 6.7Ø16
Fibra inferior : 6.7Ø16

Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Módulo elástico secante, E_{cm} : 27264.0 MPa

Diagrama tensión-deformación: lineal
Módulo elástico longitudinal secante, E_{cm} : 27264.0 MPa

Coefficientes de seguridad:
ELServicio, γ_c : 1.00

Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00

Acero:

Denominación: AP500 S
Diagrama tensión-deformación: lineal
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa
Deformación última en tracción, $\epsilon_{max,2}$: -0.01000
Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m³

Coefficientes de seguridad:
ELServicio, γ_s : 1.00

Esfuerzos de cálculo:
Axil, N_k : 0.0 kN
Flector, M_k : -27.0 kNm

Resultados del cálculo:

Muro 1 – Armado vertical trasdós



CivilEstudio

Esfuerzos de fisuración:
Axil de fisuración, N_{fs} : 0.0 kN
Flector de fisuración, M_{fs} : -220.7 kNm

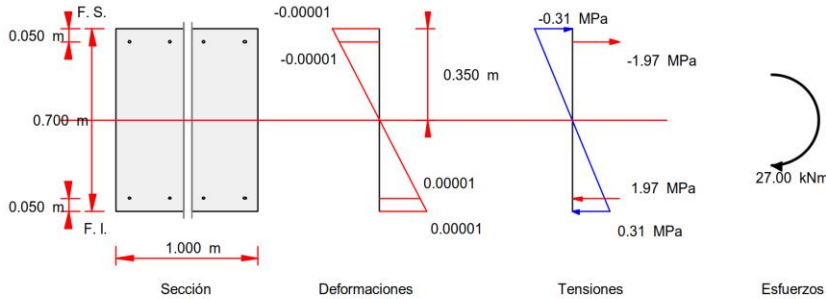
Abertura de fisura:

Fibra superior:
La fibra superior no fisura.
Tensión en la fibra superior, σ_{c,fs} : -0.31 MPa
Resistencia a la flexotracción, f_{ctm,fl} : -2.56 MPa

Abertura de fisura en la fibra superior, w_{k,fs} : 0.00 mm

Fibra inferior :
La fibra inferior no fisura.
Tensión en la fibra inferior, σ_{c,fi} : 0.31 MPa
Resistencia a la flexotracción, f_{ctm,fi} : -2.56 MPa

Abertura de fisura en la fibra inferior, w_{k,fi} : 0.00 mm



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

Cálculo de la abertura de fisura en secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008 (Artículo 49.2.4)

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.970 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras, r_m : 0.050 m
Recubrimiento geométrico de las armaduras, r_g : 0.050 m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura:
Fibra superior: 6.7Ø12
Fibra inferior : 6.7Ø16 + 6.7Ø16

Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Módulo elástico secante, E_{cm} : 27264.0 MPa

Diagrama tensión-deformación: lineal
Módulo elástico longitudinal secante, E_{cm} : 27264.0 MPa

Coefficientes de seguridad:
ELServicio, γ_c : 1.00

Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00

Acero:

Denominación: AP500 S
Diagrama tensión-deformación: lineal
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa
Deformación última en tracción, ε_{max,2} : -0.01000
Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m³

Coefficientes de seguridad:
ELServicio, γ_s : 1.00

Esfuerzos de cálculo:
Axil, N_k : 0.0 kN
Flector, M_k : 404.0 kNm

Resultados del cálculo:



CivilEstudio

Esfuerzos de fisuración:
Axil de fisuración, N_{fis} : 0.0 kN
Flector de fisuración, M_{fis} : 428.4 kNm

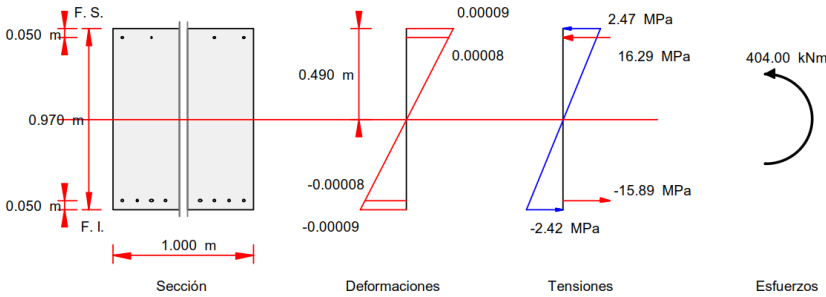
Abertura de fisura:

Fibra superior:
La fibra superior no fisura.
Tensión en la fibra superior, $\sigma_{c,FS}$: 2.47 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fl}$: -2.56 MPa

Abertura de fisura en la fibra superior, w_k,FS : 0.00 mm

Fibra inferior :
La fibra inferior no fisura.
Tensión en la fibra inferior, $\sigma_{c,FI}$: -2.42 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fl}$: -2.56 MPa

Abertura de fisura en la fibra inferior, w_k,FI : 0.00 mm



Muro 1 – Armado vertical intradós

Este armado se encuentra comprimido, por lo tanto, la abertura de fisura es $w_k = 0$ mm.

Muro 1 – Armado horizontal trasdós



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

Cálculo de la abertura de fisura en secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008 (Artículo 49.2.4)

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.970 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras, r_m : 0.050 m
Recubrimiento geométrico de las armaduras, r_g : 0.050 m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura:
Fibra superior: 6.7Ø12
Fibra inferior : 3.3Ø16 + 3.3Ø12

Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Módulo elástico secante, E_{cm} : 27264.0 MPa

Diagrama tensión-deformación: lineal
Módulo elástico longitudinal secante, E_{cm} : 27264.0 MPa

Coefficientes de seguridad:
ELServicio, γ_c : 1.00

Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00

Acero:

Denominación: AP500 S
Diagrama tensión-deformación: lineal
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa
Deformación última en tracción, $\epsilon_{max,2}$: -0.01000
Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m³

Coefficientes de seguridad:
ELServicio, γ_s : 1.00

Esfuerzos de cálculo:
Axil, N_k : 0.0 kN
Flector, M_k : 18.0 kNm

Resultados del cálculo:



CivilEstudio

Esfuerzos de fisuración:

Axil de fisuración, N_{fs}	:	0.0 kN
Flector de fisuración, M_{fs}	:	414.3 kNm

Abertura de fisura:

Fibra superior:

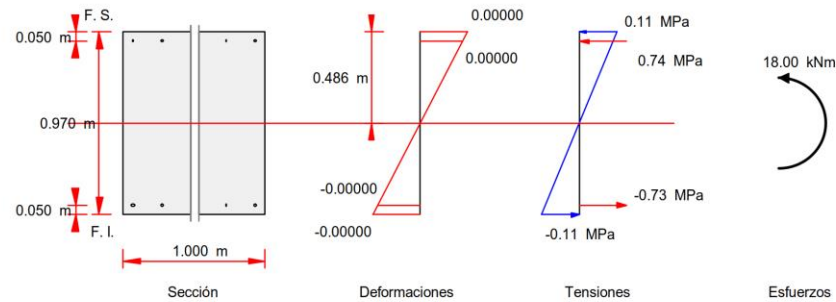
La fibra superior no fisura.		
Tensión en la fibra superior, $\sigma_{c,fs}$	:	0.11 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fl}$	:	-2.56 MPa

Abertura de fisura en la fibra superior, $w_{k,fs}$: 0.00 mm

Fibra inferior :

La fibra inferior no fisura.		
Tensión en la fibra inferior, $\sigma_{c,fi}$	:	-0.11 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fi}$	:	-2.56 MPa

Abertura de fisura en la fibra inferior, $w_{k,fi}$: 0.00 mm



Muro 1 – Armado horizontal intradós

Este armado se encuentra comprimido, por lo tanto, la abertura de fisura es $w_k = 0$ mm.

Muro 2 – Armado vertical trasdós



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

Cálculo de la abertura de fisura en secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008 (Artículo 49.2.4)

Geometría:

Ancho de la sección, b	:	1.000 m
Canto de la sección, h	:	0.530 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras, r_m	:	0.050 m
Recubrimiento geométrico de las armaduras, r_g	:	0.050 m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura:

Fibra superior:	6.7Ø12
Fibra inferior :	6.7Ø16

Hormigón:

Denominación: HA-25

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	25.0 MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	27264.0 MPa

Diagrama tensión-deformación: lineal

Módulo elástico longitudinal secante, E_{cm}	:	27264.0 MPa
--	---	-------------

Coefficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
------------------------	---	------

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
---	---	------

Acero:

Denominación: AP500 S

Diagrama tensión-deformación: lineal

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s	:	200000 MPa
Deformación última en tracción, $\epsilon_{max,2}$	:	-0.01000
Densidad del acero, γ	:	77.0 kN/m ³

Coefficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
------------------------	---	------

Esfuerzos de cálculo:

Axil, N_k	:	0.0 kN
Flector, M_k	:	28.0 kNm

Resultados del cálculo:



CivilEstudio

Esfuerzos de fisuración:

Axil de fisuración, N_{fis}	:	0.0 kN
Flector de fisuración, M_{fis}	:	135.6 kNm

Abertura de fisura:

Fibra superior:

La fibra superior no fisura.

Tensión en la fibra superior, $\sigma_{c,FS}$	:	0.57 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fl}$	:	-2.74 MPa

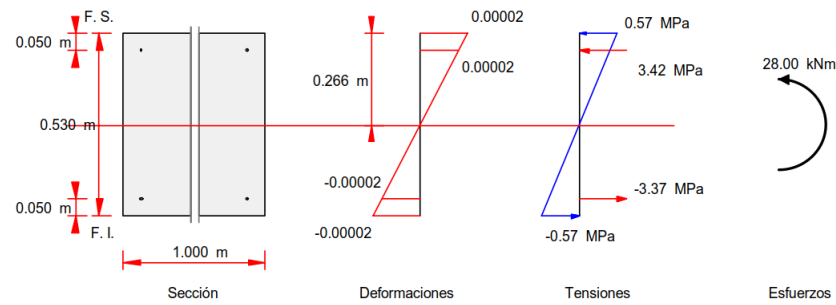
Abertura de fisura en la fibra superior, w_k,FS : 0.00 mm

Fibra inferior :

La fibra inferior no fisura.

Tensión en la fibra inferior, $\sigma_{c,FI}$	:	-0.57 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fl}$	:	-2.74 MPa

Abertura de fisura en la fibra inferior, w_k,FI : 0.00 mm



Muro 2 – Armado vertical intradós

Este armado se encuentra comprimido, por lo tanto, la abertura de fisura es $w_k = 0$ mm.

Muro 2 – Armado horizontal trasdós



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

Cálculo de la abertura de fisura en secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008 (Artículo 49.2.4)

Geometría:

Ancho de la sección, b	:	1.000 m
Canto de la sección, h	:	0.530 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras, r_m	:	0.050 m
Recubrimiento geométrico de las armaduras, r_g	:	0.050 m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura:

Fibra superior:	6.7Ø12
Fibra inferior :	6.7Ø16 + 3.3Ø12

Hormigón:

Denominación: HA-25	
Resistencia característica a compresión, f_{ck}	: 25.0 MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	: 27264.0 MPa

Diagrama tensión-deformación: lineal	
Módulo elástico longitudinal secante, E_{cm}	: 27264.0 MPa

Coefficientes de seguridad:	
ELServicio, γ_c	: 1.00

Factores de cansancio del hormigón:	
Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	: 1.00

Acero:

Denominación: AP500 S

Diagrama tensión-deformación: lineal	
Límite elástico característico, f_{yk}	: 500 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s	: 200000 MPa
Deformación última en tracción, $\epsilon_{max,2}$	: -0.01000
Densidad del acero, γ	: 77.0 kN/m ³

Coefficientes de seguridad:	
ELServicio, γ_s	: 1.00

Esfuerzos de cálculo:

Axil, N_k	:	0.0 kN
Flector, M_k	:	3.0 kNm

Resultados del cálculo:



CivilEstudio

Esfuerzos de fisuración:
Axil de fisuración, N_{fis} : 0.0 kN
Flector de fisuración, M_{fis} : 137.2 kNm

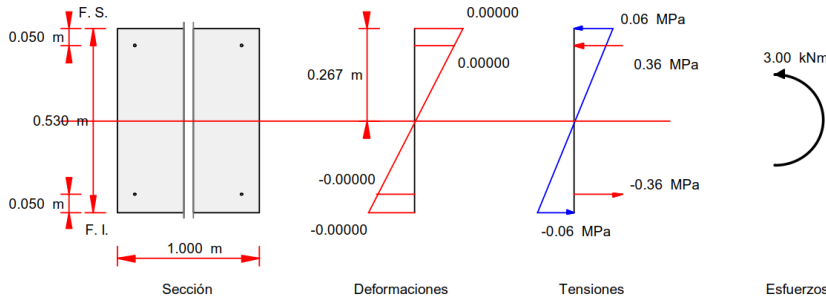
Abertura de fisura:

Fibra superior:
La fibra superior no fisura.
Tensión en la fibra superior, $\sigma_{c,fs}$: 0.06 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fl}$: -2.74 MPa

Abertura de fisura en la fibra superior, $w_{k,fs}$: 0.00 mm

Fibra inferior :
La fibra inferior no fisura.
Tensión en la fibra inferior, $\sigma_{c,fi}$: -0.06 MPa
Resistencia a la flexotracción, $f_{ctm,fi}$: -2.74 MPa

Abertura de fisura en la fibra inferior, $w_{k,fi}$: 0.00 mm



Este armado se encuentra comprimido, por lo tanto, la abertura de fisura es $w_k = 0$ mm.

4.3.11.3 Estados Limite de Equilibrio

A continuación, se muestran los resultados de la verificación de resistencia al vuelco y deslizamiento. Estas verificaciones han sido realizadas considerando las condiciones más desfavorables, en las que el fuste del muro 1 tiene su máxima altura, 6,75m, y el fuste del muro 2 tiene su mínima altura: 1,30m.

Altura muro 1 h_{m1} =	6,75 m
Altura tierras muro 1 h_{t1} =	6,75 m
Espesor coronación e_{1m1} =	0,30 m
Espesor base e_{2m1} =	0,97 m
Ancho talón muro 1 b_{tm1} =	1,30 m
Altura muro 2 h_{m2} =	1,30 m
Altura tierras muro 2 h_{t2} =	0,60 m
Espesor coronación e_{1m2} =	0,30 m
Espesor base e_{2m2} =	0,43 m
Ancho zapata b =	4,26 m
Canto zapata c =	0,70 m
Volumen V =	8,65 m ³
x_{cdg} =	2,84 m
y_{cdg} =	2,14 m
Densidad hormigón γ_h =	25,00 kN/m ³
Densidad tierras γ_t =	20,00 kN/m ³
ϕ_k =	28 °
δ =	0 °
β =	0 °
K_0' =	0,53
K_a' =	0,36103
K_p' =	2,76983
β =	0 °
K_0'' =	0,53
K_a'' =	0,36103
K_p'' =	2,76983
Altura tierras intradós h_{ti} =	0,6 m
μ =	0,6
Sobrecarga de uso q =	10 kN/m2

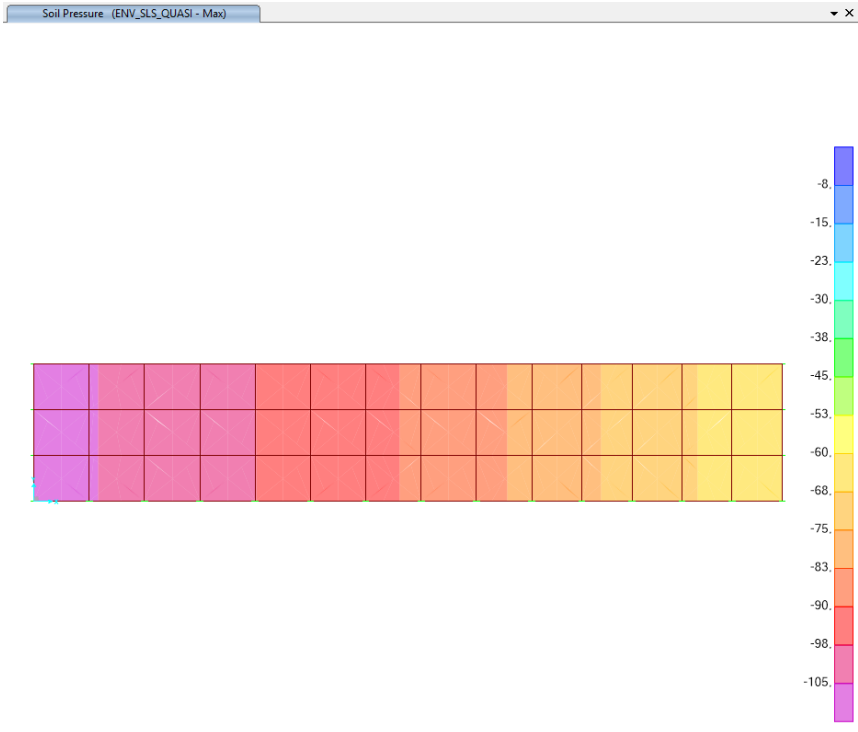
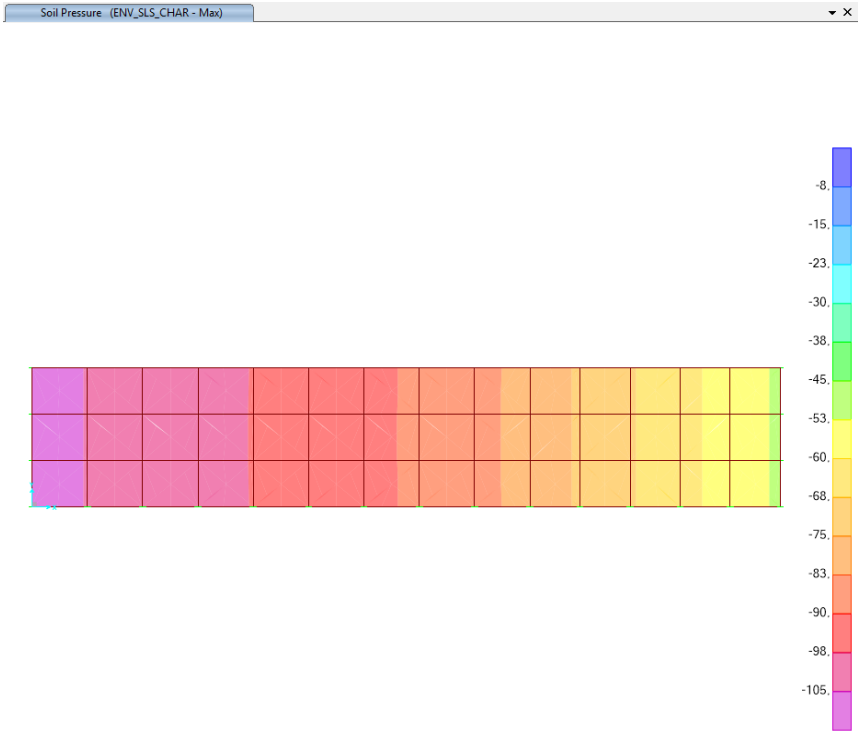
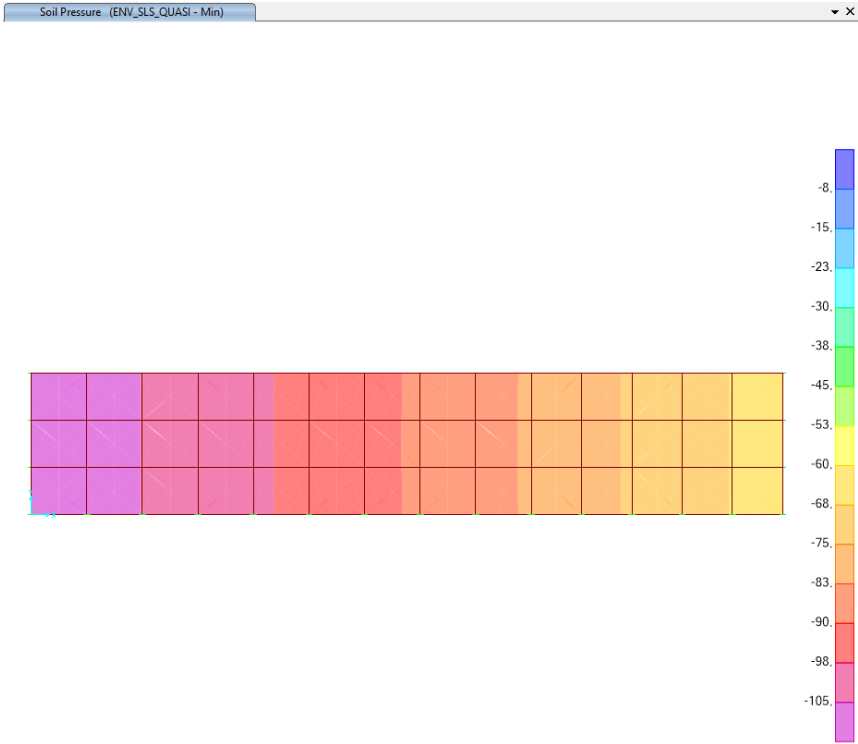
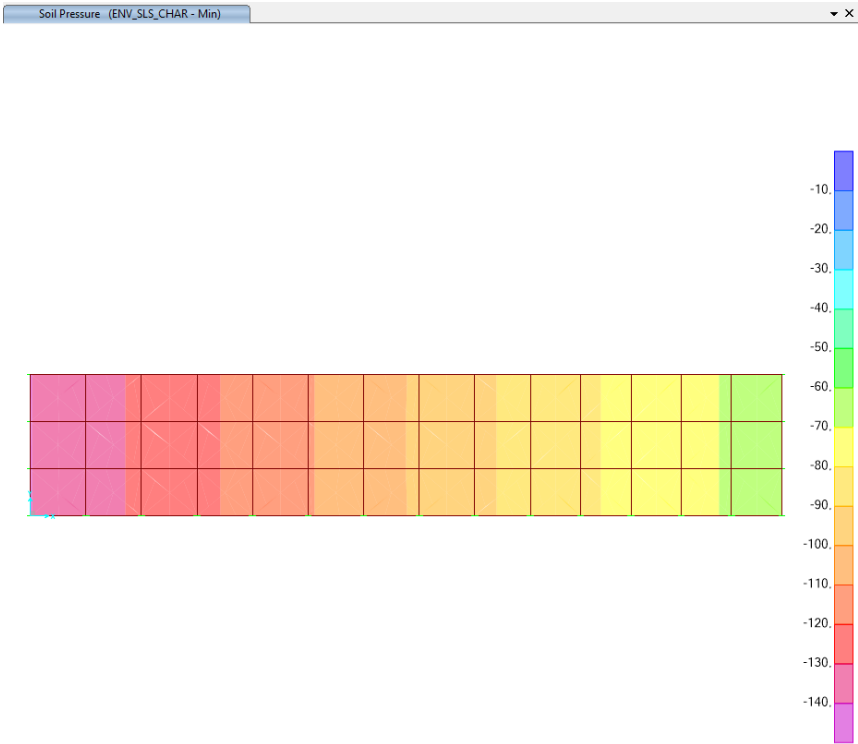
Muro 2 – Armado horizontal intradós

DESPLAZAMIENTO				
COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA				
Acción	F	F horiz. estab.	F horiz. desest.	
	kN	kN	kN	
Peso propio muro	216,32	129,79	0,00	
Peso tierras trasdós muro 1	175,50	105,30	0,00	
Peso tierras intradós	34,32	20,59	0,00	
Empuje activo trasdós muro 1	200,38	0,00	200,38	
Empuje pasivo trasdós muro 2	46,81	46,81	0,00	
Empuje sobrecarga de uso muro 1	26,90	0,00	26,90	
Total	700,23	302,49	227,28	
Factor de seguridad =	1,33	≥	1,3	Cumple
COMBINACIÓN CUASI-PERMANENTE				
Acción	F	F horiz. estab.	F horiz. desest.	
	kN	kN	kN	
Peso propio muro	216,32	129,79	0,00	
Peso tierras trasdós muro 1	175,50	105,30	0,00	
Peso tierras intradós	34,32	20,59	0,00	
Empuje activo trasdós muro 1	200,38	0,00	200,38	
Empuje pasivo trasdós muro 2	46,81	46,81	0,00	
Empuje sobrecarga de uso muro 1	26,90	0,00	0,00	
Total	700,23	302,49	200,38	
Factor de seguridad =	1,51	≥	1,5	Cumple
				Cumple deslizamiento

VUELCO				
COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA				
Acción	M estab.	M desest.		
	kN	kN		
Peso propio muro	615,07	0,00		
Peso tierras trasdós muro 1	748,28	0,00		
Peso tierras intradós	63,84	0,00		
Empuje activo trasdós muro 1	0,00	497,62		
Empuje pasivo trasdós muro 2	42,13	0,00		
Empuje sobrecarga de uso muro 1	0,00	100,19		
Total	1469,32	597,81		
Factor de seguridad =	2,46	≥	1,8	Cumple
COMBINACIÓN CUASI-PERMANENTE				
Acción	M estab.	M desest.		
	kN	kN		
Peso propio muro	615,07	0,00		
Peso tierras trasdós muro 1	748,28	0,00		
Peso tierras intradós	63,84	0,00		
Empuje activo trasdós muro 1	0,00	497,62		
Empuje pasivo trasdós muro 2	42,13	0,00		
Empuje sobrecarga de uso muro 1	0,00	0,00		
Total	1469,32	497,62		
Factor de seguridad =	2,95	≥	2	Cumple
			Cumple vuelco	

4.3.11.4 Estado Limite de Hundimiento

Combinación característica



Combinación cuasi permanente

Máximas tensiones en el terreno:

$$\sigma_{car} = -141 \text{ kPa} < 300 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{cuasi} = -112 \text{ kPa} < 260 \text{ kPa}$$

Cumple a hundimiento.

Los esfuerzos resistentes, de acuerdo con la Guía para el proyecto y la ejecución de Micropilotes en obras de carretera, se muestran en la siguiente tabla:

5. PANTALLA DE MICROPILOTES

Se emplean una pantalla de micropilotes como estructura de contención, compuesta por un conjunto de micropilotes encepados con una viga en coronación. Los micropilotes son perforados e inyectados, y están colocados al tresbolillo en planta, para aumentar la inercia del conjunto. Para estos micropilotes se emplea armadura tubular de acero N80.

Se ejecuta una pantalla de micropilotes debido a la proximidad existente entre la vía y una casa colindante, y para salvar el desnivel. De esta forma, se evita tener que ejecutar excavaciones con terraplén que puedan afectar a la vivienda.

5.1 PROCESO CONSTRUCTIVO

Para construir la pantalla de micropilotes es necesario preparar una plataforma de trabajo. Posteriormente, la ejecución de la pantalla se compone de 4 fases principales. La primera consistente en perforar los taladros para los micropilotes. La segunda es la colocación de la armadura tubular. La tercera fase consiste en inyectar la lechada de los micropilotes. Por último, en la cuarta fase se conectan los micropilotes con una viga de encepado en cabeza, que es construida in situ.

5.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS – PANTALLA DE MICROPILOTES

Se procede a verificar la sección de los micropilotes y de la viga de coronación.

5.2.1 Micropilotes

En la misma fase, se producen los esfuerzos máximos en la pantalla, con los siguientes valores; un momento máximo de 205 kNm y un esfuerzo cortante de 125 KN/m, valores correspondientes a un metro de pantalla, y que, teniendo en cuenta el espaciamiento entre micropilotes de 500 mm, se deben dividir por 2 para conocer el esfuerzo por cada micropilote: 102,5 kNm y 62,5 KN respectivamente. Estos valores son menores que los esfuerzos resistentes de los micropilotes, por lo tanto, la verificación es satisfactoria.

Se calcula la resistencia estructural de micropilotes con camisa de tubo redondo de 219,1x12mm y acero N80, diámetro de perforación de 300 mm y lechada con $f_{ck}=30\text{MPa}$.

GUÍA PARA EL PROYECTO Y EJECUCIÓN DE MICROPILOTES. MINISTERIO DE FOMENTO					
(Apartado 3.6. Comprobación estructural de un micropilote)					
Datos de la armadura:					
Diámetro exterior de la tubería:		d _e =	219,1	mm	
Espesor del tubo:		t=	12	mm	
Diámetro interior de la tubería:		d _i =	195,1	mm	
Límite elástico del acero(ver tabla 2.1):		f _y =	560	MPa	
Reducción espesor corrosión (tabla 2.4):		r _e =	1,2	mm	
Coeficiente parcial del acero		γ _a =	1,10		
Sección reducida de la armadura:		A _{pr} =	3493	mm ²	
Parámetro de selección del módulo plástico o elástico:			11236		
Módulo plástico de la sección del tubo:		W _{pl} =	458284	mm ³	
Módulo elástico de la sección del tubo:		W _{el} =	342623	mm ³	
Coeficiente de minoración del módulo (0,5 según A-4.1)		F _{u,f} =	0,5		
Datos de la lechada:					
Diámetro perforación		d _p =	300,00	mm	
Resistencia de la lechada a 28d			30,00	MPa	
Coeficiente parcial de la lechada		γ _c =	1,50		
Resistencia de cálculo			30,00	MPa	
Area		A _c =	0,07	m ²	
Coeficientes del tipo de micro y del terreno					
Coeficiente R pandeo (pg.38)		R=	1,00		
Coeficiente unión de armadura tubular compresión(tabla 3.4)		F _{u,c} =	0,50		
Coeficiente unión de armadura tubular tracción(tabla 3.7)		F _{u,t} =	0,50		
Coeficiente del terreno de perforación (tabla 3.5)		F _e =	1,30		
Resistencia estructural a compresión		N _{c,rd} =	2295	KN	
Resistencia estructural a tracción		N _{t,rd} =	808	KN	
Resistencia estructural a flexión		M _{c,Rd} =	116,7	KN·m	
Resistencia estructural a cortante		V _{pl,Rd} =	653,6	KN	

5.2.2 Viga de Coronación

Se dispone armado simétrico, y de acuerdo con las cuantías mínimas, mecánica y geométrica, definidas en la EHE-08. Se considera una sección de 0,6 x 0,7 m:

Cuantía geométrica: $(60 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}) \cdot \frac{3,2}{1000} = 13,44 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow 5\emptyset 20$

Cuantía mecánica: $0.04 \cdot (60 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}) \cdot \frac{25/1,5}{500/1,15} = 6,44 \text{ cm}^2 / \text{m} \rightarrow 3\emptyset 20$

Por lo tanto, se disponen 5 barras de diámetro 20 mm en cada cara de la viga.

6. OBRAS DE DRENAJE

Se disponen dos obras de drenaje transversales para facilitar la evacuación de aguas de escorrentía superficial, y así restituir la continuidad de la red de drenaje natural. Se opta por obras de drenaje hincadas para evitar la excavación de zanjas a cielo abierto, y así evitar interrupciones del tráfico.

Se trata de las siguientes hincas:

- Hinca 1: P.K. 0+656.699 del Eje 1
- Hinca 2: P.K. 1+158.384 del Eje 1

El agua es recolectada por canales en el margen derecho de la vía, sentido Derio, y conducida a las arquetas para su posterior evacuación. El agua es evacuada por gravedad desde el margen derecho, que es el más elevado, al margen izquierdo de la carretera, a través de la tubería hincada de diámetro nominal 1,8m, para ser posteriormente descargada en el terreno.

6.3 PROCESO CONSTRUCTIVO

Para cada una de las obras de drenaje transversal, se construyen dos pozos de hormigón armado: pozo de ataque y pozo de salida. En primer lugar, se realizan las excavaciones necesarias y la construcción de las soleras de hormigón de nivelación. Posteriormente se encofra, se dispone el armado y se hormigona la losa de cimentación de los pozos, con los tacones en el caso de los pozos de ataque. En una segunda fase se realizan las mismas tareas para los muros. Se realizan los rellenos necesarios, incluidos los rellenos temporales que garantizan el empuje pasivo. Una vez ejecutados los pozos, se instala el equipo de empuje hidráulico en el pozo de salida y se hincan los tramos de tubo prefabricado hasta el pozo de salida.

Una vez terminada la operación de hinca, se demuelen los muros de reacción y parcialmente los muros laterales. Finalmente se ejecutan las aletas con su disposición final, y se modifican las soleras en aquellos casos que sea necesario.

6.1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS – OBRA DE DRENAJE TRANSVERSAL – HINCA 1 y 2

Se procede a calcular los pozos de ataque y salida, y la arqueta para las Obras de Drenaje Transversal del P.K. 0+512.799 Eje-1, Hinca 1, y P.K. 1+158.384 Eje-1, Hinca 2. Se calculan las estructuras de la Hinca 1, ya que cuentan con condiciones más desfavorables, y los resultados se hacen extensivos a la hinca 2, exceptuando algunas comprobaciones que se hacen de forma particularizada para esta hinca.

6.1.1 Materiales

6.1.1.1 Hormigón

El hormigón aplicado en cimentaciones y muros es hormigón convencional HA-25 de acuerdo con la EHE 08. Las características mecánicas del hormigón se presentan a continuación:

Tabla 5. Propiedades mecánicas Hormigón HA-25

CATEGORÍA	HA-25
Resistencia característica a compresión f_{yk} (MPa)	500
Módulo Elástico (GPa)	200

Las propiedades definidas en el modelo de cálculo se muestran a continuación:

6.1.1.2 Acero pasivo

Las barras de armado pasivo son de acero B 500 SD. Las características mecánicas del acero se presentan a continuación:

Tabla 6. Propiedades mecánicas Acero B 500 SD

CATEGORÍA	B 500 SD
Resistencia característica a compresión f_{yk} (MPa)	500
Módulo Elástico (GPa)	200

Las propiedades definidas en el modelo de cálculo son las siguientes:

Material Property Data

Material Name

Rebar B500S

Material Type

Rebar

Symmetry Type

Uniaxial

Modulus of Elasticity

E1

1,999E+08

Weight and Mass

Weight per Unit Volume

76,9729

Mass per Unit Volume

7,849

Units

KN, m, C

Poisson

U12

0,

Coeff of Thermal Expansion

A1

1,170E-05

Shear Modulus

G12

0,

Other Properties For Rebar Materials

Minimum Yield Stress, Fy

500000,

Minimum Tensile Stress, Fu

575000,

Expected Yield Stress, Fye

434782,6

Expected Tensile Stress, Fue

500000,

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data...

Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

OK

Cancel

6.1.1.3 Coeficientes parciales de seguridad para materiales

Los coeficientes parciales de seguridad aplicados a los materiales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7. Coeficientes parciales de seguridad

COMBINACIÓN	HORMIGÓN	ACERO PASIVO
Persistente o transitoria	1.50	1.15
Accidental	1.30	1.00

6.1.2 Fisuración

La clase de exposición para el municipio de Derio, de acuerdo con la EHE-08, es IIa. La anchura de fisura admisible para esta clase de exposición es de 0,30 mm.

6.1.3 Recubrimientos Geométricos

Los recubrimientos considerados en el cálculo del muro se especifican en la siguiente tabla:

Tabla 8. Recubrimientos geométricos

CATEGORÍA	RECUBRIMIENTO
Hormigonado contra el terreno (mm)	70
Hormigón en contacto con el terreno (mm)	50
Resto (mm)	35

6.1.4 Terreno

Las propiedades del terreno se establecen de acuerdo con el Anejo nº 2: Geología y Geotecnia.

Se considera que los materiales sobre los que se cimentará el muro tienen un ángulo de rozamiento de 28º y una cohesión efectiva de 30 kPa para el cálculo de las cargas de hundimiento y el deslizamiento de los muros.

Los rellenos cuentan con una densidad aparente de 20 kN/m³, un ángulo de rozamiento interno de 28º y una cohesión efectiva de 0 kPa. No obstante, se adopta una cohesión efectiva de 0 kPa como medida conservadora.

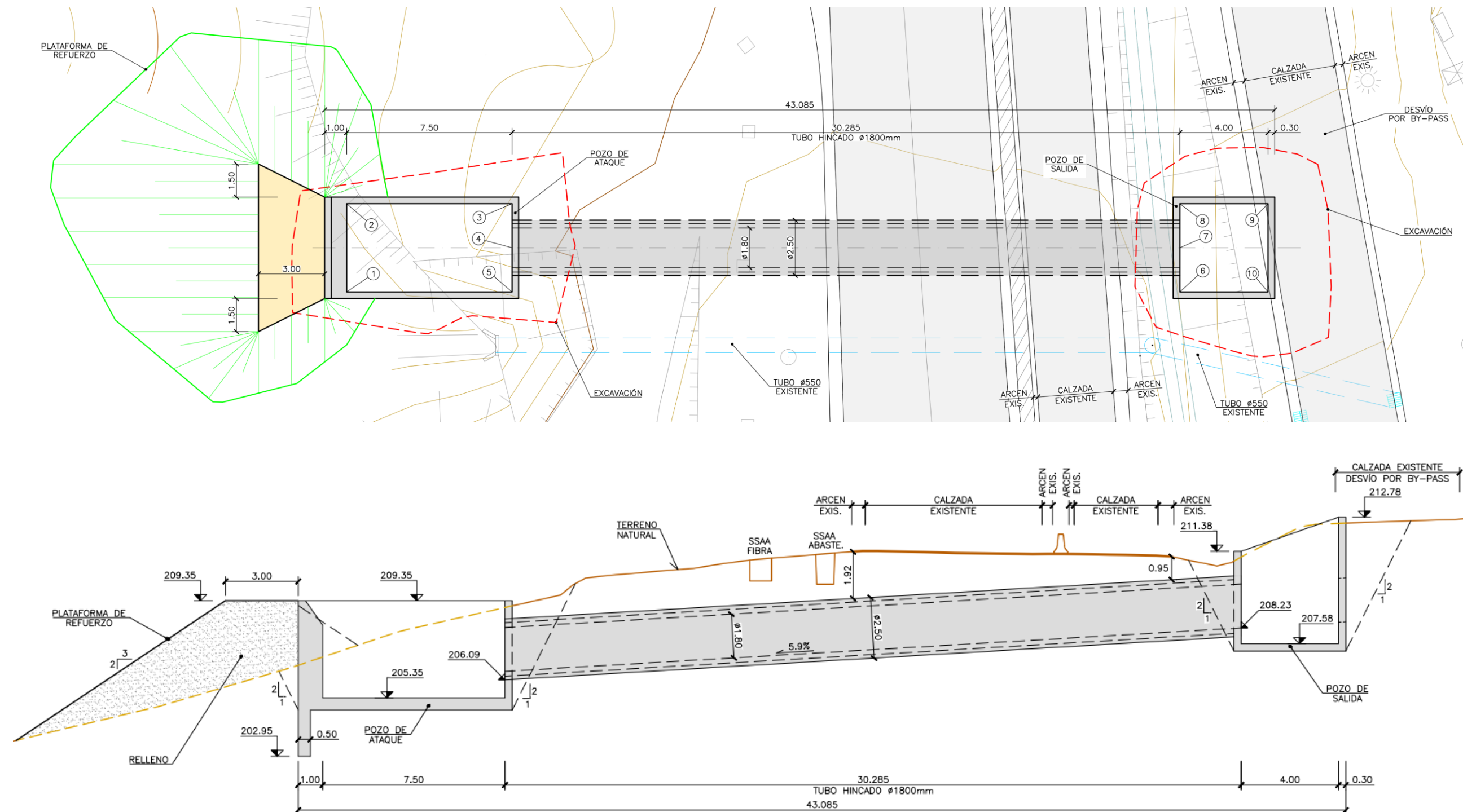
La tensión admisible por hundimiento considerada es de 300 kPa.

Se considera que la zapata apoya sobre terreno cohesivo en ausencia de nivel freático.

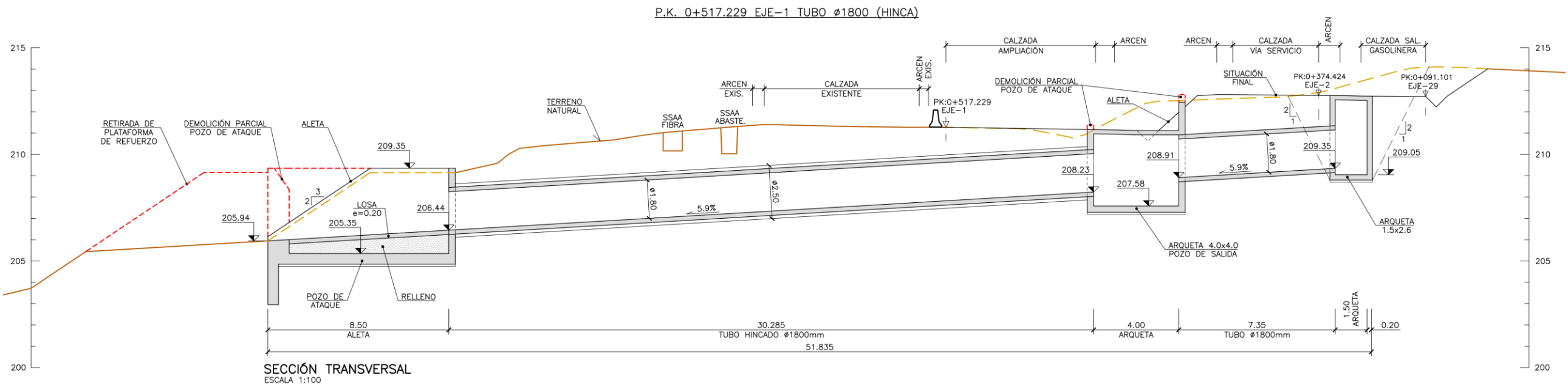
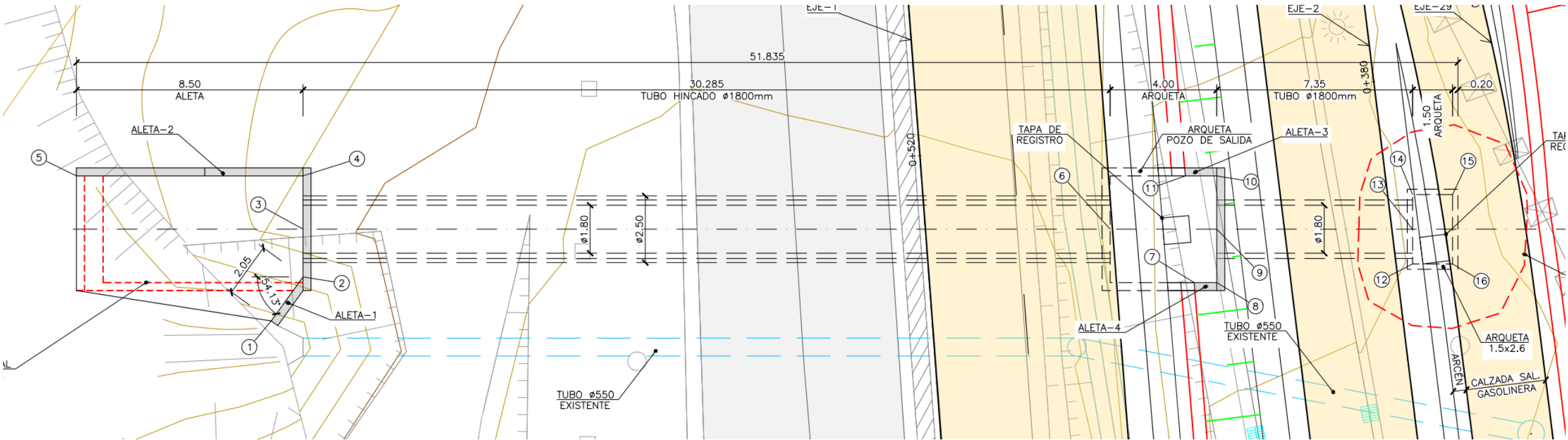
6.1.5 Geometría

Las dimensiones adoptadas para los pozos y la arqueta se muestran en las siguientes figuras.

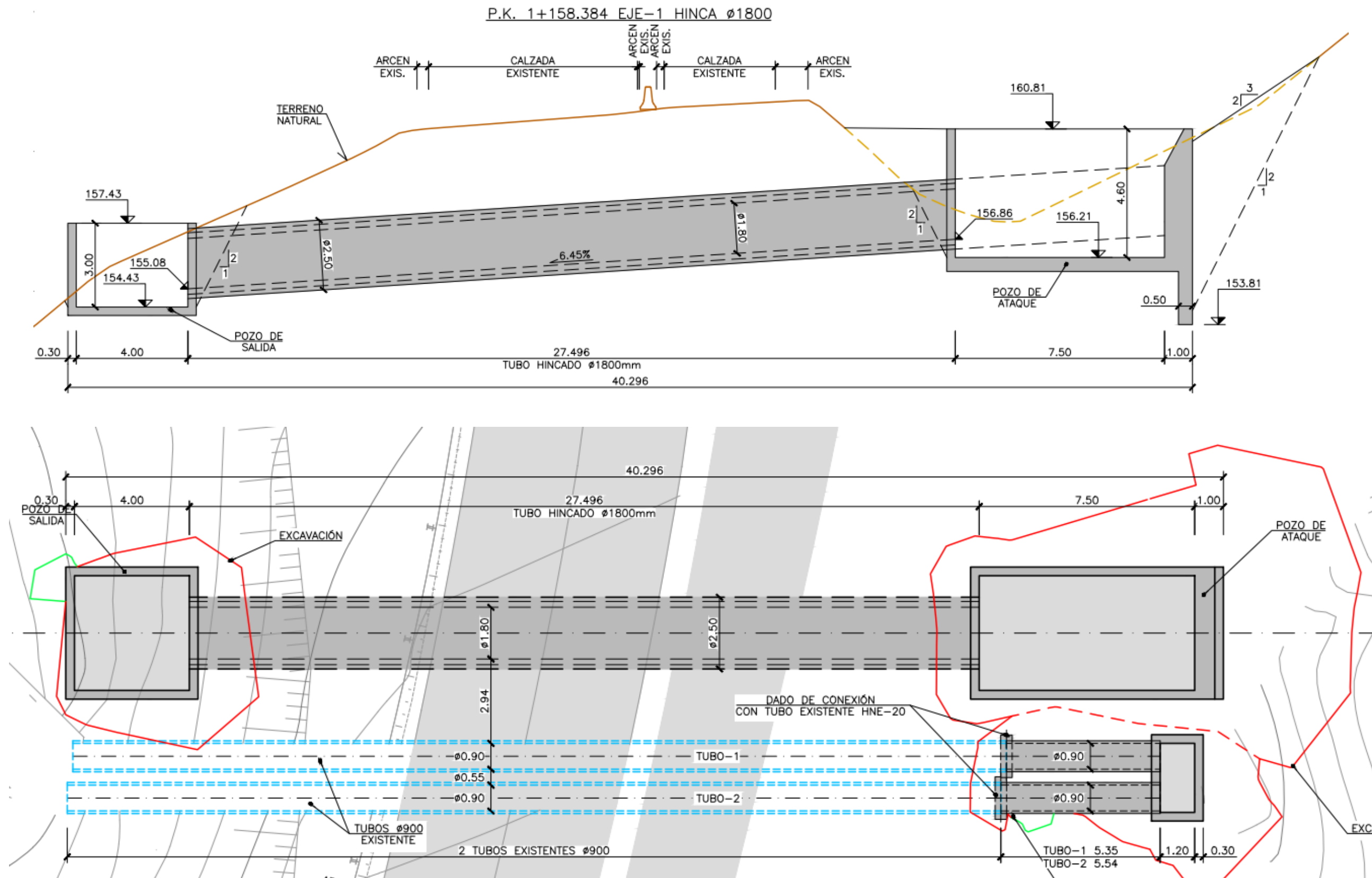
Hinca 1 en fase inicial:



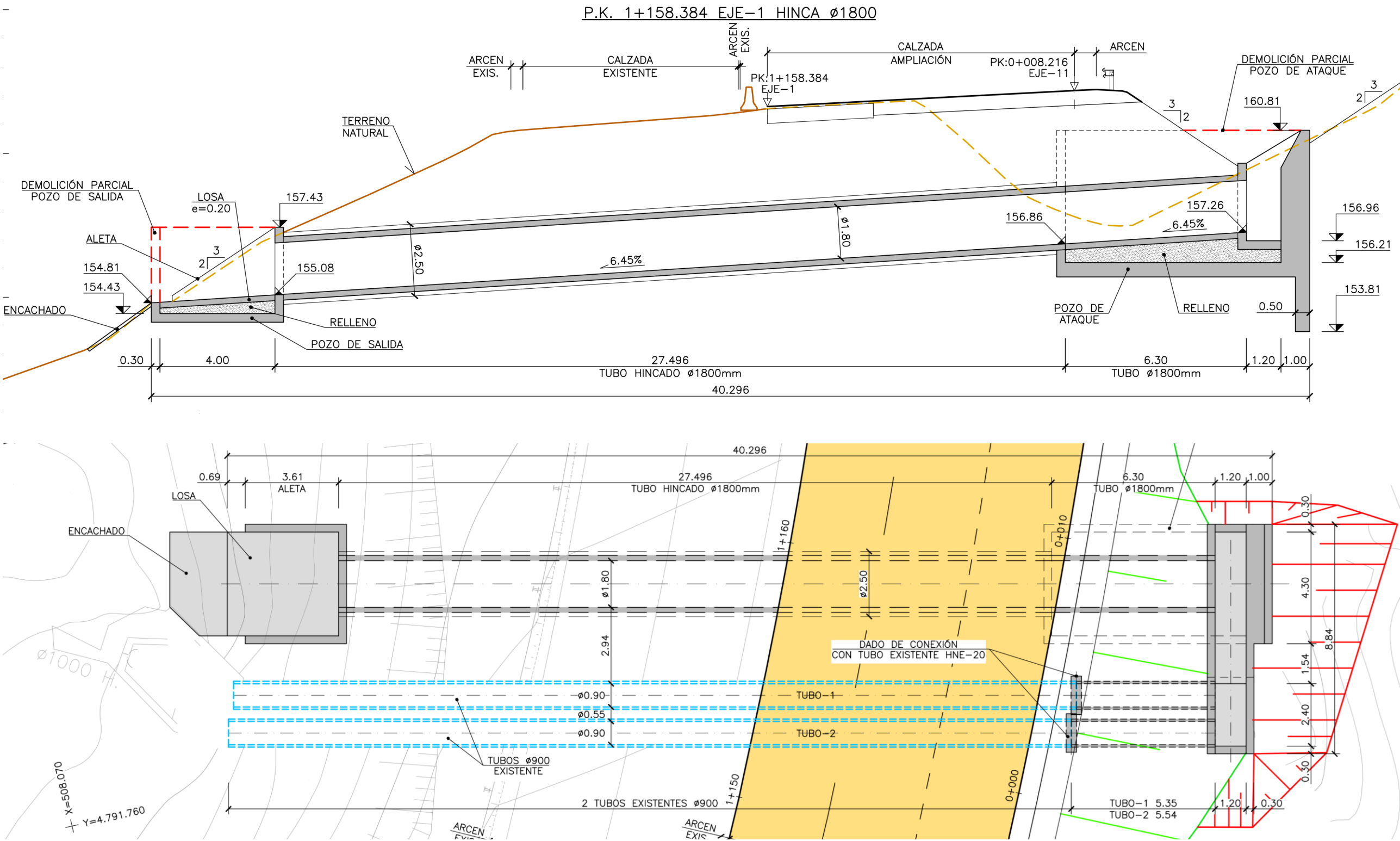
Hinca 1 en fase final:



Hinca 2 en fase inicial:



Hinca 2 en fase final:



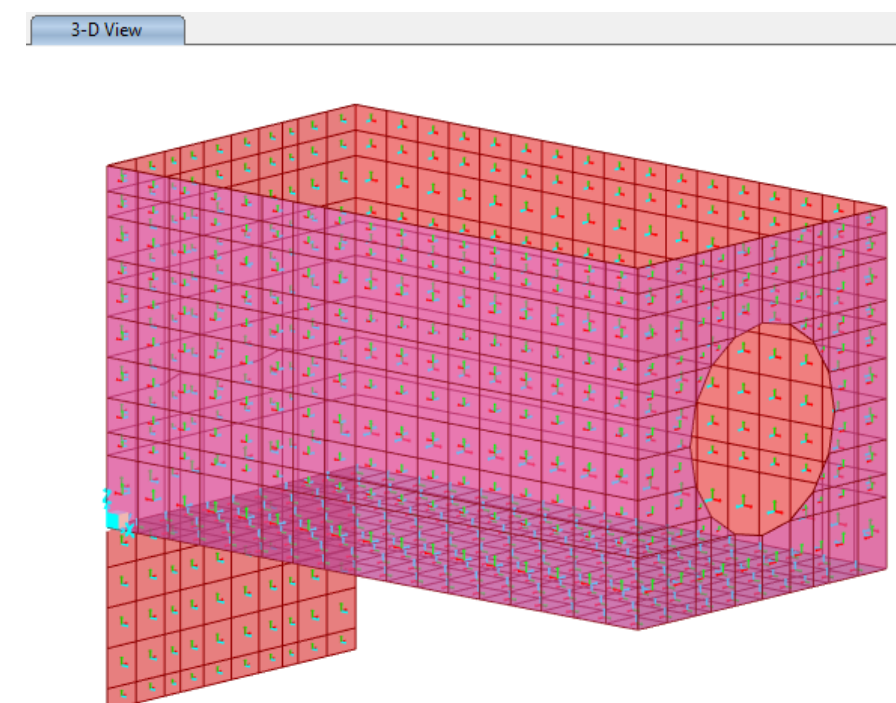
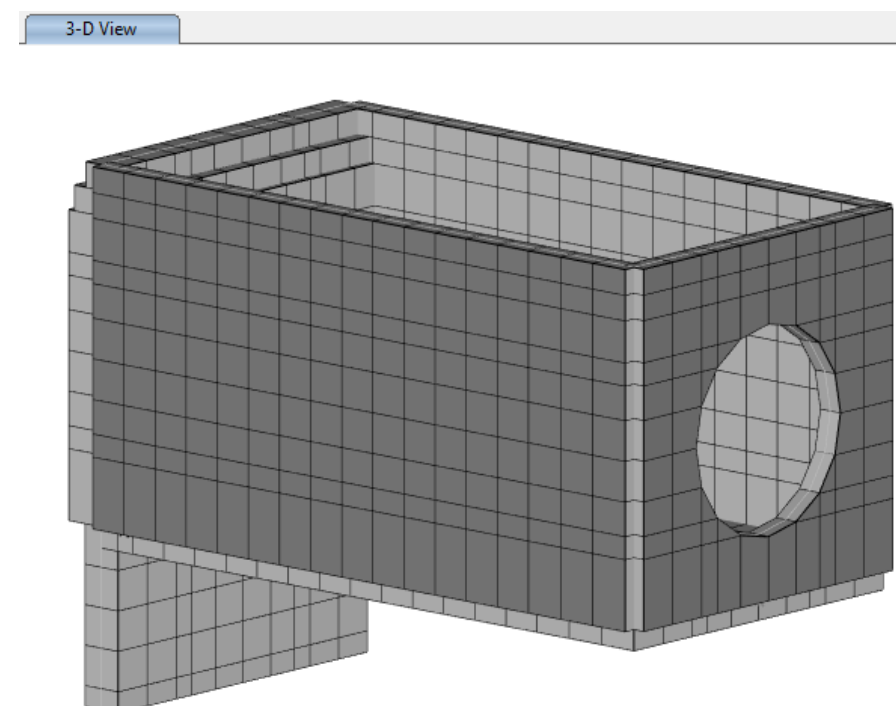
6.1.6 Modelos de Cálculo

Se han desarrollado tres modelos de cálculo completos con el programa informático SAP2000, con elementos tipo "shell".

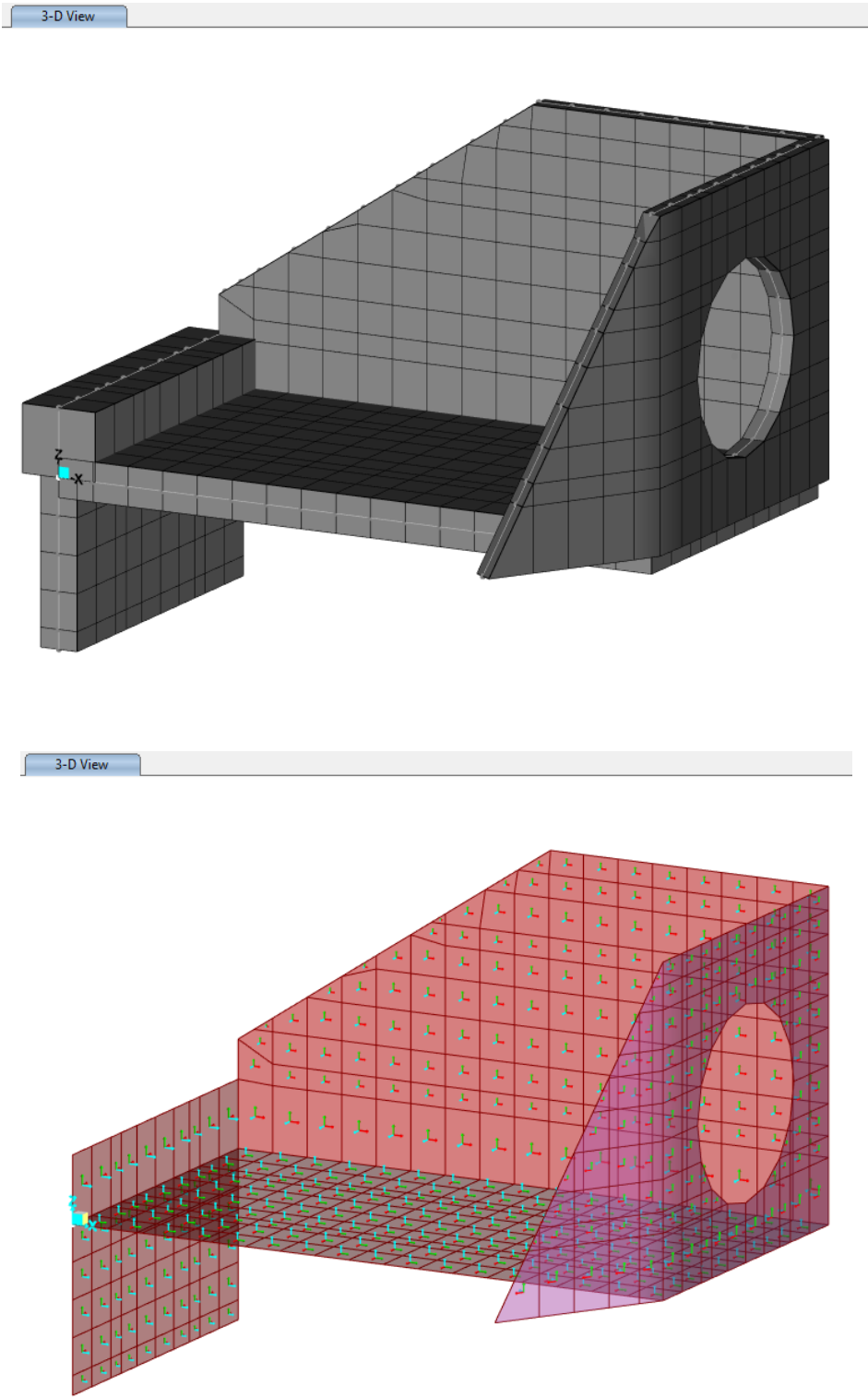
En las siguientes imágenes se muestran vistas 3D de los modelos generales, y de los modelos con los ejes locales de los "shells".

6.1.6.1 Pozo de ataque

6.1.6.1.1 Fase inicial

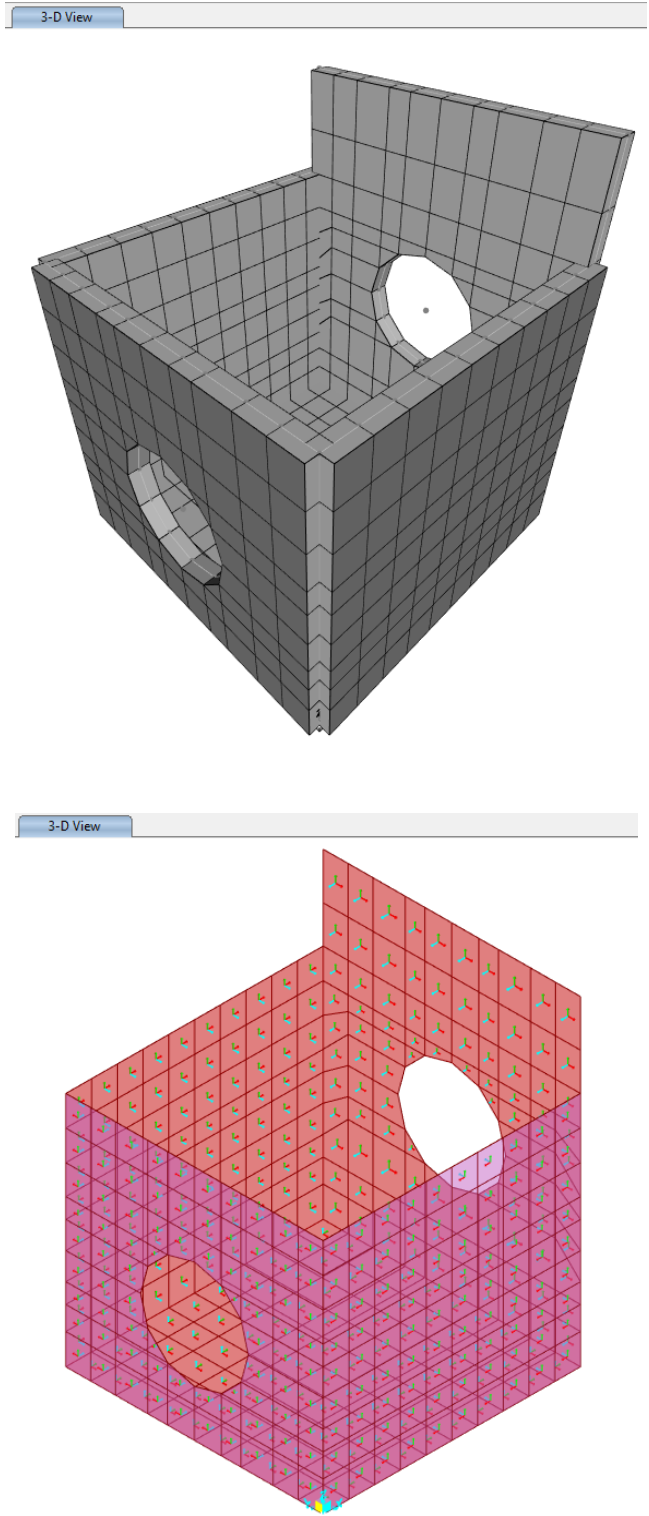


6.1.6.1.2 Fase final

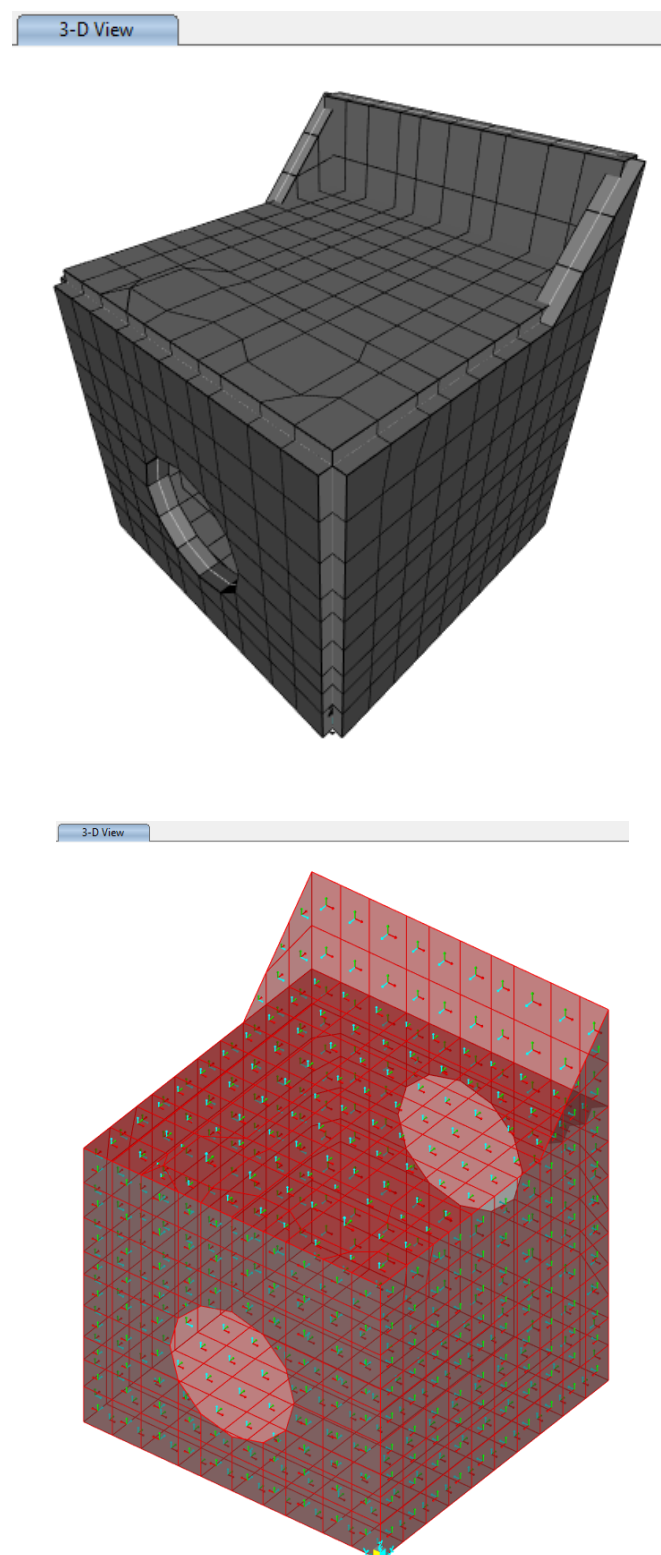


6.1.6.2 Pozo de salida

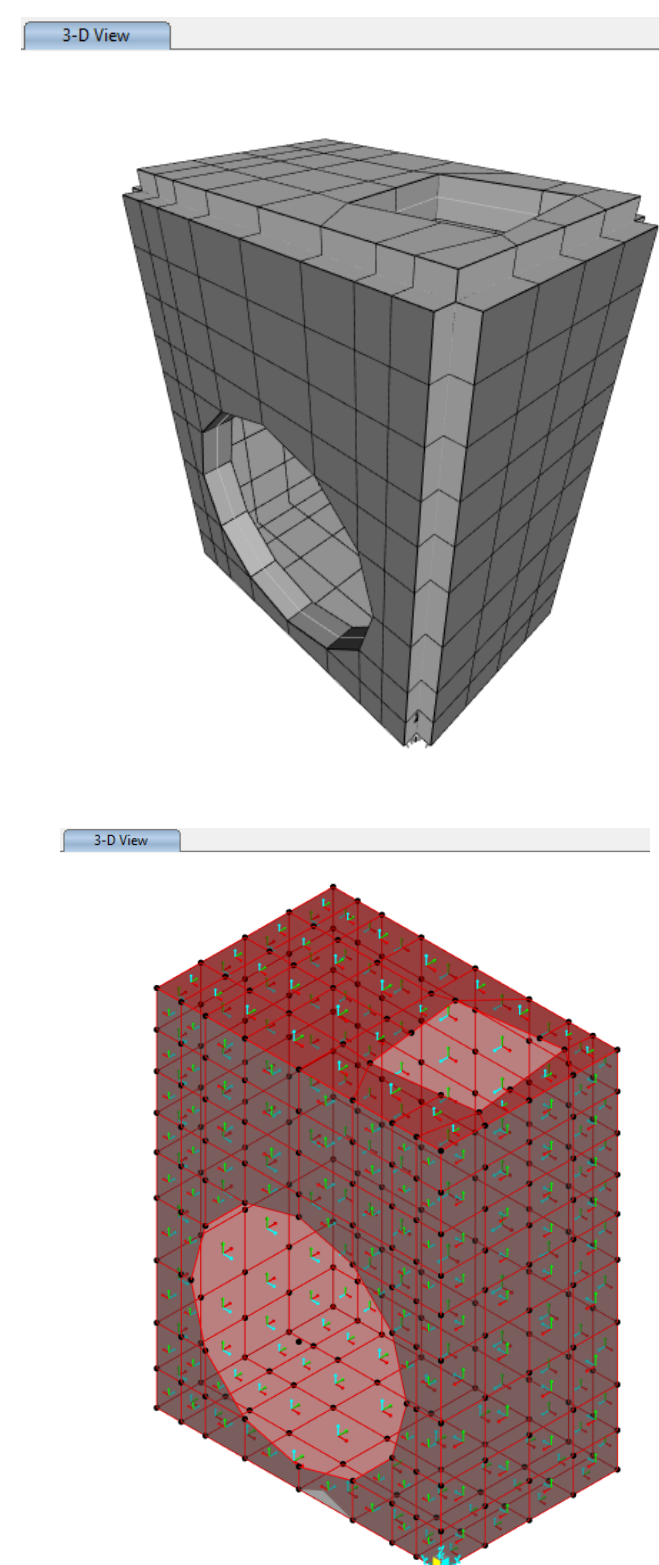
6.1.6.2.1 Fase inicial



6.1.6.2.2 Fase final



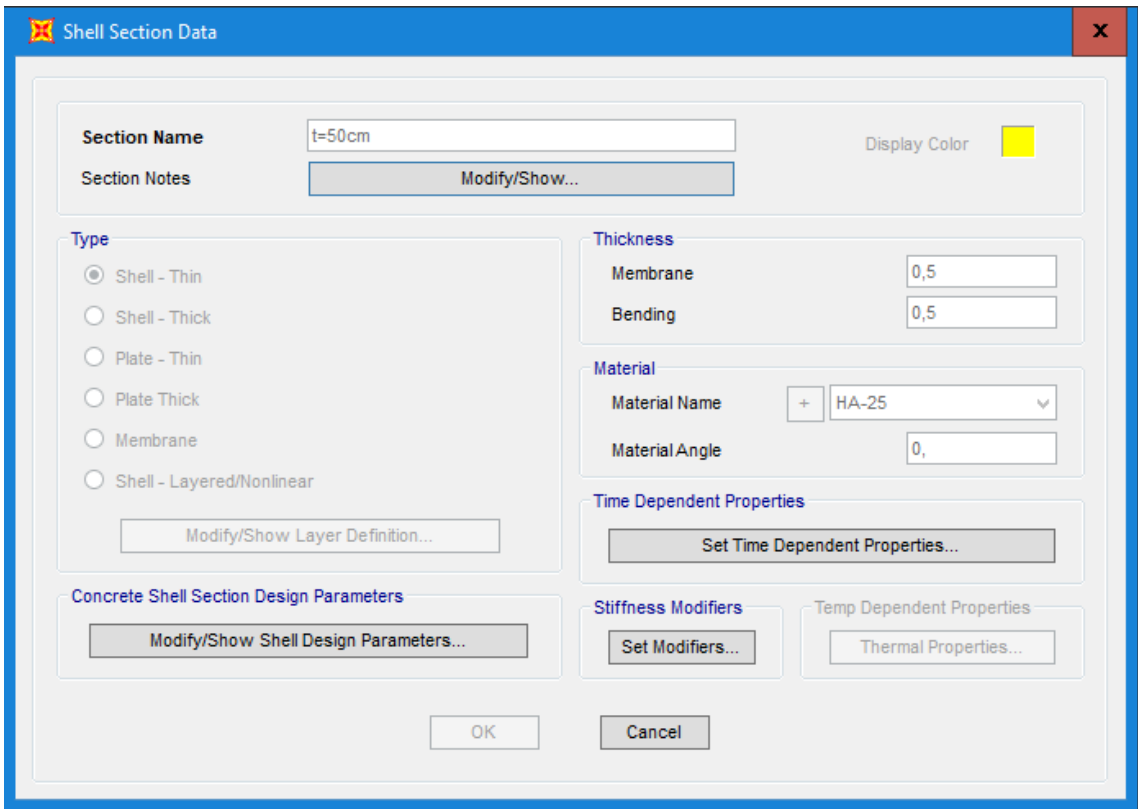
6.1.6.3 Arqueta



6.1.7 Secciones

Se han definido secciones tipo “shell” con el espesor correspondiente para cada elemento de las estructuras. Se muestra, a modo de ejemplo, la sección asignada a la losa inferior del pozo de ataque:

 t1=0,50m



6.1.8 Apoyos

Se considera que todos los modelos están apoyados sobre muelles no lineales. Para el pozo de ataque se adopta un coeficiente de balasto vertical de 20 MN/m³. Para los modelos del pozo de salida y de la arqueta se considera un coeficiente de balasto vertical de 10 MN/m³.

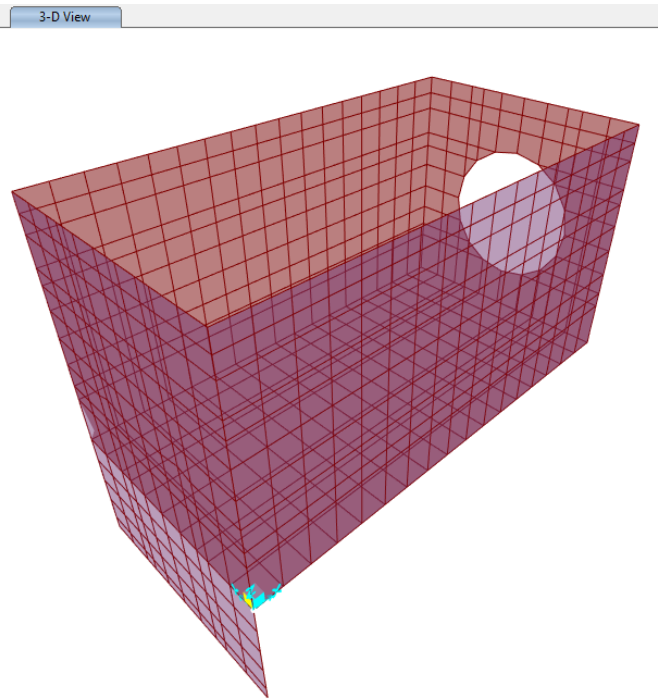
6.1.9 Cargas aplicadas

6.1.9.1 Pozo de ataque

Se consideran las siguientes cargas en los cálculos:

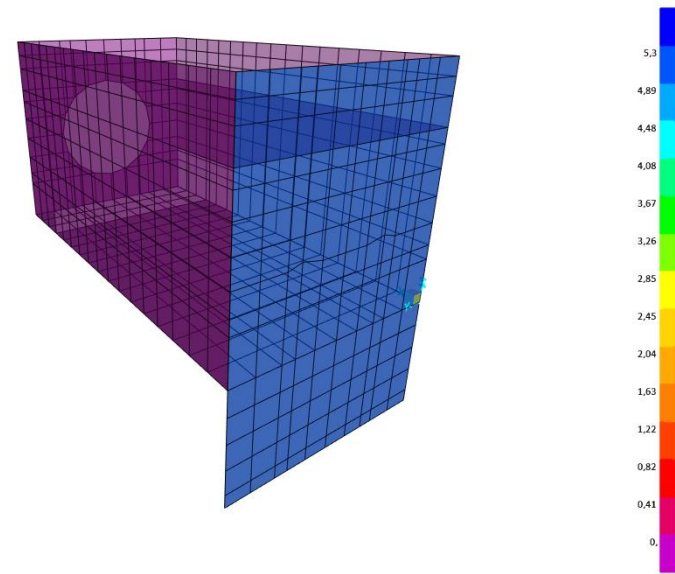
- Peso propio:

Peso propio de la estructura calculado por el programa en función de la geometría y considerando el peso específico del hormigón armado: 25kN/m³.

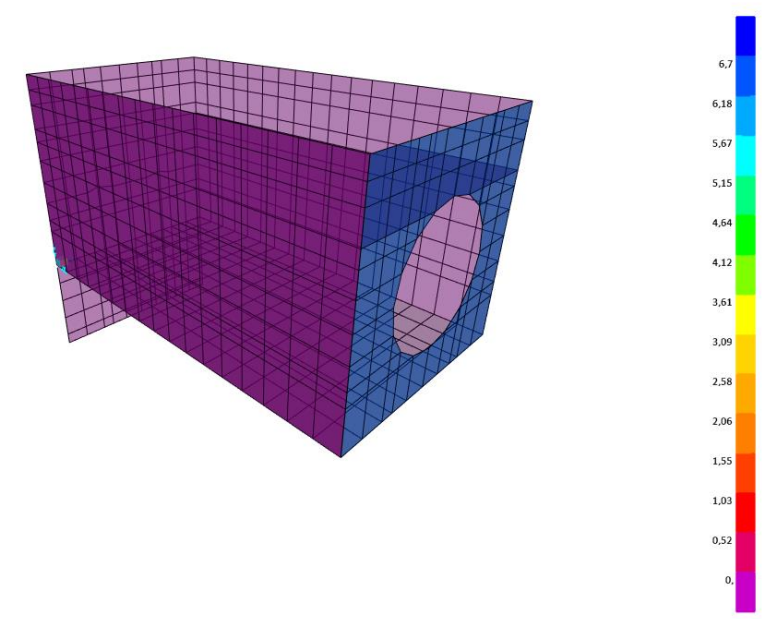


- Sobrecarga trasdós: 10 kN/m² en el exterior de los muros y considerando el coeficiente de empuje al reposo correspondiente:

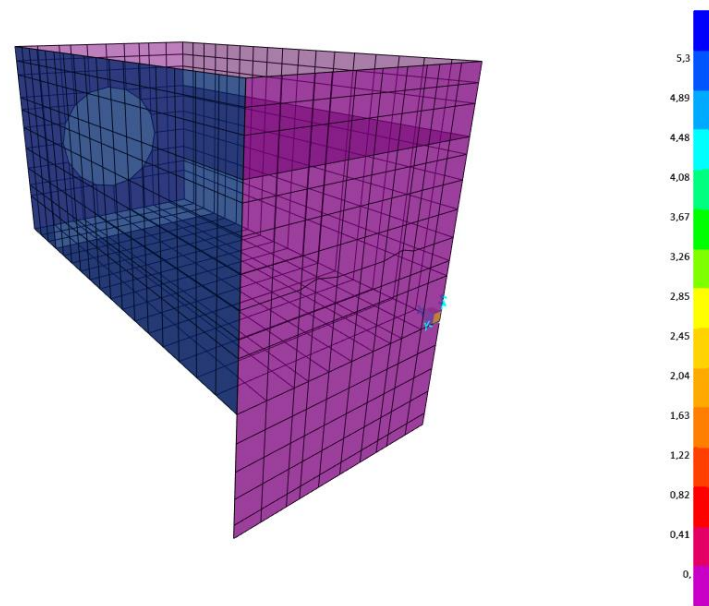
Area Surface Pressure - Face Bottom (07-Sobrecarga Muro 1)



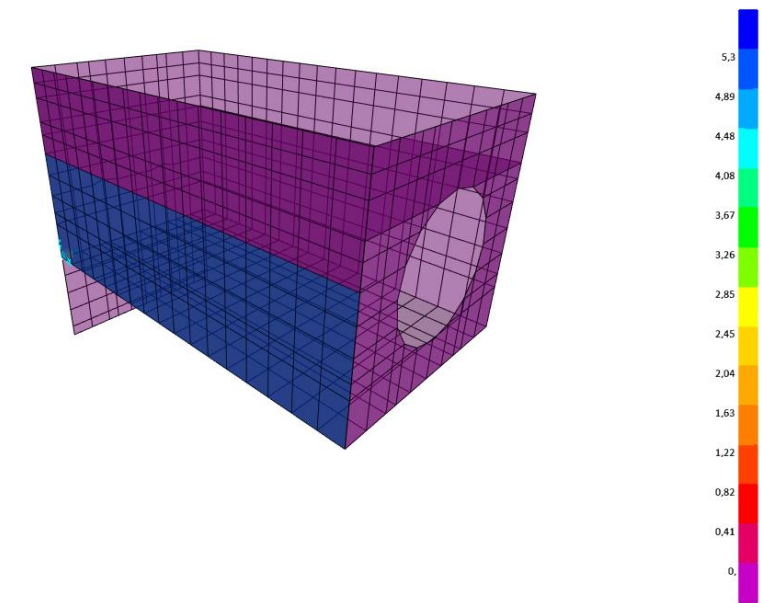
Area Surface Pressure - Face Bottom (09-Sobrecarga Muro 3)



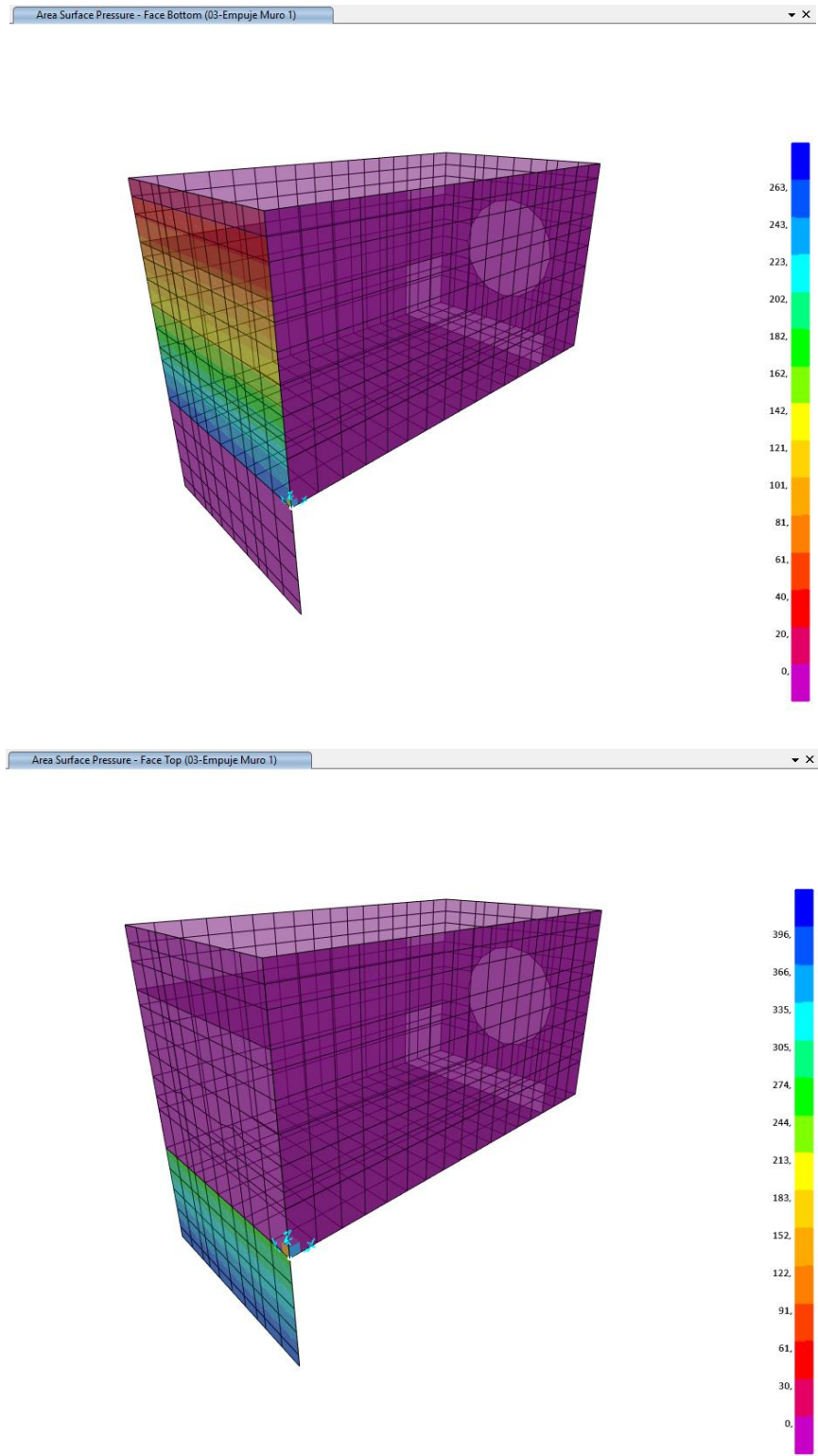
Area Surface Pressure - Face Bottom (08-Sobrecarga Muro 2)



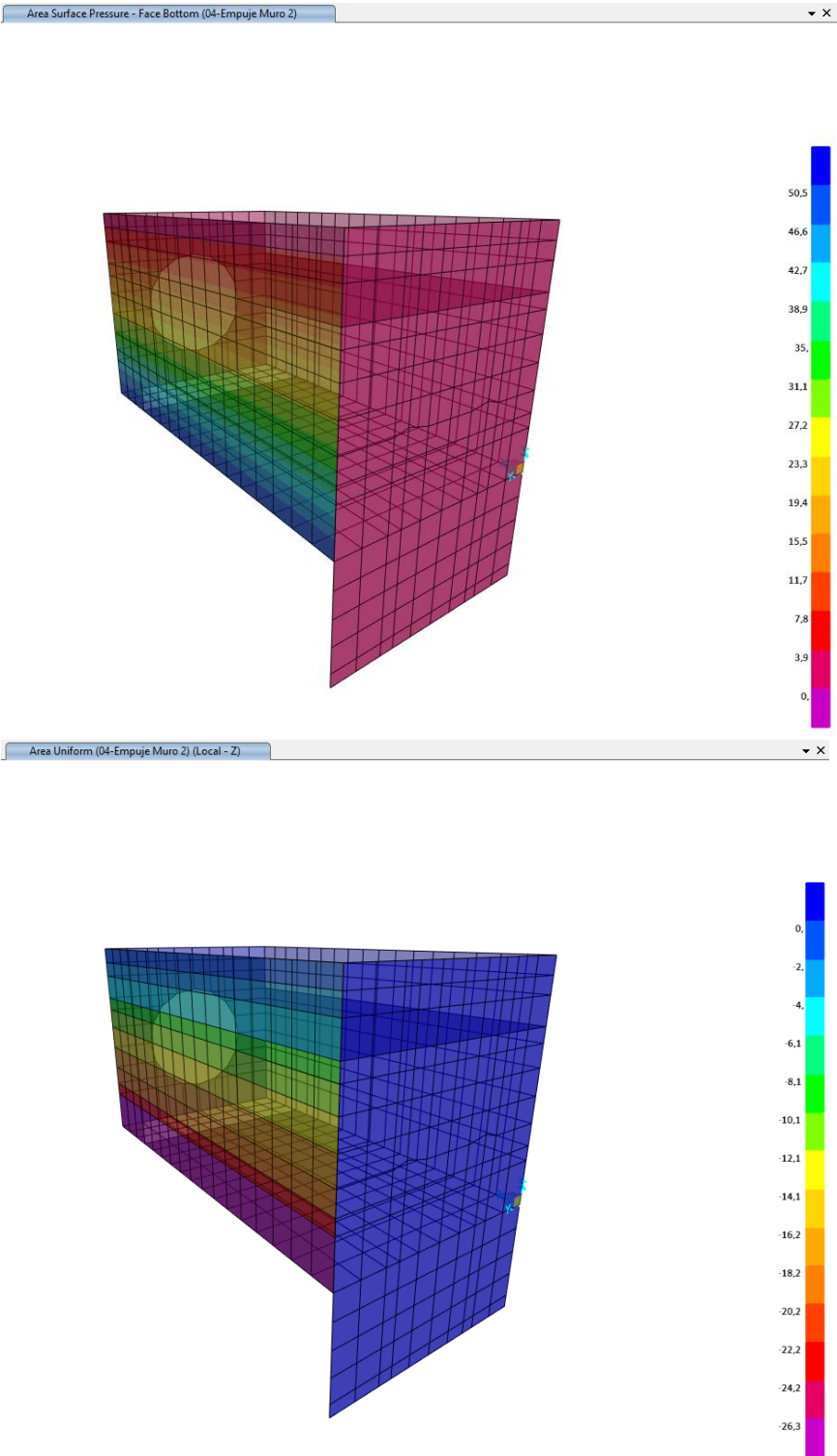
Area Surface Pressure - Face Bottom (10-Sobrecarga Muro 4)



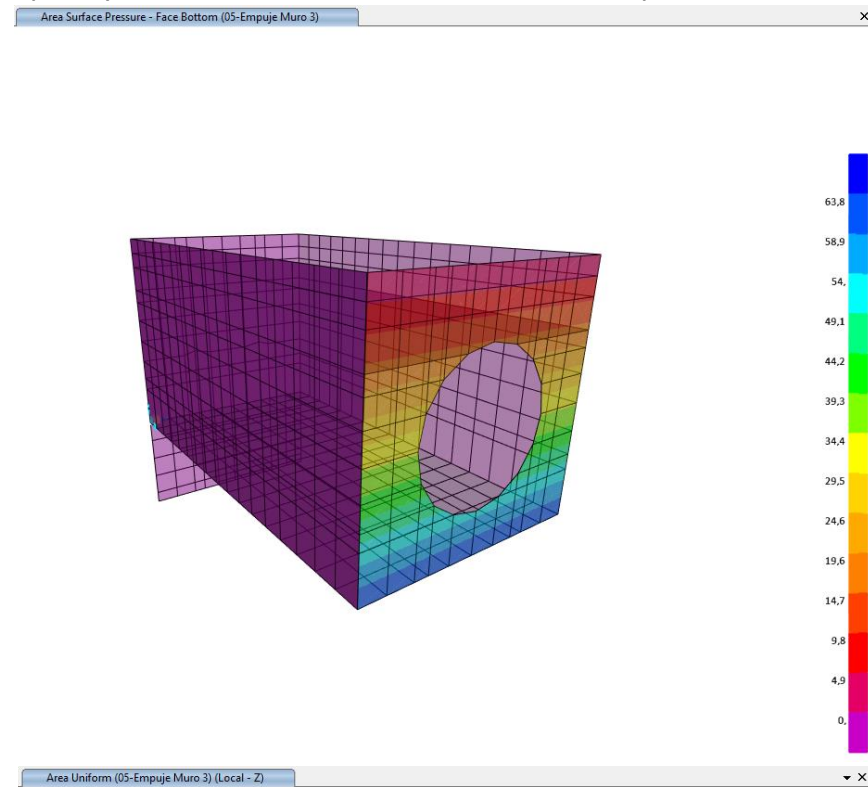
- Empuje pasivo tierras muro de reacción y tacón:



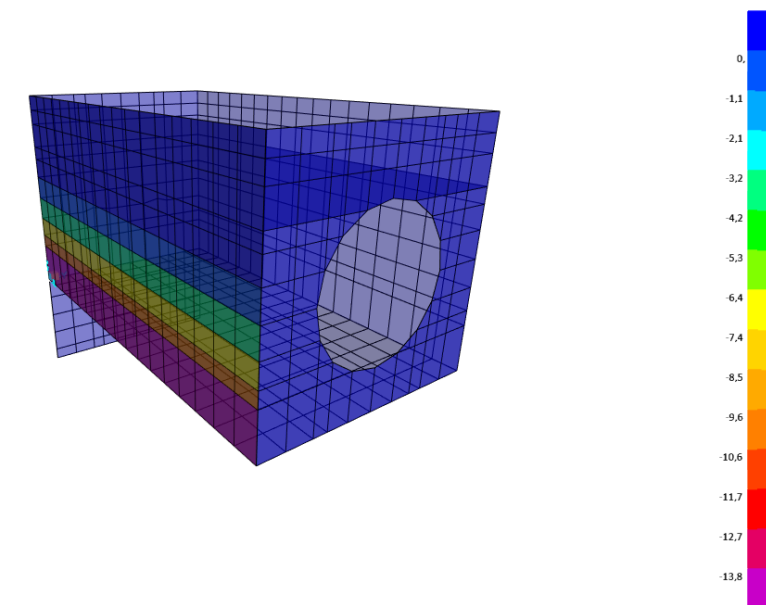
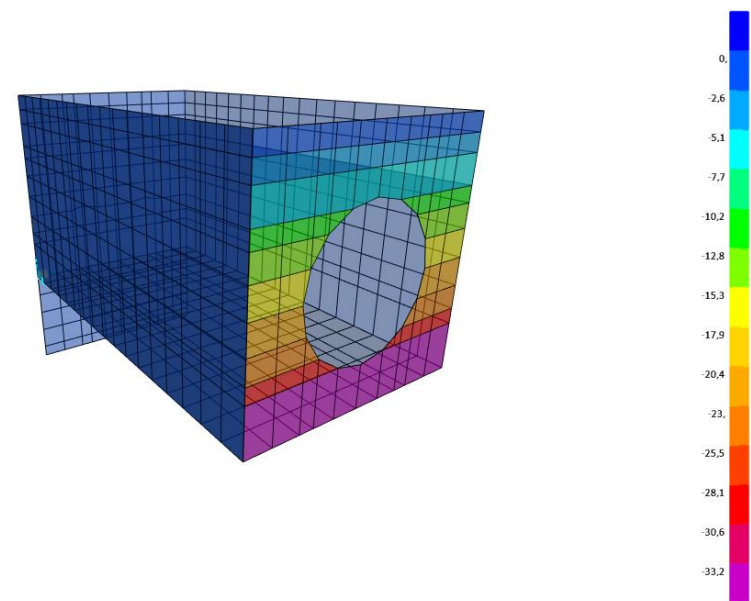
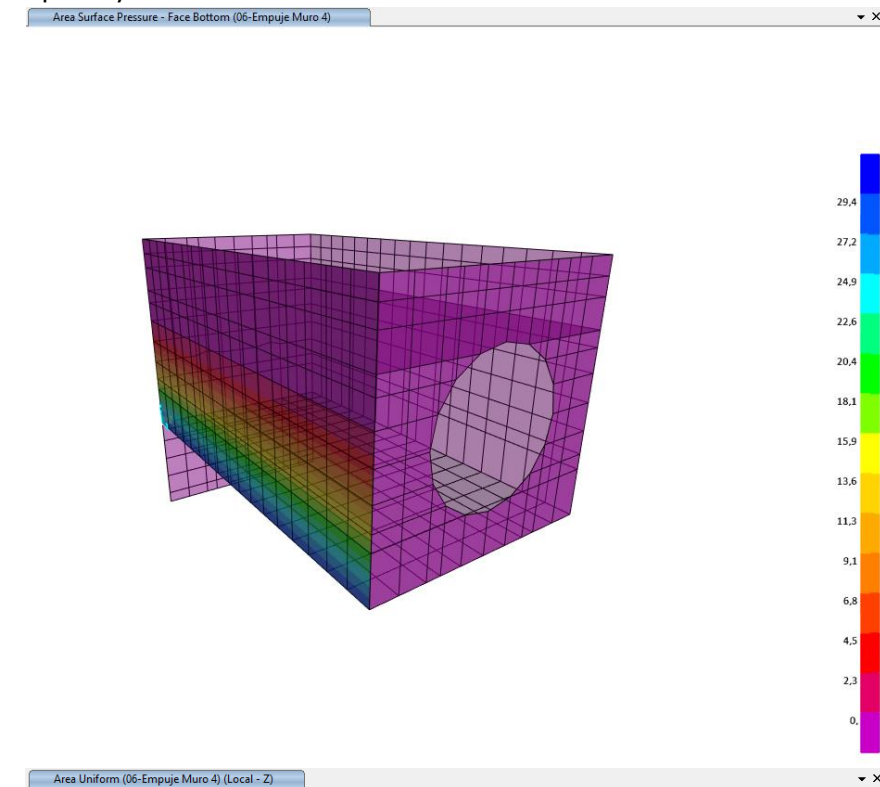
- Empujes reposo y rozamiento de tierras en muro lateral 1:



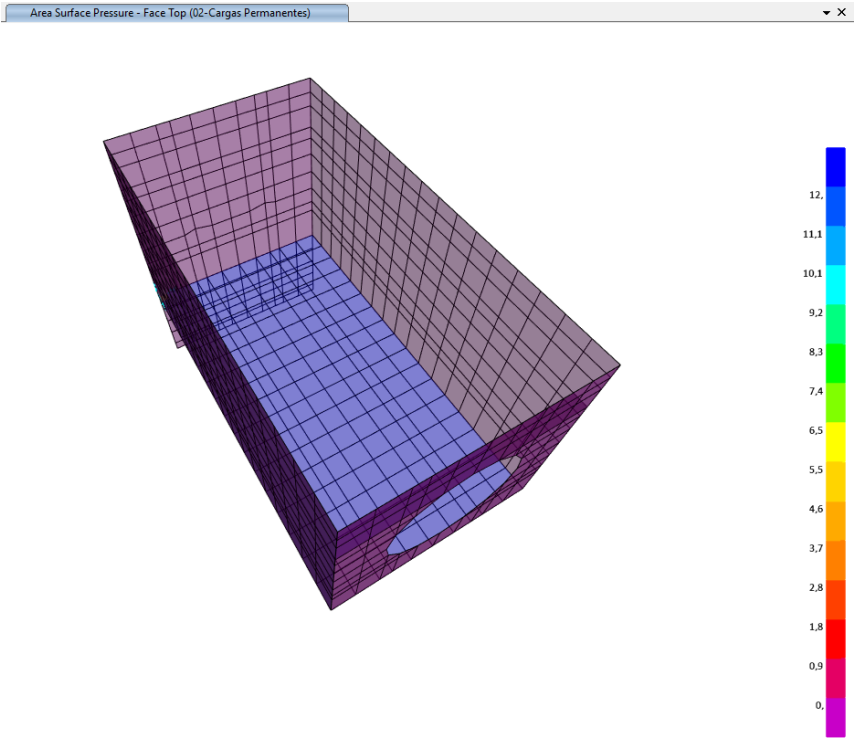
- Empujes reposo y rozamiento de tierras en muro de ataque:



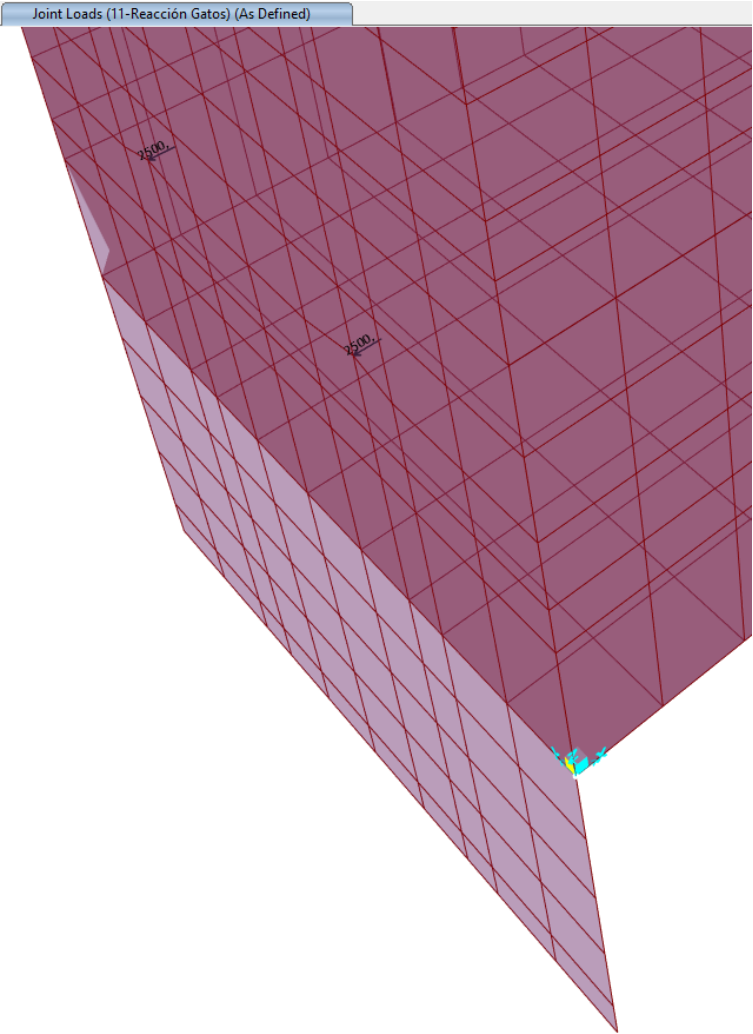
- Empujes reposo y rozamiento de tierras en muro lateral 2:



- Peso equipo hidráulico. Se asume una carga de 420 kN repartida en la losa de cimentación:



- Empuje equipo hidráulico. Se estima una carga de 5000 kN aplicada a 0,35 m de la cara superior de la losa de cimentación:

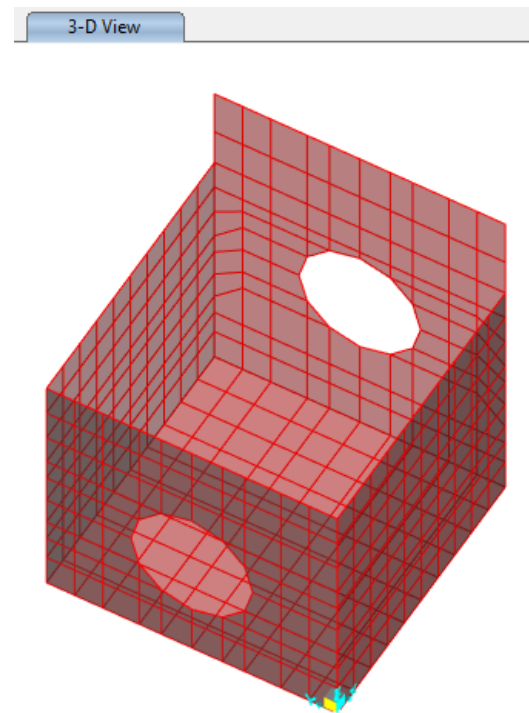


6.1.9.2 Pozo de salida

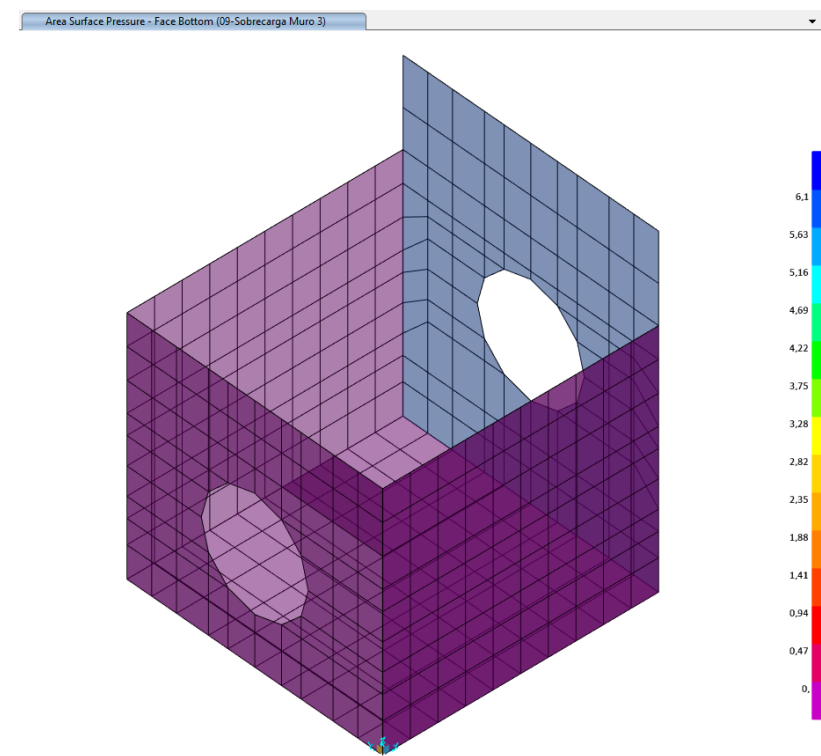
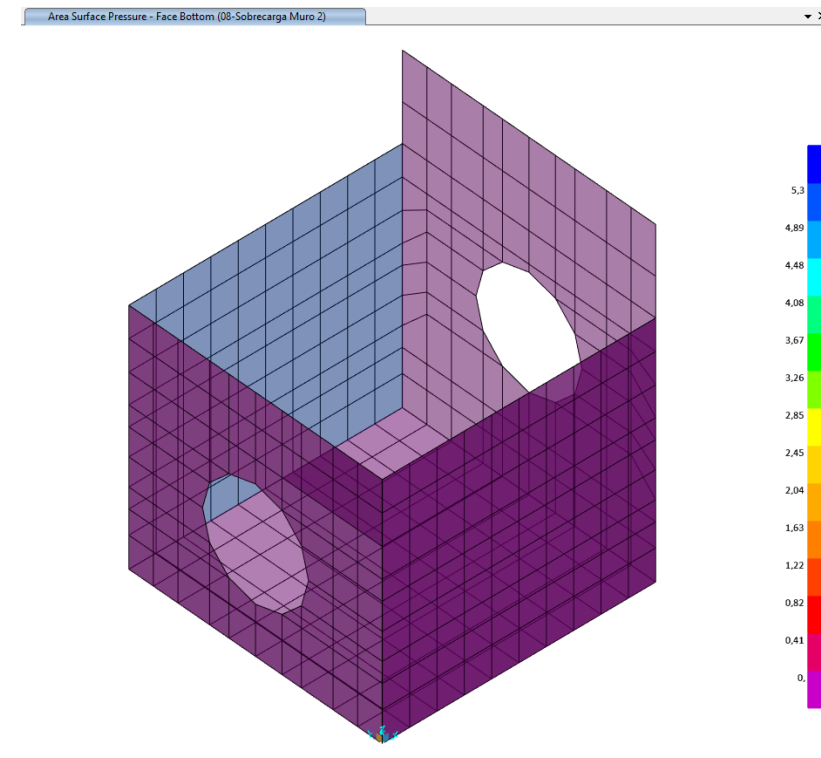
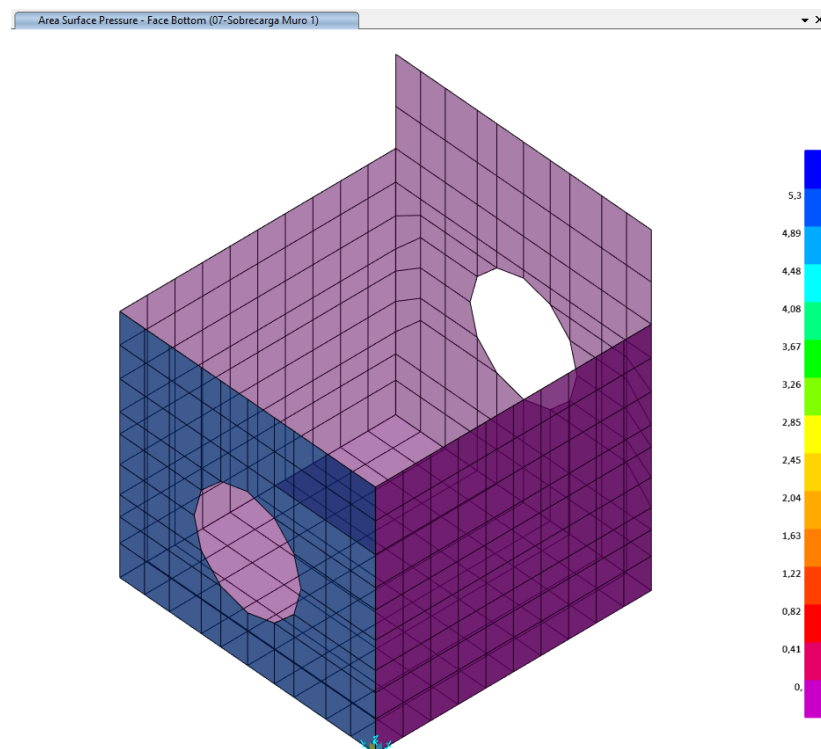
Se consideran las siguientes cargas en los cálculos:

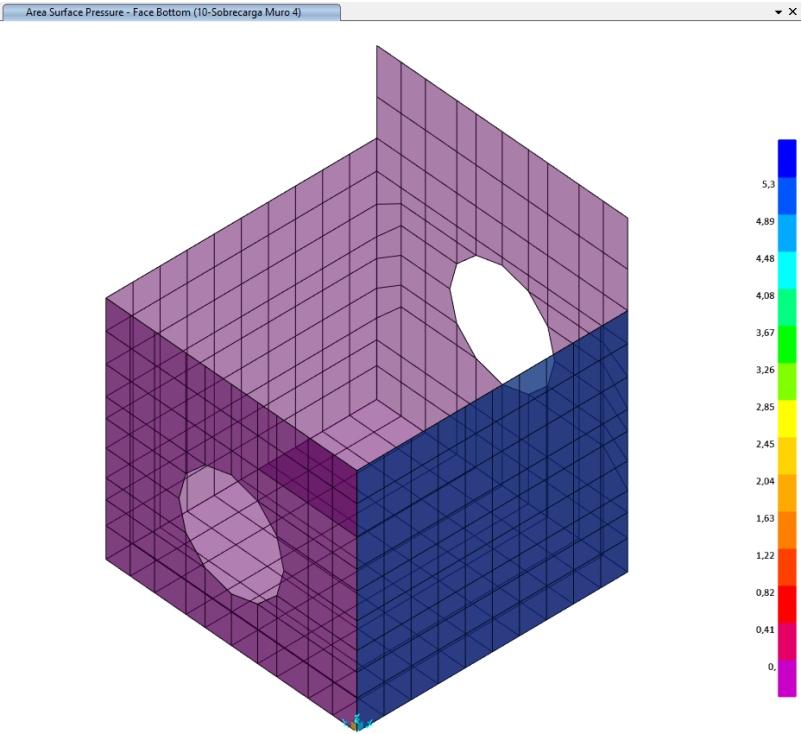
- Peso propio:

Peso propio de la estructura calculado por el programa en función de la geometría y considerando el peso específico del hormigón armado: 25kN/m³.

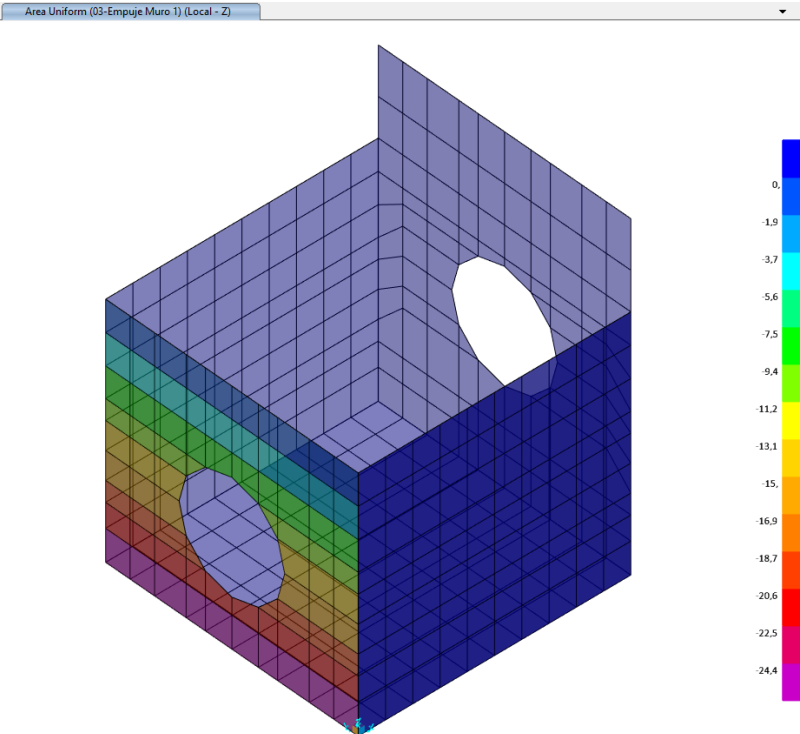
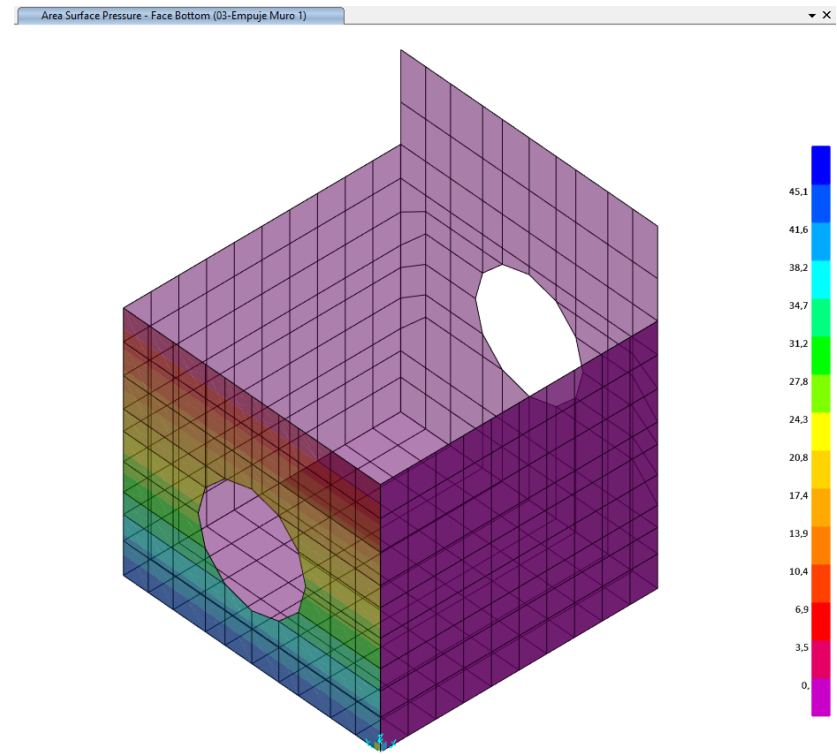


- Sobrecarga trasdós, 10 kN/m^2 en el exterior de los muros considerando el coeficiente de empuje al reposo correspondiente:

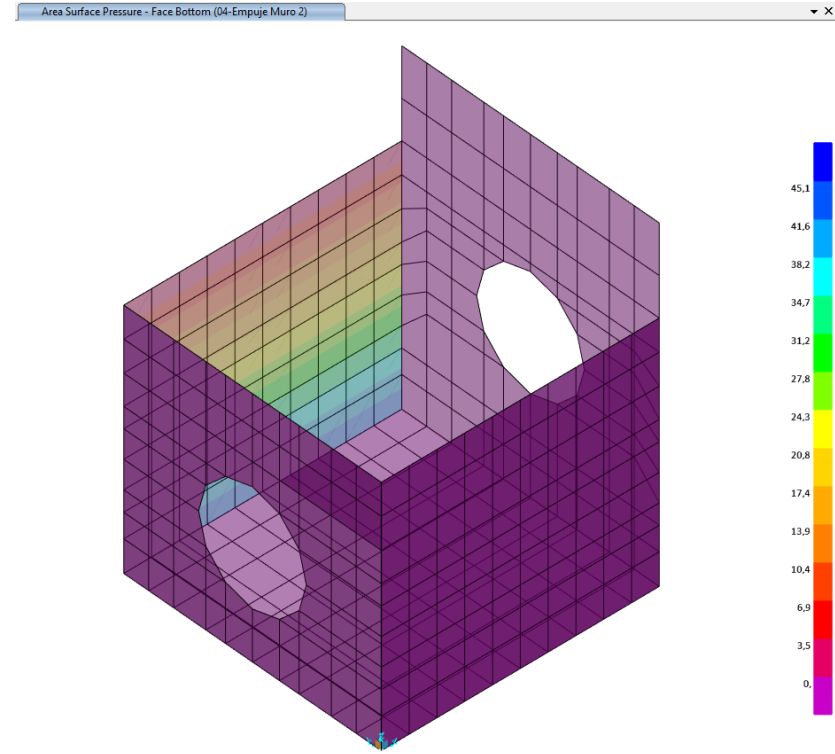


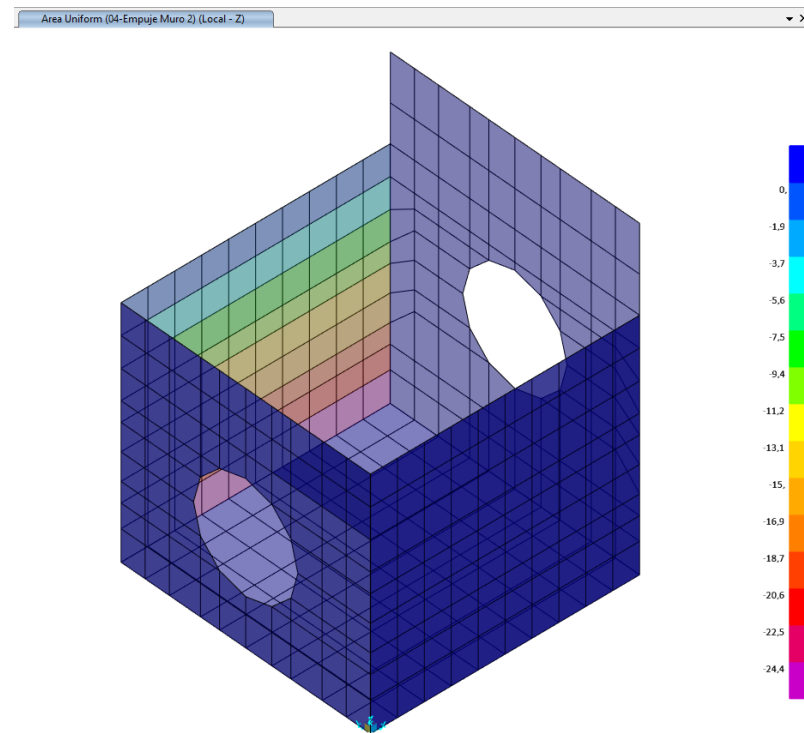


- Empuje reposo tierras muro 1:

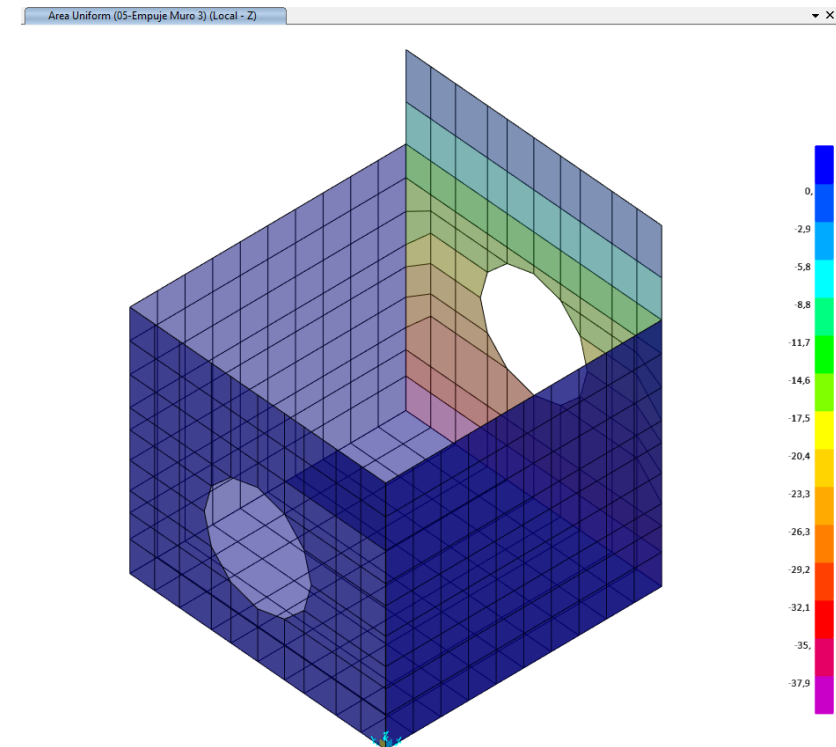
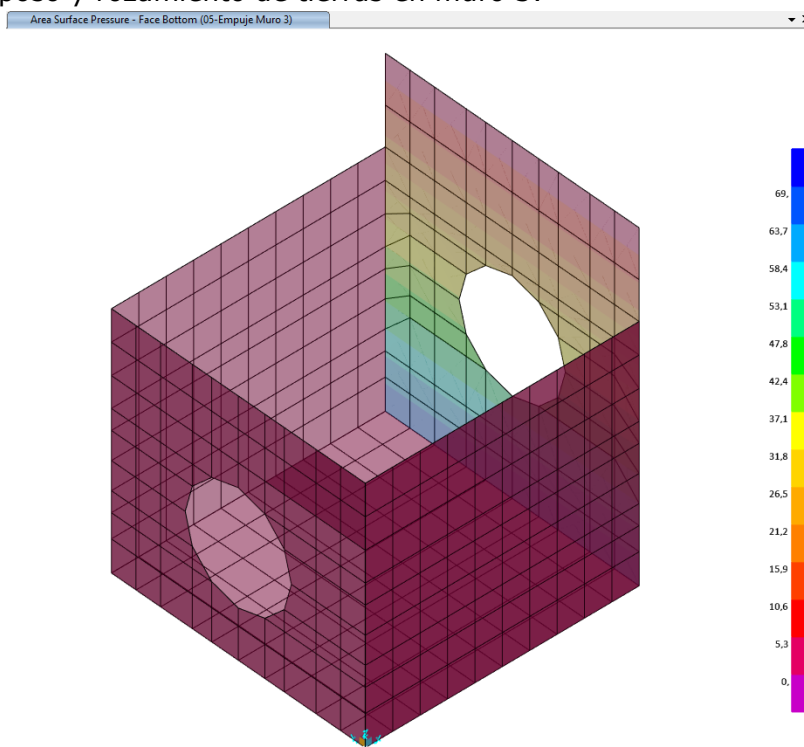


- Empujes reposo y rozamiento de tierras en muro 2:

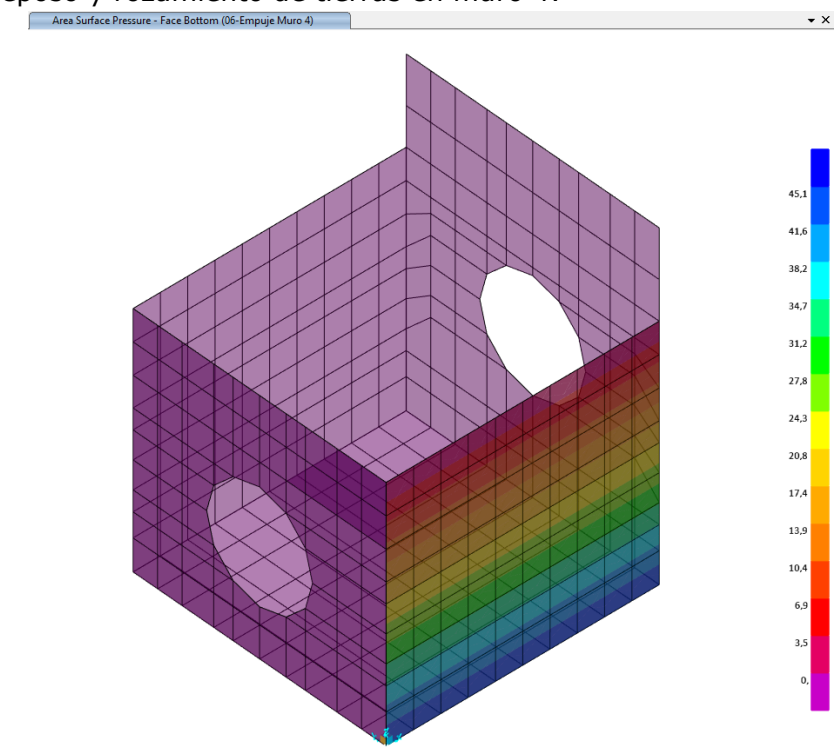


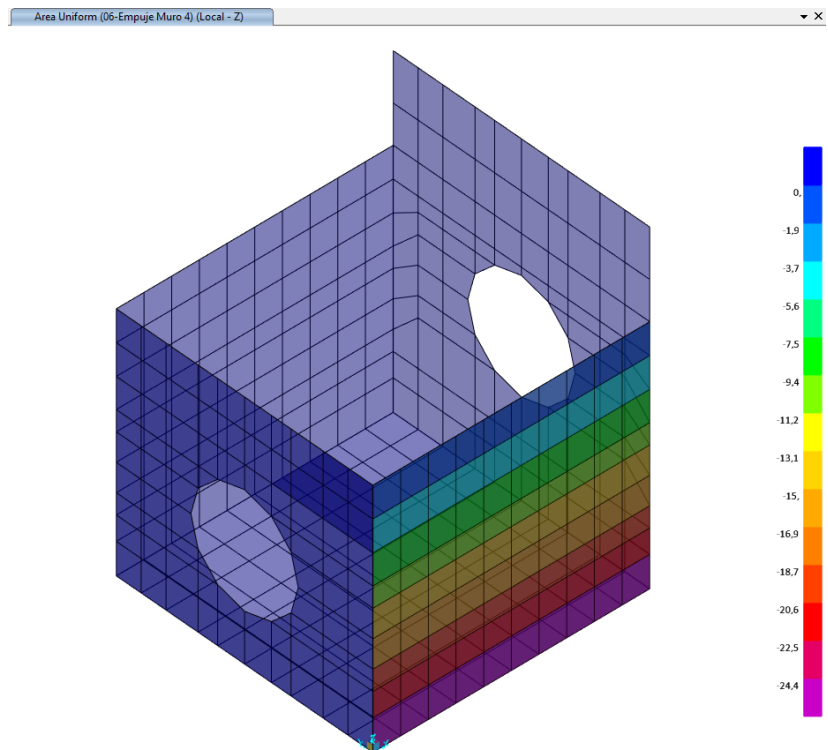


- Empujes reposo y rozamiento de tierras en muro 3:

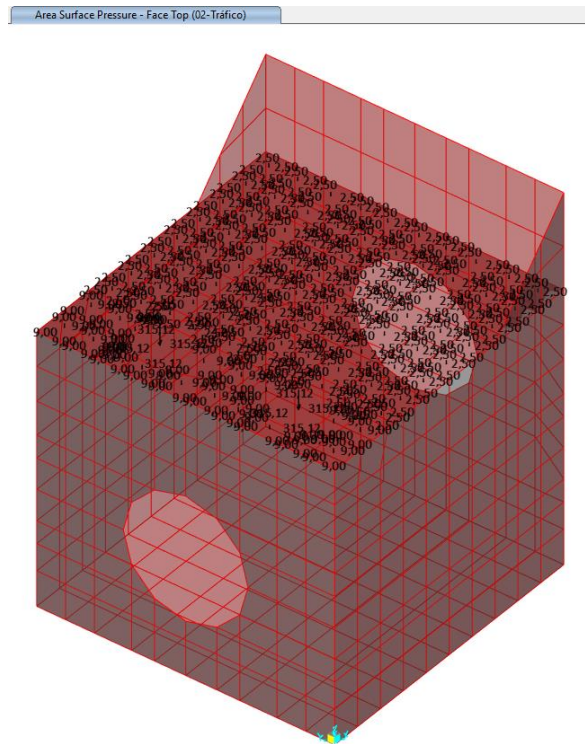


- Empujes reposo y rozamiento de tierras en muro 4:





- Vehículo pesado en fase definitiva, 2 ruedas de 150 kN y carga repartida de 9 kN/m² sobre el arcén. 2,5 kN/m² en el área remanente:

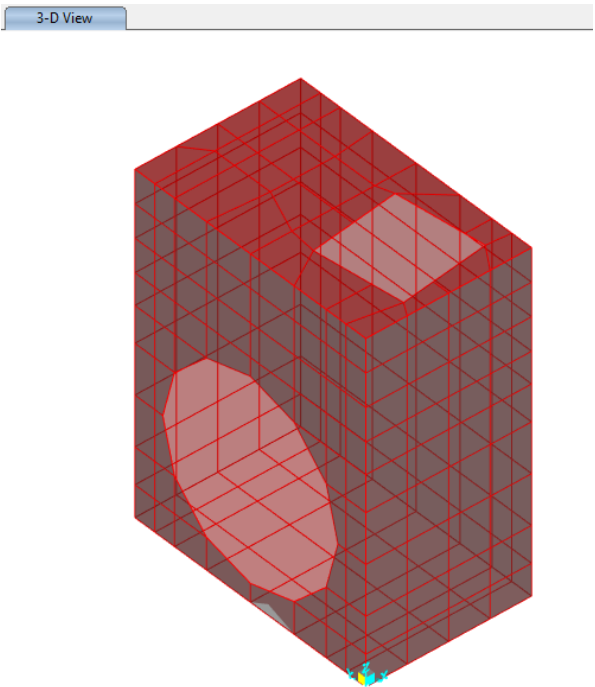


6.1.9.3 Arqueta

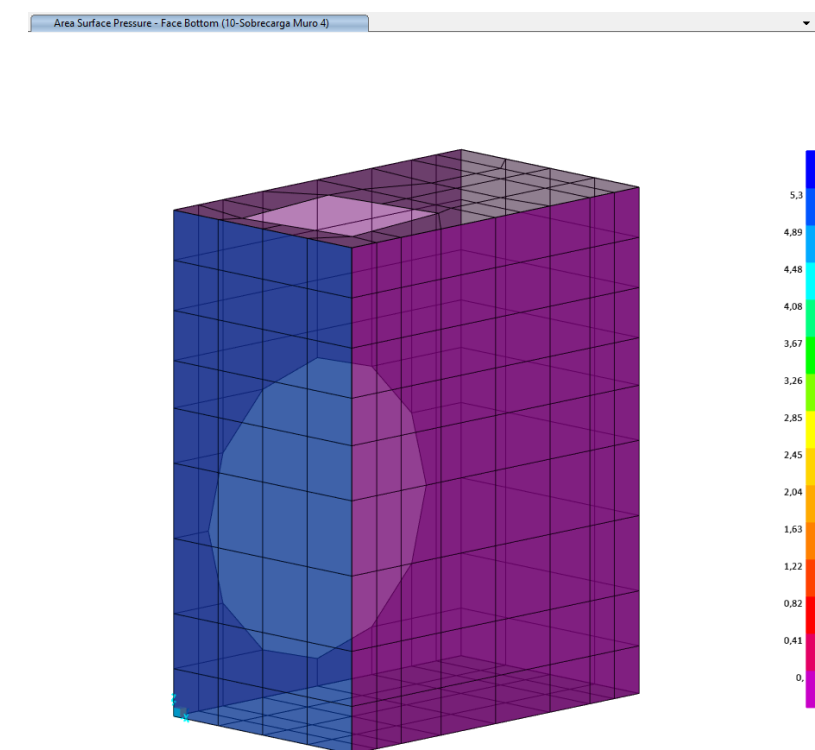
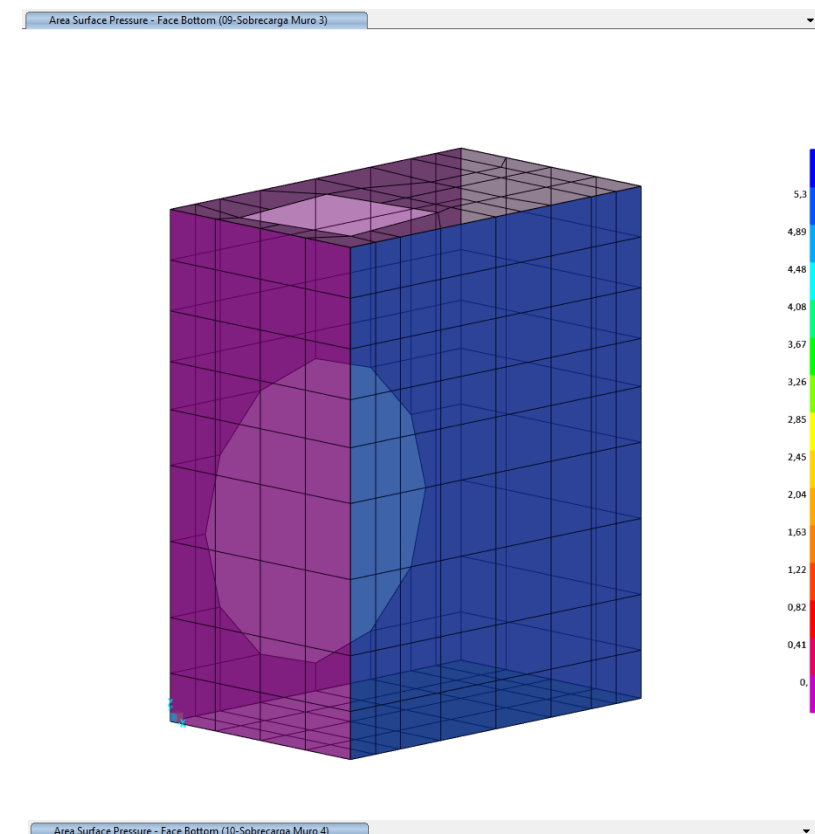
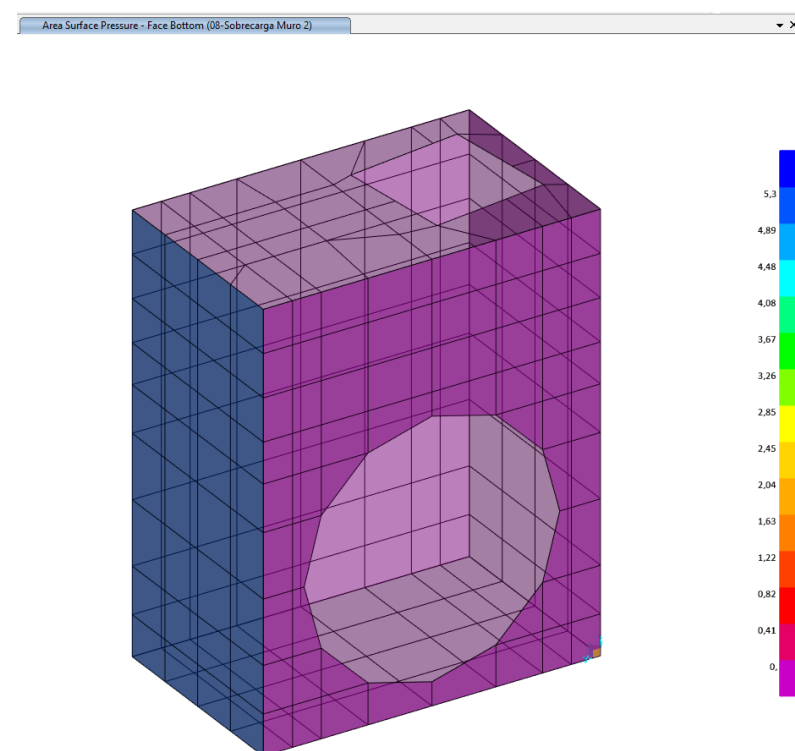
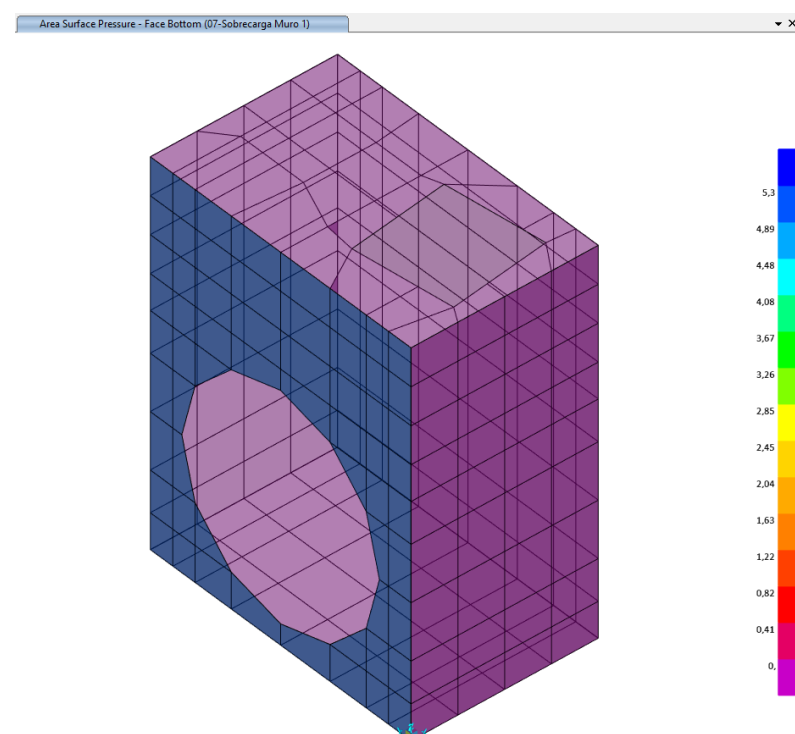
Se consideran las siguientes cargas en los cálculos:

- Peso propio:

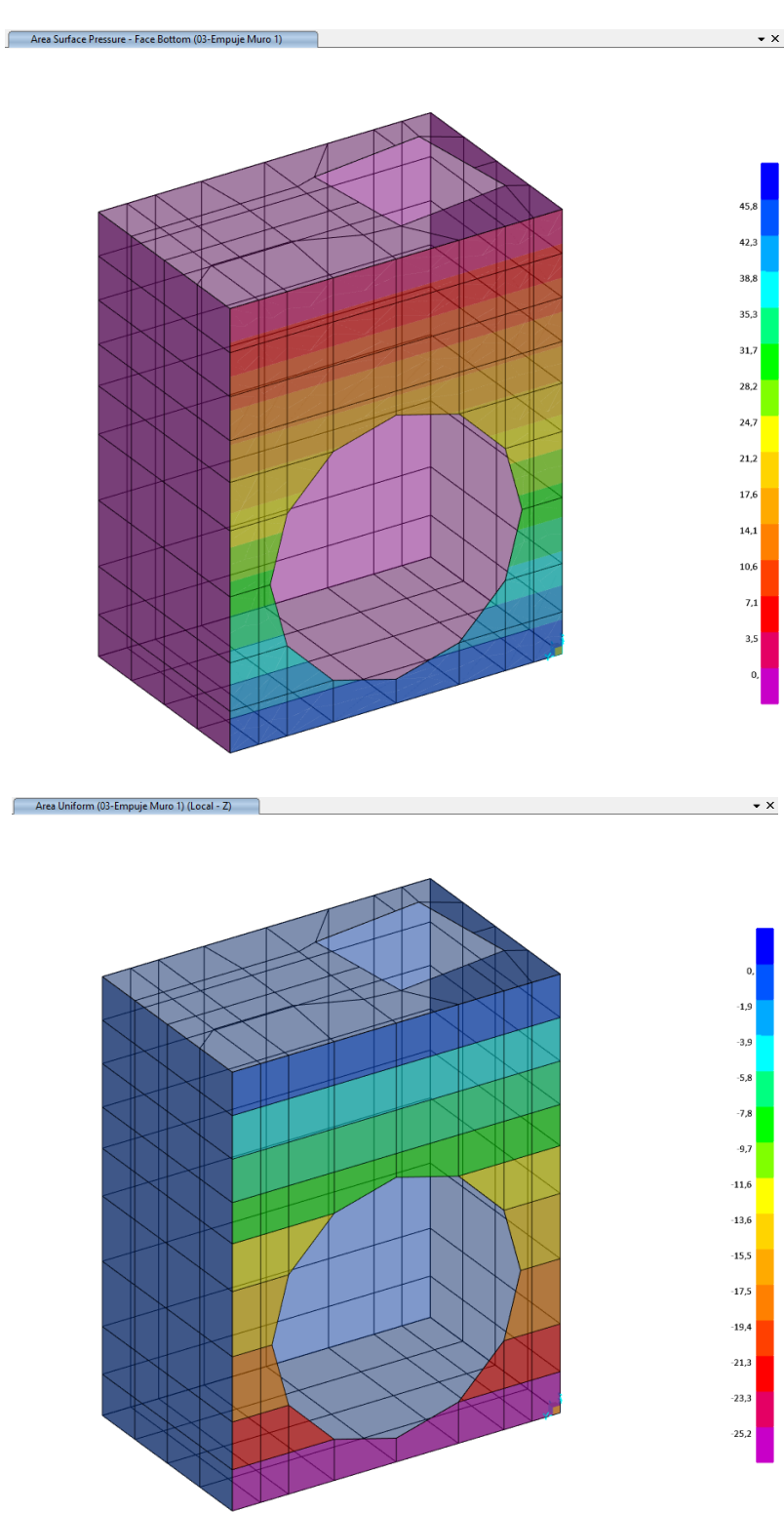
Peso propio de la estructura calculado por el programa en función de la geometría y considerando el peso específico del hormigón armado: 25kN/m³.



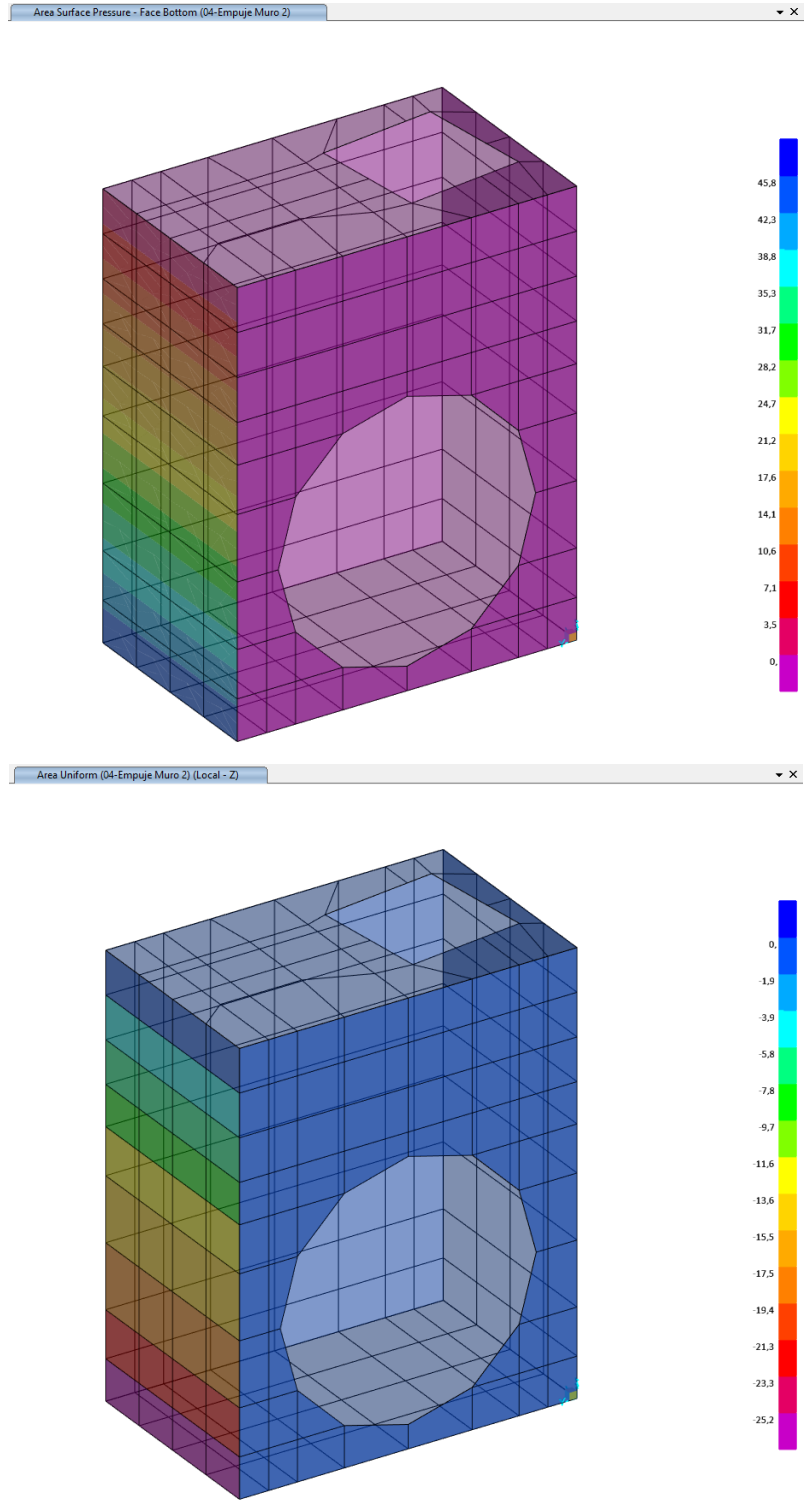
- Sobrecarga trasdós, 10 kN/m² en el exterior de los muros considerando el coeficiente de empuje al reposo correspondiente:



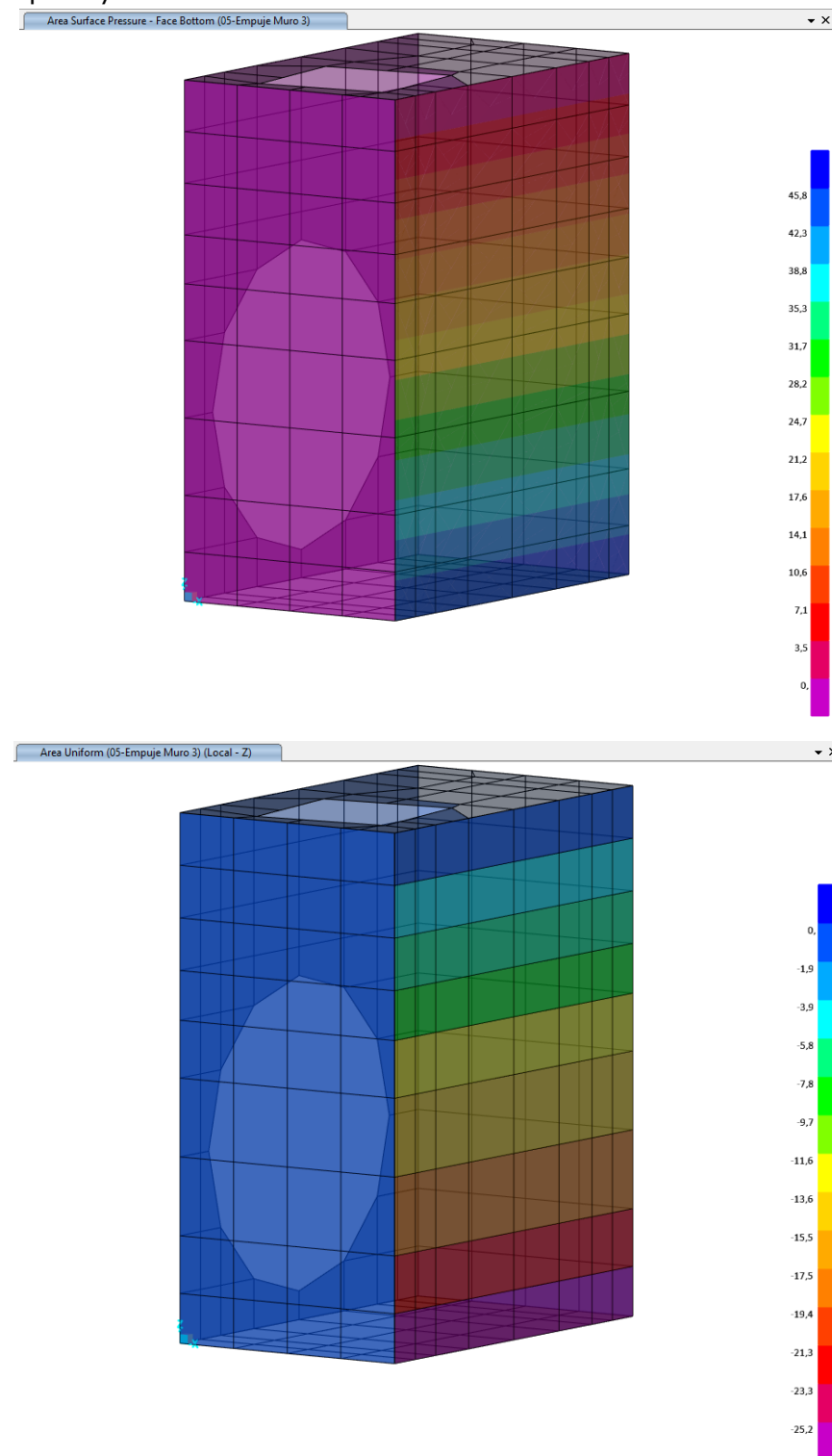
- Empuje reposo tierras muro 1:



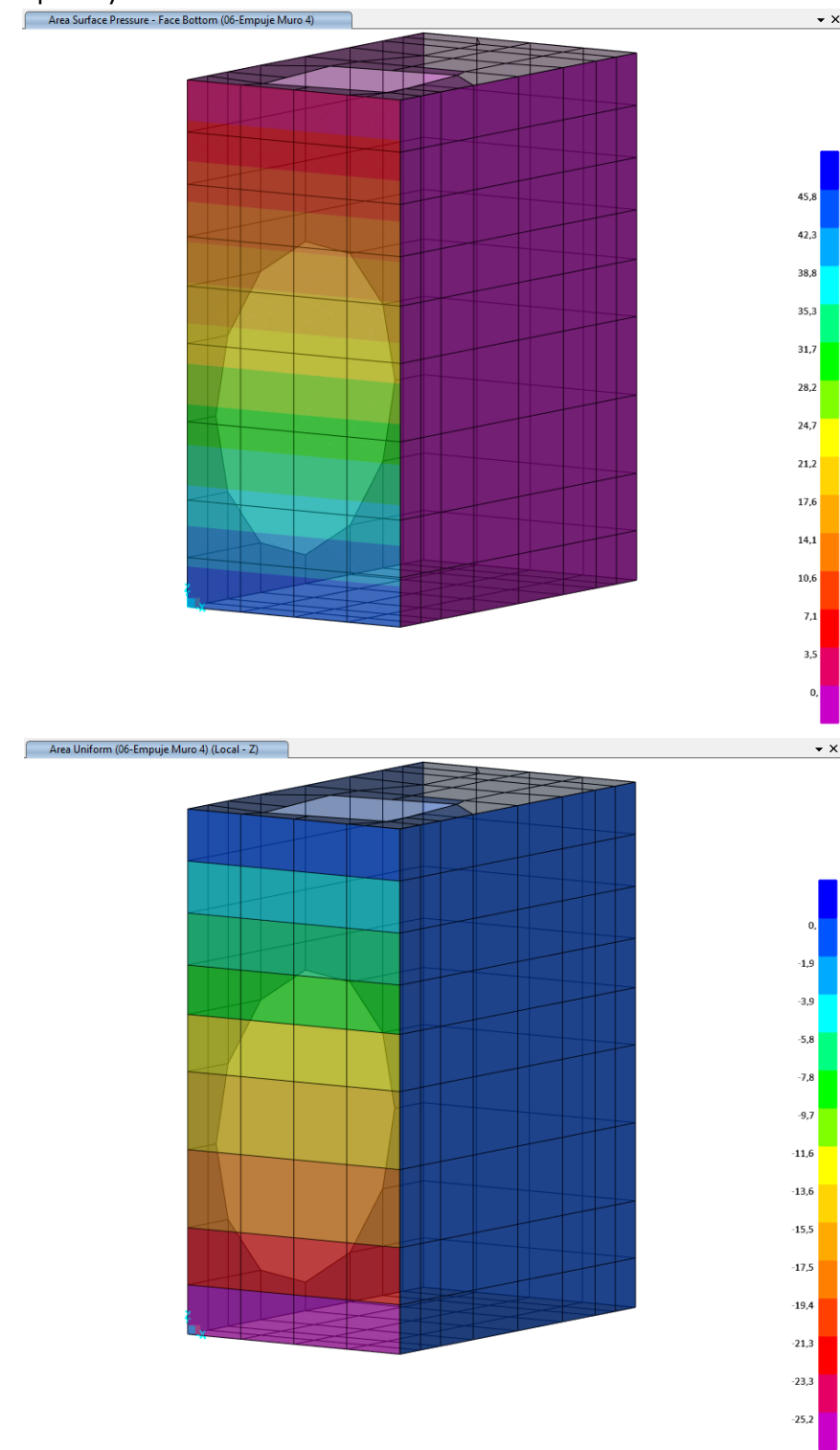
- Empujes reposo y rozamiento de tierras en muro 2:



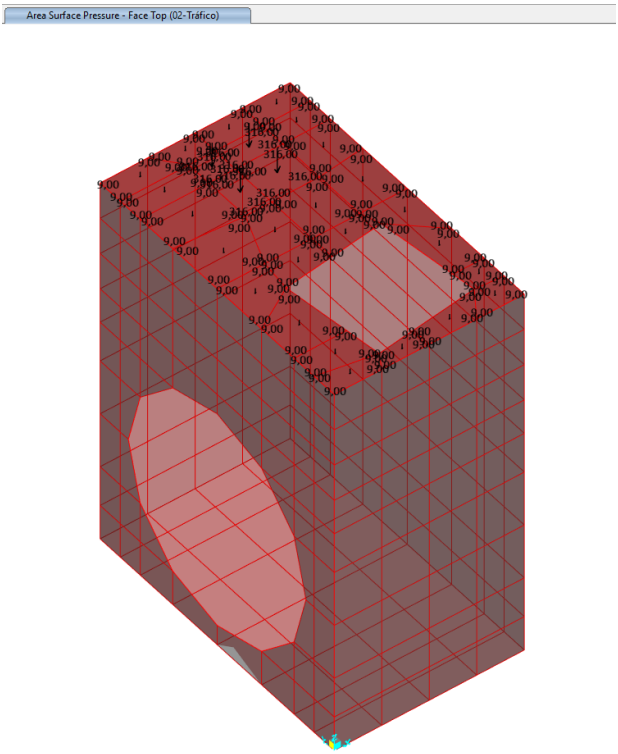
- Empujes reposo y rozamiento de tierras en muro 3:



- Empujes reposo y rozamiento de tierras en muro 4:



- Vehículo pesado, 2 ruedas de 150 kN y carga repartida de 9 kN/m²:



6.1.10 Combinaciones de carga

Las combinaciones de carga consideradas en los cálculos de las estructuras se muestran a continuación, teniendo en cuenta coeficientes de combinación y mayoración de cargas:

Caso de carga	ELU		ELS - CARACTERÍSTICA		ELS - CUASI PERMANENTE	
	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable
Peso Propio	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cargas Permanentes	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Empuje tierras	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sobrecarga variable	1,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Empuje equipo hidráulico	1,20	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00

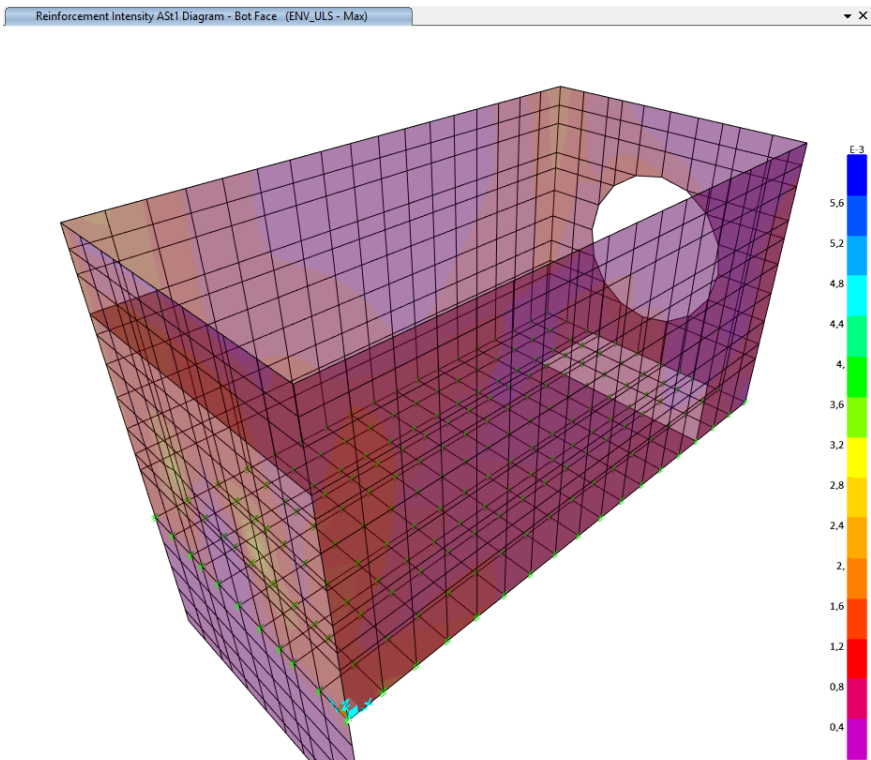
6.1.11 Verificaciones – Pozo de ataque

6.1.11.1 Estado Límite Último

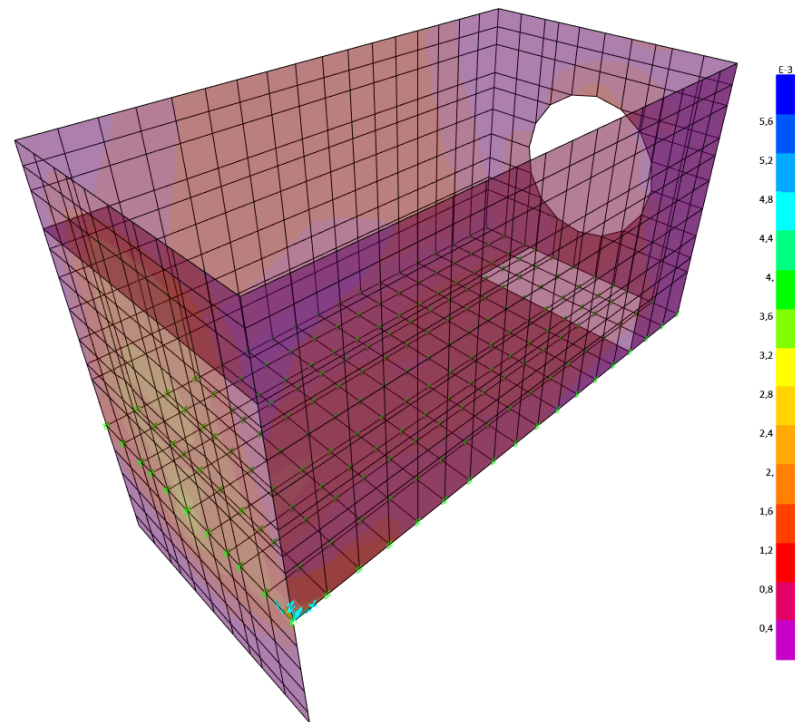
6.1.11.1.1 Armadura a flexión

A continuación, se muestra la cantidad de acero necesaria según las hipótesis de carga a Estado Limite Ultimo en m2/m, obtenida a través del modelo 3D.

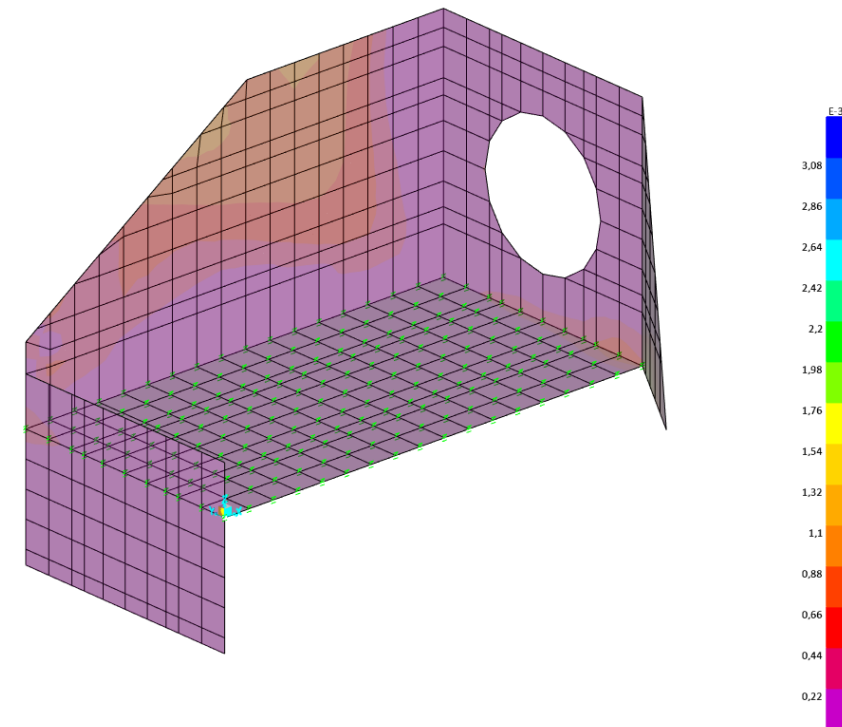
- Ast1 (armado horizontal en muros y transversal en cimentación):



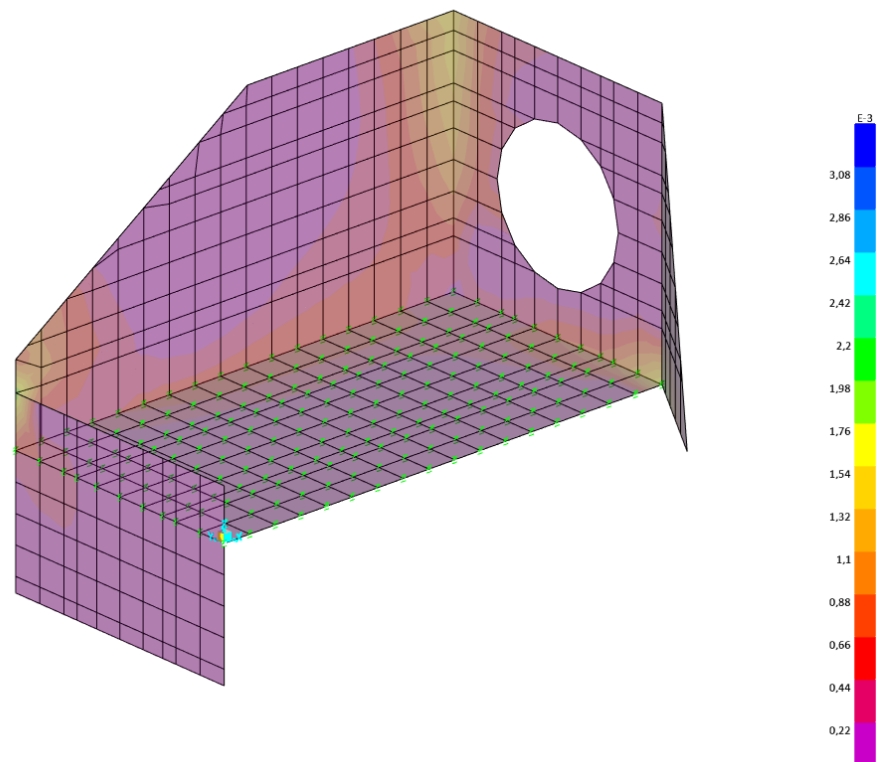
Reinforcement Intensity AS1 Diagram - Top Face (ENV_U1S - Max)



Reinforcement Intensity AS1 Diagram - Top Face (ULS-1)

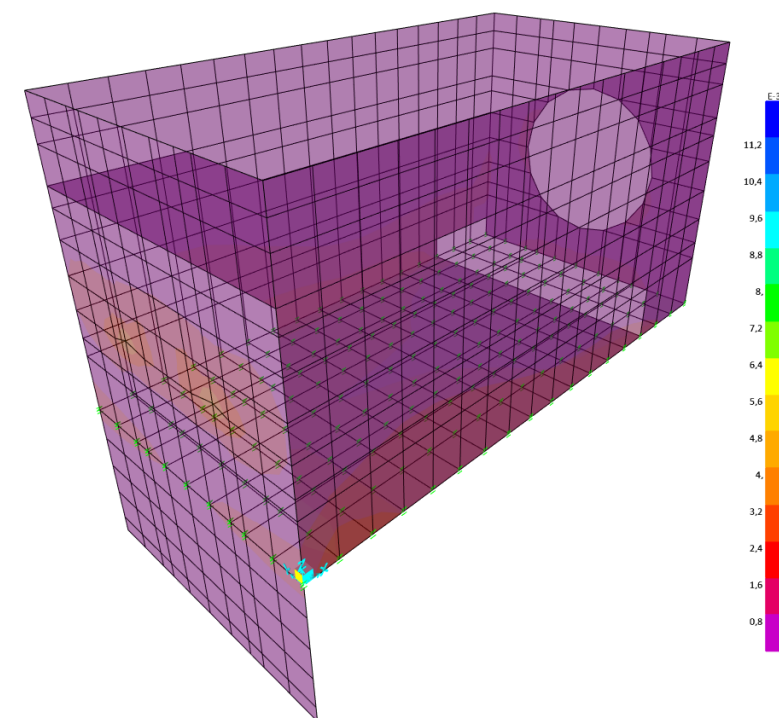


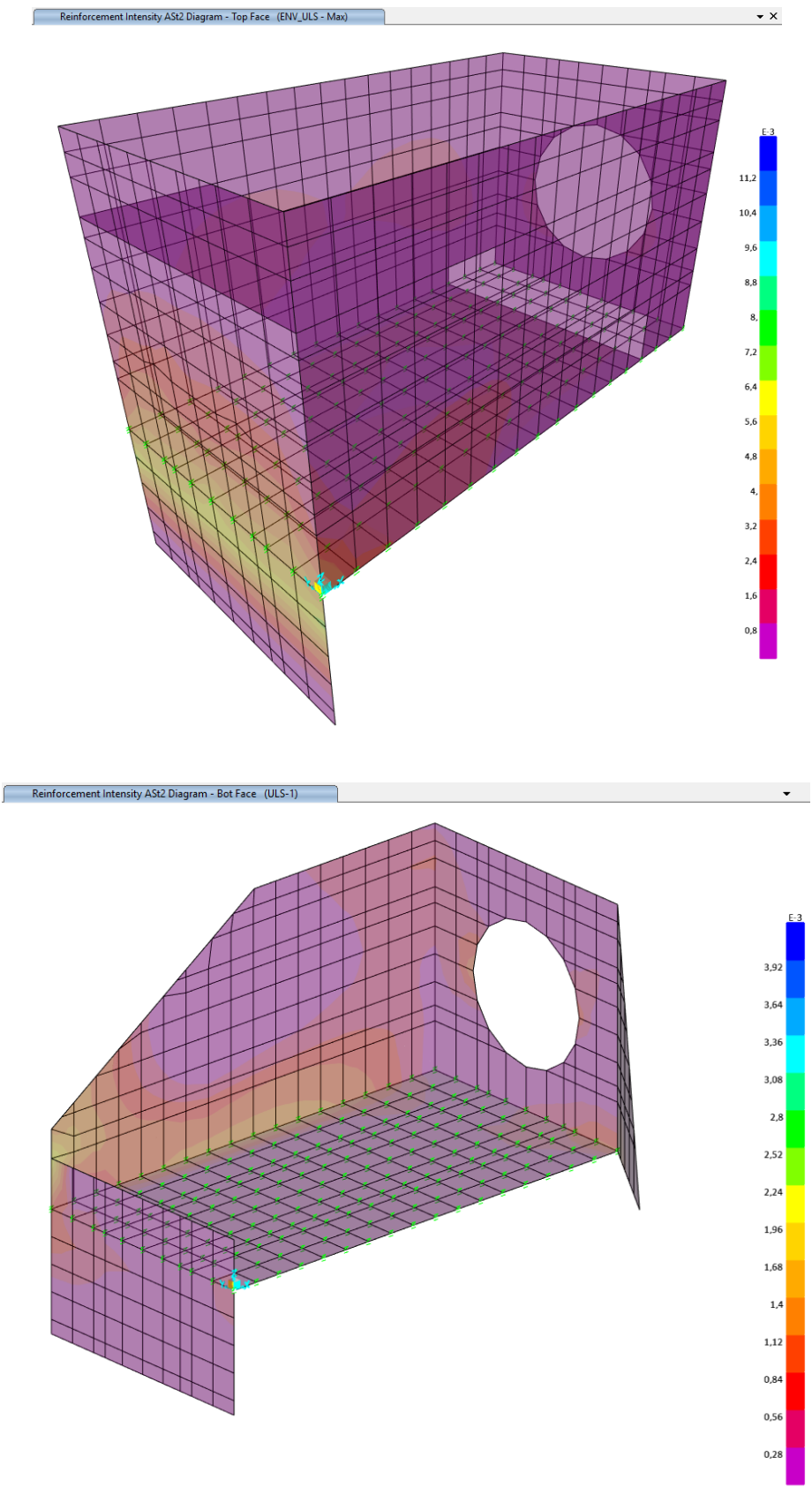
Reinforcement Intensity AS1 Diagram - Bot Face (ULS-1)



- Ast2 muros (armado vertical en muros y longitudinal en cimentación):

Reinforcement Intensity AS2 Diagram - Bot Face (ENV_U1S - Max)





Se establece el armado a disponer de acuerdo con la demanda de armadura de las imágenes mostradas arriba y teniendo en cuenta el armado mínimo según la EHE-08:

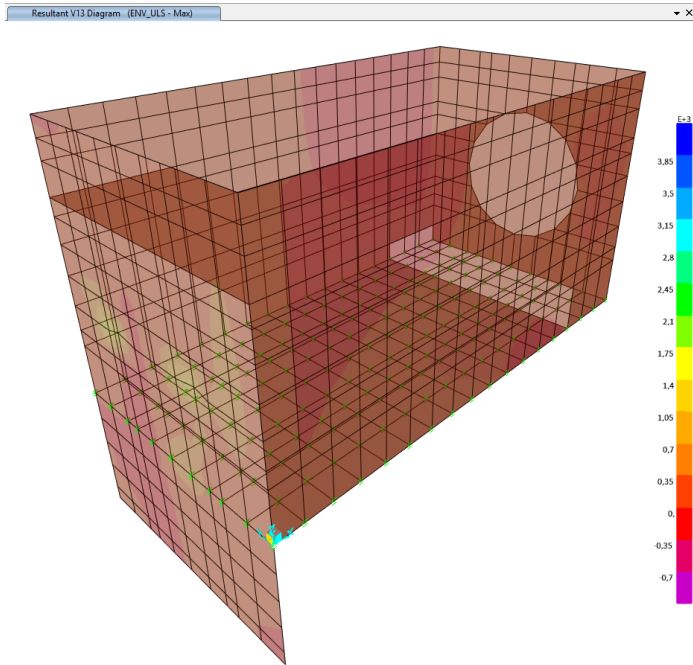
Elemento estructural	Posición	Armado aportado	As aportado cm²/m	As requerido - Cálculo cm²/m	As mecánica cm²/m	As geométrica cm²/m
Muro de reacción	Vertical trasdós Max	φ25 a 0,20 m + φ16 a 0,20 m	34,6	34,00	15,33	9,00
	Vertical trasdós Min	φ16 a 0,20 m + φ12 a 0,20 m	15,71	15,00	15,33	9,00
	Vertical intradós Max	φ32 a 0,20 m + φ20 a 0,20 m	55,92	54,50	15,33	9,00
	Vertical intradós Min	φ20 a 0,20 m	15,71	15,60	15,33	9,00
	Horizontal trasdós Max	φ20 a 0,10 m	31,42	31,40	15,33	8,00
	Horizontal trasdós Min	φ20 a 0,20 m	15,71	15,00	15,33	8,00
	Horizontal intradós Max	φ16 a 0,10 m	20,11	18,00	15,33	8,00
	Horizontal intradós Min	φ20 a 0,10 m	31,42	29,17	15,33	8,00
Muros laterales	Vertical trasdós Max	φ20 a 0,20 m + φ16 a 0,20 m	25,76	24,25	4,60	2,70
	Vertical trasdós Min	φ16 a 0,20 m	10,05	10,00	4,60	2,70
	Vertical intradós Max	φ16 a 0,20 m + φ12 a 0,20 m	34,60	34,00	4,60	2,70
	Vertical intradós Min	φ16 a 0,20 m	10,05	10,00	4,60	2,70
	Horizontal trasdós	φ16 a 0,10 m	20,11	18,60	4,60	4,80
	Horizontal intradós	φ16 a 0,20 m + φ12 a 0,20 m	15,71	12,70	4,60	4,80
Muro de ataque	Vertical trasdós	φ16 a 0,10 m	20,11	20,00	4,60	2,70
	Vertical intradós	φ20 a 0,20 m	15,71	14,82	4,60	2,70
	Horizontal trasdós	φ16 a 0,10 m	20,11	19,90	4,60	4,80
	Horizontal intradós	φ12 a 0,10 m	11,31	10,90	4,60	4,80

Elemento estructural	Posición	Armado aportado	As aportado cm²/m	As requerido - Cálculo cm²/m	As mecánica cm²/m	As geométrica cm²/m
Tacón	Vertical trasdós	φ16 a 0,20 m + φ12 a 0,20 m	15,71	13,00	7,67	4,50
	Vertical intradós	φ25 a 0,20 m + φ32 a 0,20 m	64,76	64,00	7,67	4,50
	Horizontal trasdós	φ16 a 0,20 m	10,05	8,10	7,67	8,00
	Horizontal intradós Max	φ20 a 0,10 m	31,42	29,96	7,67	8,00
	Horizontal intradós Min	φ16 a 0,20 m	10,05	10,00	7,67	8,00
Cimentación	Transversal inferior	φ20 a 0,20 m	15,71	14,90	7,67	4,50
	Transversal superior Max	φ20 a 0,10 m	31,42	30,00	7,67	4,50
	Transversal superior Min	φ20 a 0,20 m	15,71	12,35	7,67	4,50
	Longitudinal Inferior	φ20 a 0,10 m	31,42	28,10	7,67	4,50
	Longitudinal Superior Max	φ32 a 0,20 m + φ20 a 0,20 m	55,92	47,00	7,67	4,50
	Longitudinal Superior Min	φ20 a 0,20 m	15,71	15,00	7,67	4,50
Aleta	Vertical trasdós Max	φ20 a 0,20 m + φ12 a 0,20 m	21,36	20,86	4,60	2,70
	Vertical trasdós Min	φ12 a 0,20 m	5,65	5,00	4,60	2,70
	Vertical intradós Max	φ20 a 0,20 m + φ16 a 0,20 m	25,76	25,70	4,60	2,70
	Vertical intradós Min	φ16 a 0,20 m	10,05	10,00	4,60	2,70
	Horizontal trasdós Max	φ20 a 0,10 m	31,42	31,40	4,60	4,80
	Horizontal trasdós Min	φ12 a 0,20 m	5,65	5,00	4,60	4,80
	Horizontal intradós Max	φ20 a 0,10 m	31,42	27,00	4,60	4,80
	Horizontal intradós Min	φ12 a 0,20 m	5,65	5,00	4,60	4,80

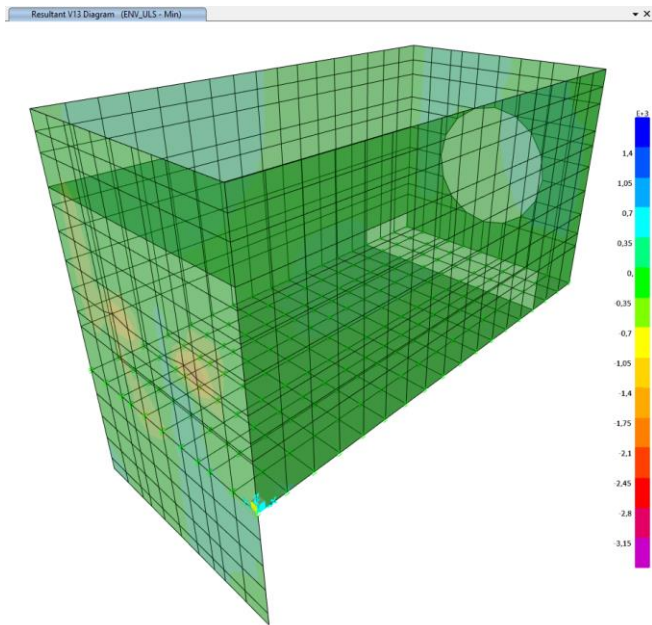
6.1.11.1.2 Armadura a cortante

Se muestran los esfuerzos de cortante para la envolvente de Estado Límite Último.

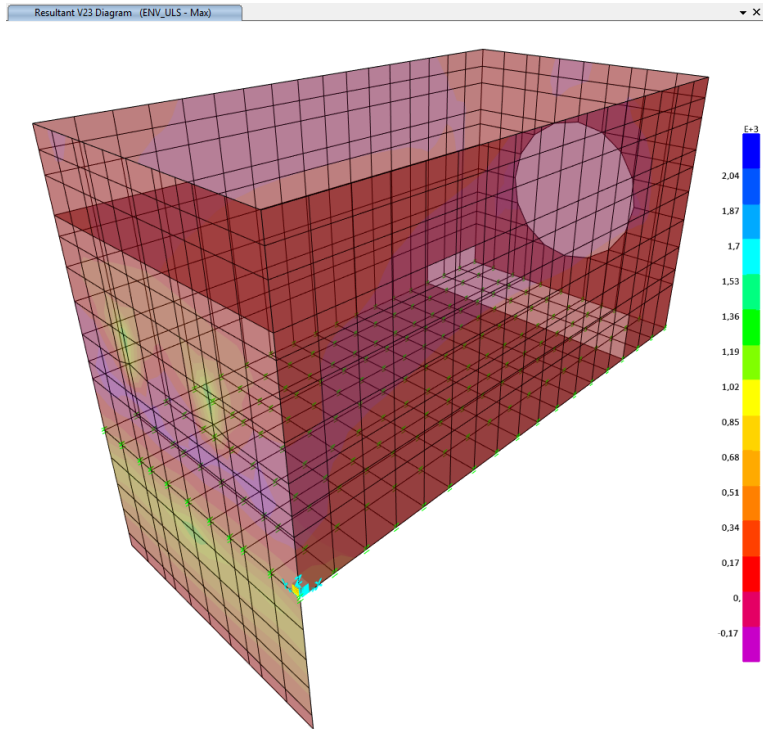
V13 ENV_ULS max (kN)



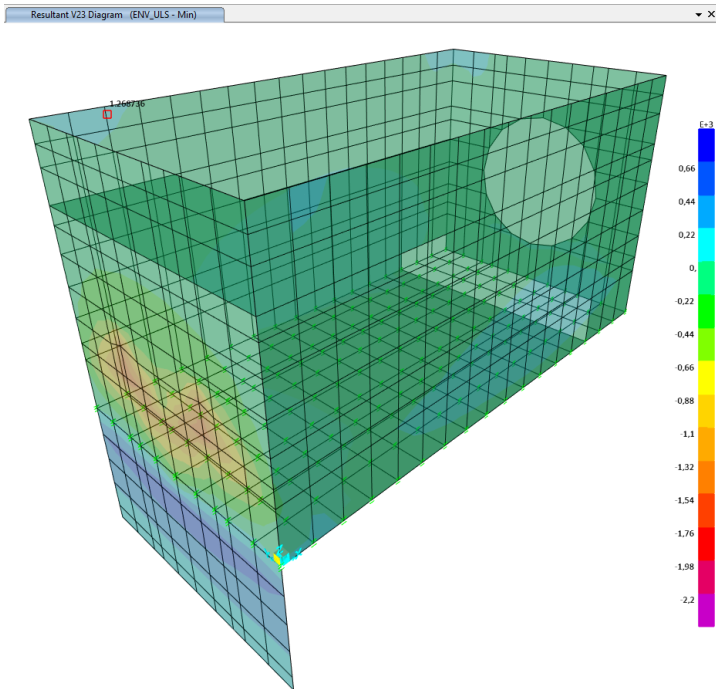
V13 ENV_ULS min (kN)



V23 ENV_ULS MAX (kN)



V23 ENV_ULS min (kN)



El valor máximo del esfuerzo cortante en la cimentación, medido a un canto de distancia de muros y considerando los esfuerzos concomitantes, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en la losa de cimentación:

$V_{max} = 207 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 218,5 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático 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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

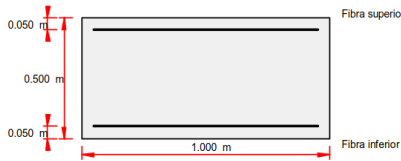
Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.500 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, A_{s, sup} : 5.65 cm²
Armadura en fibra inferior, A_{s, inf} : 5.65 cm²



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficiente de la naturaleza del árido, α : 1.0

Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00

Acero:
Denominación: AP500 SD
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa



Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:

Cortante de cálculo, V_d : 207.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : -177.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 44.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t : 0.00 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd} : 0.00 MPa

$\sigma_t < f_{ctd}$ -> La sección fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.2 EHE-08):

Canto útil, d : 0.450 m
Ancho de la sección, b_0 : 1.000 m
Coeficiente ξ : 1.667
Cuantía de la armadura principal de tracción, ρ : 0.001
Resistencia efectiva del hormigón a cortante, f_{cv} : 25.00 MPa
Tensión axil media en el alma, σ'_{cd} : -0.35 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 218.5 kN

$V_d = 207.0 \text{ kN} < V_{u2} = 218.5 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo del esfuerzo cortante en el muro de reacción, medido a un canto de distancia de la cimentación y de muros laterales y considerando esfuerzos concomitantes, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en el muro de reacción:

$V_{\max} = 375 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 830,8 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático CivilEstudio.



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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

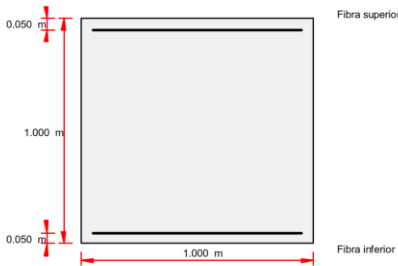
Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 1.000 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m

Elemento estructural: Muro

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, A_{s, sup} : 15.71 cm²
Armadura en fibra inferior, A_{s, inf} : 15.71 cm²



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficiente de la naturaleza del árido, α : 1.0
Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50
Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00
Acero:
Denominación: AP500 SD
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa

Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:
Cortante de cálculo, V_d : 375.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : 71.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 150.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t : -0.79 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd} : -1.20 MPa

σ_t > f_{ctd} -> La sección no fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.1 EHE-08):

Momento de inercia de la sección, I : 0.087 m⁴
Momento estático de la sección transversal, S : 0.129 m³
Ancho de la sección, b₀ : 1.000 m
Tensión de compresión, σ' _{cd} : 0.07 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 830.8 kN

V_d = 375.0 kN < V_{u2} = 830.8 kN -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo del esfuerzo cortante en muros laterales, medido a un canto de distancia de la cimentación y de muros de reacción y ataque y considerando esfuerzos concomitantes,

no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en muros laterales:

$V_{max} = 123 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 182,2 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático 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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

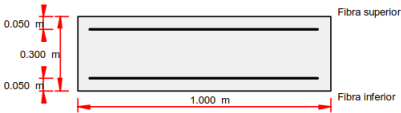
Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.300 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m

Elemento estructural: Muro

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, $A_{s, sup}$: 10.05 cm²
Armadura en fibra inferior, $A_{s, inf}$: 10.05 cm²



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficiente de la naturaleza del árido, α : 1.0

Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00

Acero:
Denominación: AP500 SD
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa



Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:

Cortante de cálculo, V_d : 123.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : 160.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 44.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t : 0.00 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd} : 0.00 MPa

$\sigma_t < f_{ctd}$ -> La sección fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.2 EHE-08):

Canto útil, d : 0.250 m
Ancho de la sección, b_0 : 1.000 m
Coeficiente ξ : 1.894
Cuantía de la armadura principal de tracción, ρ : 0.004
Resistencia efectiva del hormigón a cortante, f_{cv} : 25.00 MPa
Tensión axil media en el alma, σ'_{cd} : 0.51 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 182.2 kN

$V_d = 123.0 \text{ kN} < V_{u2} = 182.2 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en el muro de ataque:

$V_{max} = 71 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 262,9 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático CivilEstudio.

El valor máximo del esfuerzo cortante en el muro de ataque, medido a un canto de distancia de la cimentación y de los muros laterales y considerando esfuerzos concomitantes, no



CivilEstudio



CivilEstudio

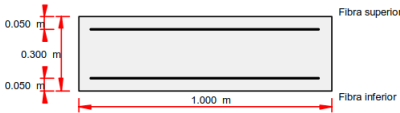
Programa CivilEstudio

Versión: 35 - 1, Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008			
Normativas			
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008			
Geometría:			
Ancho de la sección, b	:	1.000	m
Canto de la sección, h	:	0.300	m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r	:	0.050	m
Elemento estructural: Muro			
Armadura de flexión:			
Armadura en fibra superior, A _{s, sup}	:	10.05	cm ²
Armadura en fibra inferior, A _{s, inf}	:	10.05	cm ²



Hormigón:			
Denominación: HA-25			
Resistencia característica a compresión, f _{ck}	:	25.0	MPa
Coefficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coefficientes de seguridad:			
ELU, situación persistente, γ _c	:	1.50	
Factores de cansancio del hormigón:			
Factor de cansancio a compresión, α _{cc}	:	1.00	
Acero:			
Denominación: AP500 SD			
Límite elástico característico, f _{yk}	:	500	MPa

Coefficientes de seguridad:		
ELU, situación persistente, γ _s	:	1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:		
Cortante de cálculo, V _d	:	71.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N _d	:	77.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M _d	:	4.0 kNm
Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α		
	:	90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ		
	:	45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ _t	:	-0.01 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f _{ctd}	:	-1.20 MPa

σ_t > f_{ctd} -> La sección no fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.1 EHE-08):

Momento de inercia de la sección, I	:	0.002 m ⁴
Momento estático de la sección transversal, S	:	0.012 m ³
Ancho de la sección, b ₀	:	1.000 m
Tensión de compresión, σ' _{cd}	:	0.25 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V _{u2}	:	262.9 kN

V_d = 71.0 kN < V_{u2} = 262.9 kN -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo del esfuerzo cortante en el tacón, medido a un canto de distancia de la cimentación y considerando esfuerzos concomitantes, supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, se necesita armadura de cortante: cercos $\phi 20$ a 400/200mm (69.08cm²/m/m) en la mitad superior, y cercos $\phi 16$ a 400/200mm (44.22cm²/m/m) en el resto.

$V_{\max} = 1200 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 1320 \text{ kN}$

$V_{\max} = 700 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 1320 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático 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

Comprobación a cortante de secciones rectangulares

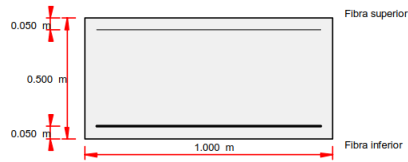
Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.500 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m
Elemento estructural: Muro

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, $A_{s, sup}$: 15.71 cm²
Armadura en fibra inferior, $A_{s, inf}$: 64.76 cm²

Armadura de cortante:
Armadura de cortante, A_{α} : 69.0 cm²/m



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50
Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00
Acero:
Denominación: AP500 SD
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa



CivilEstudio



CivilEstudio

Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:
Cortante de cálculo, V_d : 1200.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : 67.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 793.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma (Art. 44.2.3.1 EHE-08):

Tensión axil efectiva en el hormigón, σ'_{cd} : 0.13 MPa
Coeficiente K : 1.008
Resistencia a compresión del hormigón, f_{1cd} : 10.00 MPa
Ancho de la sección, b_0 : 1.000 m
Canto útil, d : 0.450 m
Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma, V_{u1} : 2268.1 kN

$V_d = 1200.0 \text{ kN} < V_{u1} = 2268.1 \text{ kN} \rightarrow$ Cumple

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.2 EHE-08):

Coeficiente ξ : 1.667
Cuantía de la armadura principal de tracción, ρ : 0.014
Resistencia efectiva del hormigón a cortante, f_{cv} : 25.00 MPa
Tensión axil media en el alma, σ'_{cd} : 0.12 MPa
Ángulo de referencia de inclinación de fisuras, θ_e : 44.3 °
Coeficiente β : 0.955
Brazo mecánico, z : 0.388 m
Resistencia de cálculo de la armadura, $f_{y cd}$: 400.00 MPa

Contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante, V_{cu} : 250.3 kN
Contribución de la armadura transversal del alma, V_{su} : 1069.7 kN
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 1320.0 kN

$V_d = 1200.0 \text{ kN} < V_{u2} = 1320.0 \text{ kN} \rightarrow$ Cumple

Comprobación de la armadura mínima

Armadura mínima de cortante, $A_{\alpha, \min}$: 8.5 cm²/m

La armadura de cortante dispuesta es superior a la armadura mínima

Separación máxima entre cercos, s_t : 0.270 m
Separación máxima entre ramas de cercos, s_r : 0.450 m

Factor de seguridad

Cortante de cálculo, V_d : 1200.0 kN
Cortante último, V_u : 1320.0 kN
Factor de seguridad de rotura por cortante : 1.100

La sección resiste los esfuerzos de cálculo a cortante

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

Comprobación a cortante de secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008

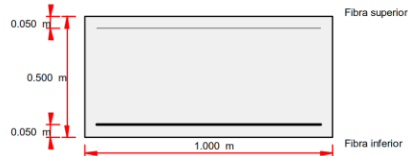
Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.500 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m

Elemento estructural: Muro

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, $A_{s, \sup}$: 15.71 cm²
Armadura en fibra inferior, $A_{s, \inf}$: 64.76 cm²

Armadura de cortante:
Armadura de cortante, A_{α} : 44.2 cm²/m



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa

Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00

Acero:
Denominación: AP500 SD
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa



CivilEstudio

Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:

Cortante de cálculo, V_d : 685.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : 27.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 410.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma (Art. 44.2.3.1 EHE-08):

Tensión axil efectiva en el hormigón, σ'_{cd} : 0.05 MPa
Coeficiente K : 1.003
Resistencia a compresión del hormigón, f_{1cd} : 10.00 MPa
Ancho de la sección, b_0 : 1.000 m
Canto útil, d : 0.450 m
Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma, V_{u1} : 2257.3 kN

$V_d = 685.0 \text{ kN} < V_{u1} = 2257.3 \text{ kN} \rightarrow$ Cumple

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.2 EHE-08):

Coeficiente ξ : 1.667
Cuantía de la armadura principal de tracción, ρ : 0.014
Resistencia efectiva del hormigón a cortante, f_{cv} : 25.00 MPa
Tensión axil media en el alma, σ'_{cd} : 0.05 MPa
Ángulo de referencia de inclinación de fisuras, θ_b : 44.7 °
Coeficiente β : 0.981
Brazo mecánico, z : 0.405 m
Resistencia de cálculo de la armadura, $f_{y\alpha d}$: 400.00 MPa

Contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante, V_{cu} : 246.2 kN
Contribución de la armadura transversal del alma, V_{su} : 716.0 kN
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 962.3 kN

$V_d = 685.0 \text{ kN} < V_{u2} = 962.3 \text{ kN} \rightarrow$ Cumple

Comprobación de la armadura mínima

Armadura mínima de cortante, $A_{\alpha, \min}$: 8.5 cm²/m

La armadura de cortante dispuesta es superior a la armadura mínima

Separación máxima entre cercos, s_t : 0.270 m
Separación máxima entre ramas de cercos, s_r : 0.450 m

Factor de seguridad

Cortante de cálculo, V_d : 685.0 kN
Cortante último, V_u : 962.3 kN
Factor de seguridad de rotura por cortante : 1.405

La sección resiste los esfuerzos de cálculo a cortante

A continuación, se muestran los resultados de la verificación de resistencia al vuelco y deslizamiento. Estas verificaciones han sido realizadas considerando las condiciones más desfavorables.

Debido a que la situación más desfavorable se produce durante la operación de hincado para la Hinca 1, y al tratarse de una operación puntual, se consideran factores de seguridad reducidos para la combinación característica: 1,2 frente a deslizamiento.

Altura muro 1 h_{m1} =	4,00 m
Espesor muro 1 e_{m1} =	1,00 m
Altura muro 2 h_{m2} =	4,000 m
Espesor muro 2 e_{m2} =	0,30 m
Altura muro 3 h_{m3} =	4,000 m
Espesor muro 3 e_{m3} =	0,30 m
Altura muro 4 h_{m4} =	4,000 m
Espesor muro 4 e_{m4} =	0,30 m
Espesor base e_b =	0,50 m
Altura tacón h_t =	1,90 m
Espesor tacón e_t =	0,50 m
Altura tierras muro 1 h_{tm1} =	4,00 m
Altura tierras muro 2 h_{tm2} =	4,000 m
Altura tierras muro 3 h_{tm3} =	4,000 m
Altura tierras muro 4 h_{tm4} =	2,00 m
Ancho b=	8,80 m
Fondo f=	4,60 m
Volumen V=	66,53 m ³
X_{cdg} =	3,50 m
Y_{cdg} =	1,59 m
Densidad hormigón γ_h =	25,00 kN/m ³
Densidad tierras γ_t =	20,00 kN/m ³
ϕ_k =	28 °
δ =	0 °
β =	0 °
K_0 '=	0,53
K_s '=	0,36103
K_p '=	2,76983
β =	17 °
K_0 "=	0,67
K_s "=	0,45703
K_p "=	4,61923
μ =	0,5774
Empuje equipo hidráulico=	5000 kN
Altura aplicación sobre cara superior losa=	1,35 m
Peso equipo hidráulico=	420 kN
Sobrecarga de uso q=	10 kN/m2

6.1.11.2 Estados Limite de Equilibrio

DESlizAMIENTO				
COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA				
Acción	F	F horiz. estab.	F horiz. desest.	
	kN	kN	kN	
Peso propio muro	1663,25	960,28	0,00	
Peso equipo hidráulico	420,00	242,49	0,00	
Empuje equipo hidráulico	5000,00	0,00	5000,00	
Empuje reposo trasdós muro 3	622,05	0,00	622,05	
Empuje pasivo trasdós muro 1	5218,80	5218,80	0,00	
Empuje sobrecarga de uso muro 3	138,23	0,00	138,23	
Rozamiento horizontal reposo muros 2 y 4	714,29	714,29	0,00	
Total		7135,85	5760,28	
Factor de seguridad =				1,239 ≥ 1,2 Cumple
COMBINACIÓN CUASI-PERMANENTE				
Acción	F	F horiz. estab.	F horiz. desest.	
	kN	kN	kN	
Peso propio muro	1663,25	960,28	0,00	
Peso equipo hidráulico	420,00	242,49	0,00	
Empuje equipo hidráulico	5000,00	0,00	0,00	
Empuje reposo trasdós muro 3	622,05	0,00	622,05	
Empuje pasivo trasdós muro 1	5218,80	5218,80	0,00	
Empuje sobrecarga de uso muro 3	138,23	0,00	138,23	
Rozamiento horizontal reposo muros 2 y 4	714,29	714,29	0,00	
Total		7135,85	760,28	
Factor de seguridad =				9,39 ≥ 1,5 Cumple
				Cumple deslizamiento

VUELCO			
COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA			
Acción	M estab.	M desest.	
	kN	kN	
Peso propio muro	5814,91	0,00	
Peso equipo hidráulico	1468,37	0,00	
Empuje equipo hidráulico	0,00	9250,00	
Empuje reposo trasdós muro 3	0,00	933,07	
Empuje pasivo trasdós muro 1	7105,17	0,00	
Empuje sobrecarga de uso muro 3	0,00	311,02	
Rozamiento vertical reposo muro 3	3160,41	0,00	
Rozamiento vertical reposo muros 2 y 4	3142,89	0,00	
Total	20691,76	10494,09	
Factor de seguridad =			1,97 ≥ 1,8 Cumple
COMBINACIÓN CUASI-PERMANENTE			
Acción	M estab.	M desest.	
	kN	kN	
Peso propio muro	5814,91	0,00	
Peso equipo hidráulico	1468,37	0,00	
Empuje equipo hidráulico	0,00	0,00	
Empuje reposo trasdós muro 3	0,00	933,07	
Empuje pasivo trasdós muro 1	7105,17	0,00	
Empuje sobrecarga de uso muro 3	0,00	0,00	
Rozamiento vertical reposo muro 3	3160,41	0,00	
Rozamiento vertical reposo muros 2 y 4	3142,89	0,00	
Total	20691,76	933,07	
Factor de seguridad =			22,18 ≥ 2 Cumple
			Cumple vuelco

Adicionalmente, se verifica el pozo de ataque de la Hinca 2, en situación de reposo. Para esta comprobación, se considera un ángulo de rozamiento interno del terreno igual al del talud.

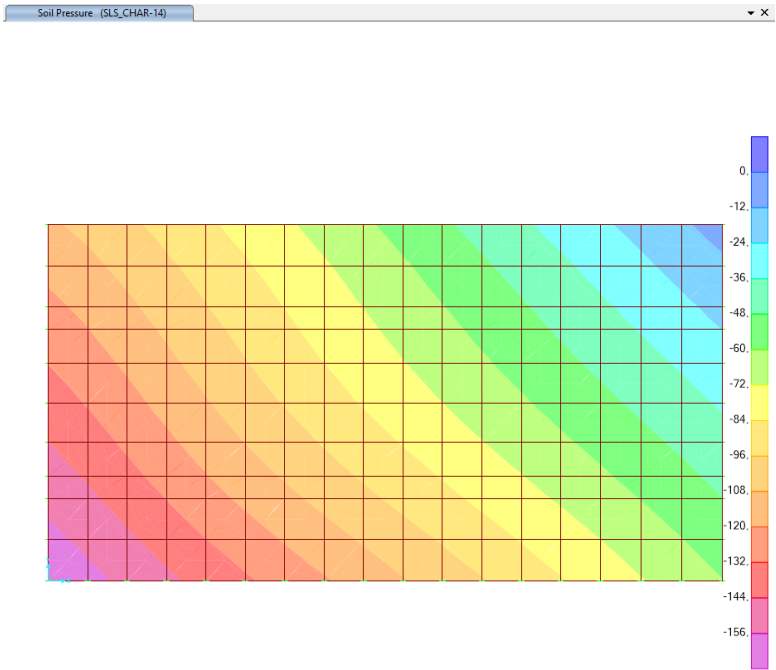
Altura muro 1 h _{m1} =	4,30 m
Espesor muro 1 e _{m1} =	1,00 m
Altura muro 2 h _{m2} =	4,300 m
Espesor muro 2 e _{m2} =	0,30 m
Altura muro 3 h _{m3} =	4,300 m
Espesor muro 3 e _{m3} =	0,30 m
Altura muro 4 h _{m4} =	4,300 m
Espesor muro 4 e _{m4} =	0,30 m
Espesor base e _b =	0,50 m
Altura tacón h _t =	1,90 m
Espesor tacón e _t =	0,50 m
Altura tierras muro 1 ht _{m1} =	4,30 m
Altura tierras muro 2 ht _{m2} =	2,00 m
Altura tierras muro 3 ht _{m3} =	4,30 m
Altura tierras muro 4 ht _{m4} =	2,00 m
Ancho b=	8,80 m
Fondo f=	4,60 m
Volumen V=	69,67 m³
X _{cdg} =	3,49 m
Y _{cdg} =	1,73 m
Densidad hormigón γ _h =	25,00 kN/m³
Densidad tierras γ _t =	20,00 kN/m³
Φ _k =	33,7 °
δ=	0 °
β=	33,7 °
K ₀ '=	0,75
K _a '=	0,69215
K _p '=	14,92738
β=	0 °
K ₀ "=	0,45
K _a "=	0,28630
K _p "=	3,49281
μ=	0,5774
Empuje equipo hidráulico=	0 kN
Altura aplicación sobre cara superior losa=	1,35 m
Peso equipo hidráulico=	0 kN
Sobrecarga de uso q=	5 kN/m2

DESPLAZAMIENTO				
COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA				
Acción	F kN	F horiz. estab. kN	F horiz. desest. kN	
Peso propio muro	1741,85	1005,66	0,00	
Peso equipo hidráulico	0,00	0,00	0,00	
Empuje equipo hidráulico	0,00	0,00	0,00	
Empuje pasivo trasdós muro 3	1004,18	1004,18	0,00	
Empuje reposo trasdós muro 1	1554,92	0,00	1554,92	
Empuje sobrecarga de uso muro 1	83,13	0,00	83,13	
Rozamiento horizontal reposo muros 2 y 4	478,22	478,22	0,00	
Total		2488,07	1638,05	
Factor de seguridad =	1,519	≥	1,3	Cumple
COMBINACIÓN CUASI-PERMANENTE				
Acción	F kN	F horiz. estab. kN	F horiz. desest. kN	
Peso propio muro	1741,85	1005,66	0,00	
Peso equipo hidráulico	0,00	0,00	0,00	
Empuje equipo hidráulico	0,00	0,00	0,00	
Empuje pasivo trasdós muro 3	1004,18	0,00	1004,18	
Empuje reposo trasdós muro 1	1554,92	1554,92	0,00	
Empuje sobrecarga de uso muro 1	83,13	0,00	83,13	
Rozamiento horizontal reposo muros 2 y 4	478,22	478,22	0,00	
Total		3038,80	1087,32	
Factor de seguridad =	2,79	≥	1,5	Cumple
				Cumple deslizamiento

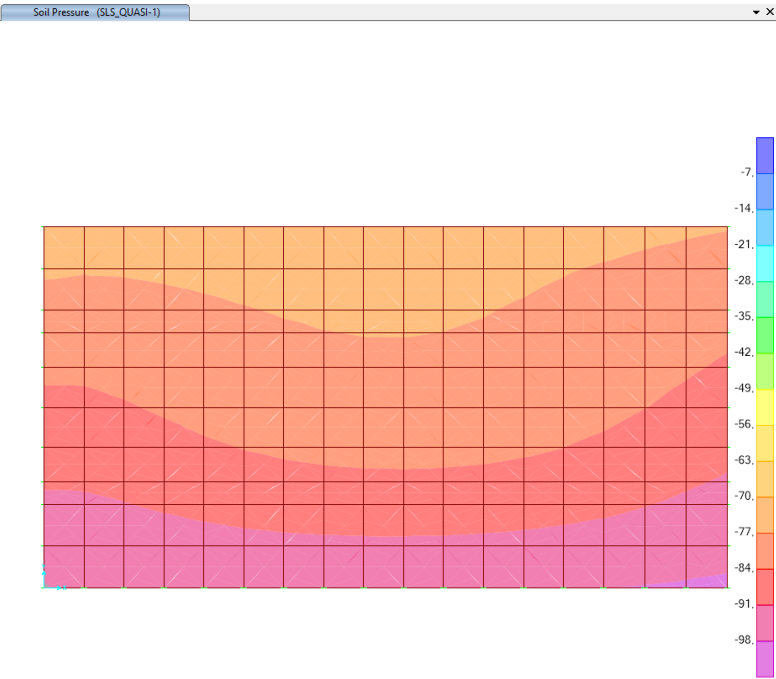
VUELCO			
COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA			
Acción	M estab. kN	M desest. kN	
Peso propio muro	6082,00	0,00	
Peso equipo hidráulico	0,00	0,00	
Empuje equipo hidráulico	0,00	0,00	
Empuje pasivo trasdós muro 3	1606,69	0,00	
Empuje reposo trasdós muro 1	0,00	2193,90	
Empuje sobrecarga de uso muro 1	0,00	199,52	
Rozamiento vertical reposo muro 1	4054,73	0,00	
Rozamiento vertical reposo muros 2 y 4	2104,19	0,00	
Total	13847,61	2393,42	
Factor de seguridad =	5,79	≥	1,8 Cumple
COMBINACIÓN CUASI-PERMANENTE			
Acción	M estab. kN	M desest. kN	
Peso propio muro	6082,00	0,00	
Peso equipo hidráulico	0,00	0,00	
Empuje equipo hidráulico	0,00	0,00	
Empuje pasivo trasdós muro 3	1606,69	0,00	
Empuje reposo trasdós muro 1	0,00	2193,90	
Empuje sobrecarga de uso muro 1	0,00	0,00	
Rozamiento vertical reposo muro 1	4054,73	0,00	
Rozamiento vertical reposo muros 2 y 4	2104,19	0,00	
Total	13847,61	2193,90	
Factor de seguridad =	6,31	≥	2 Cumple
			Cumple vuelco

6.1.11.3 Estado Limite de Hundimiento

Combinación característica



Combinación cuasi permanente



Máximas tensiones en el terreno:

$$\sigma_{\text{car}} = -165 \text{ kPa} < 300 \text{ kPa}$$

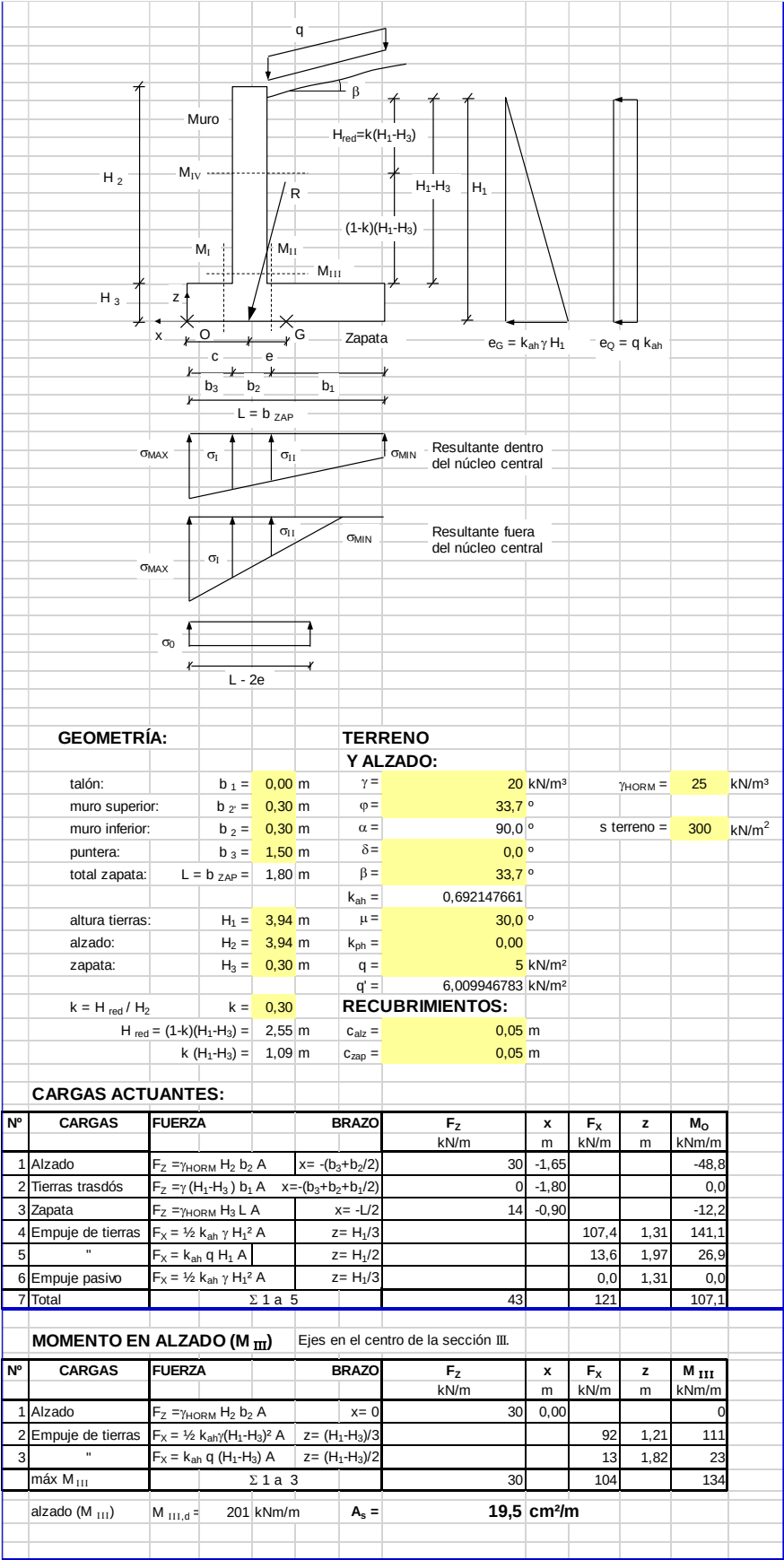
$$\sigma_{\text{cuasi}} = -98 \text{ kPa} < 260 \text{ kPa}$$

Cumple a hundimiento.

6.1.11.4 Verificación fase final – Hinca 1

6.1.11.5 Verificación fase final – Hinca 2

Se verifica la arqueta que queda conectada al pozo de ataque, en fase definitiva. Se comprueba la arqueta como muro ménsula, y es necesario disponer $19,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ de armadura. Se disponen barras $\phi 16$ a $0,10 \text{ m}$, que equivale a $20,11 \text{ cm}^2/\text{m}$.



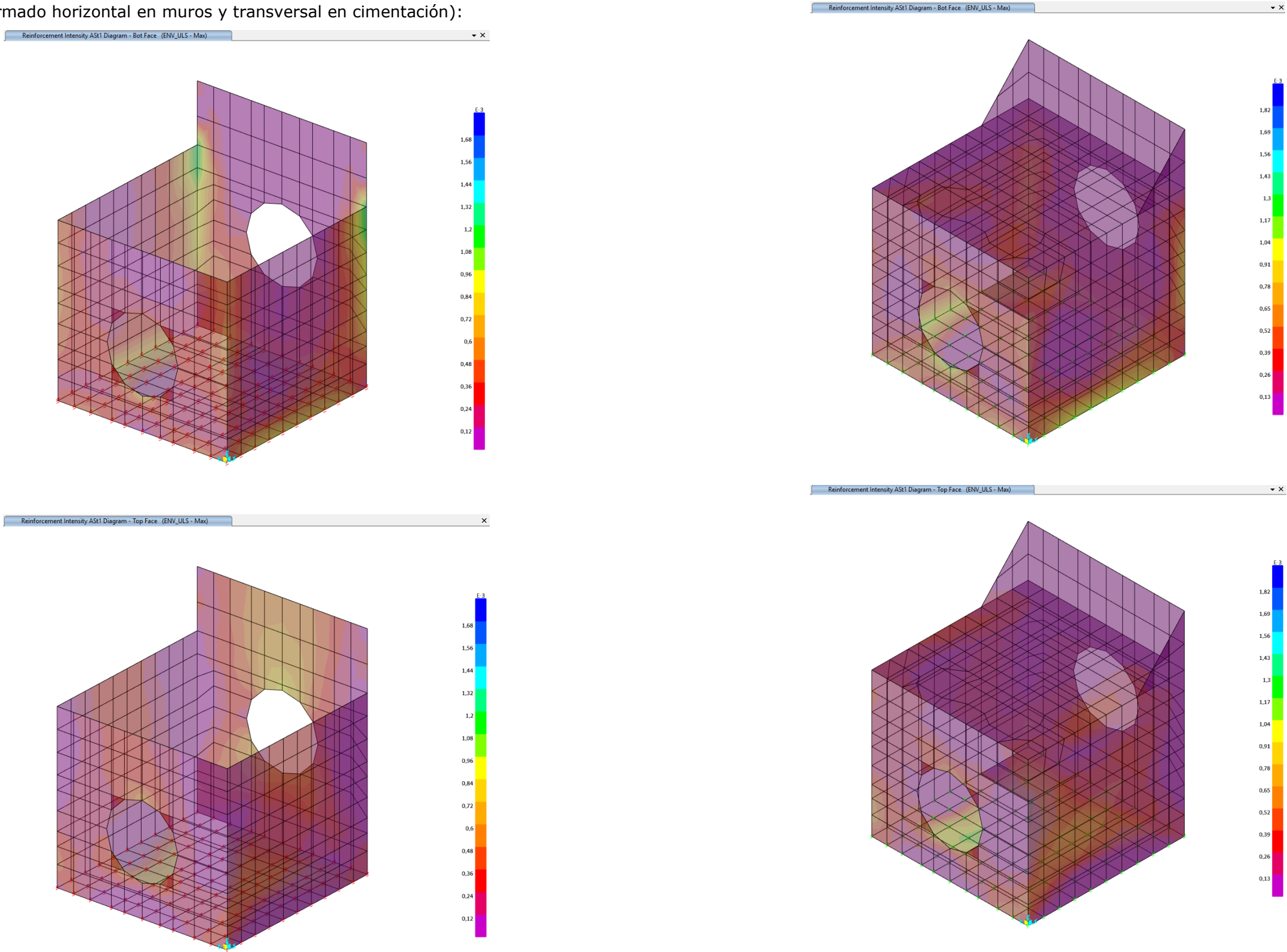
6.1.12 Verificaciones – Pozo de salida

6.1.12.1 Estado Límite Último

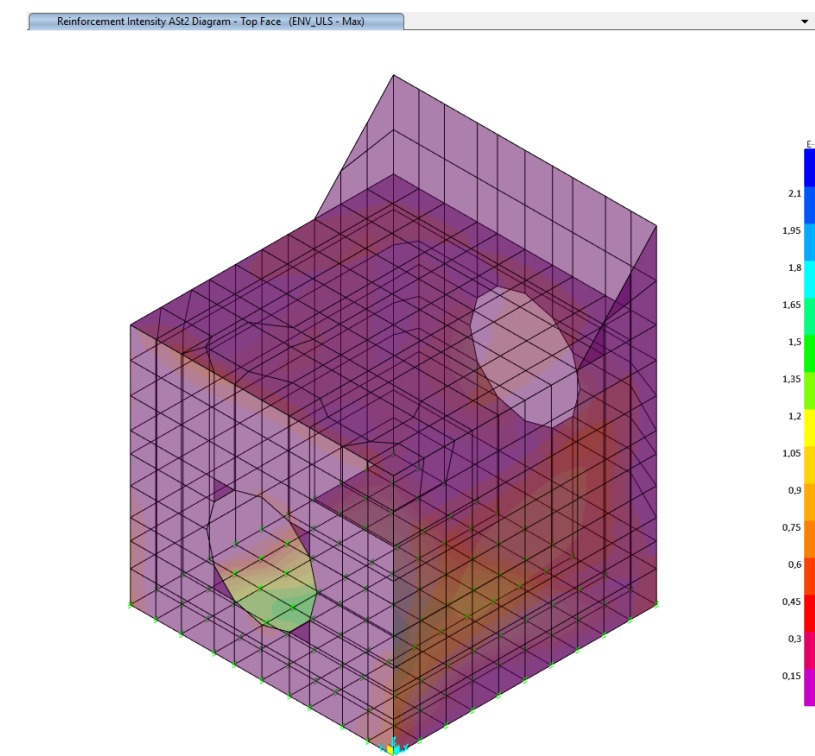
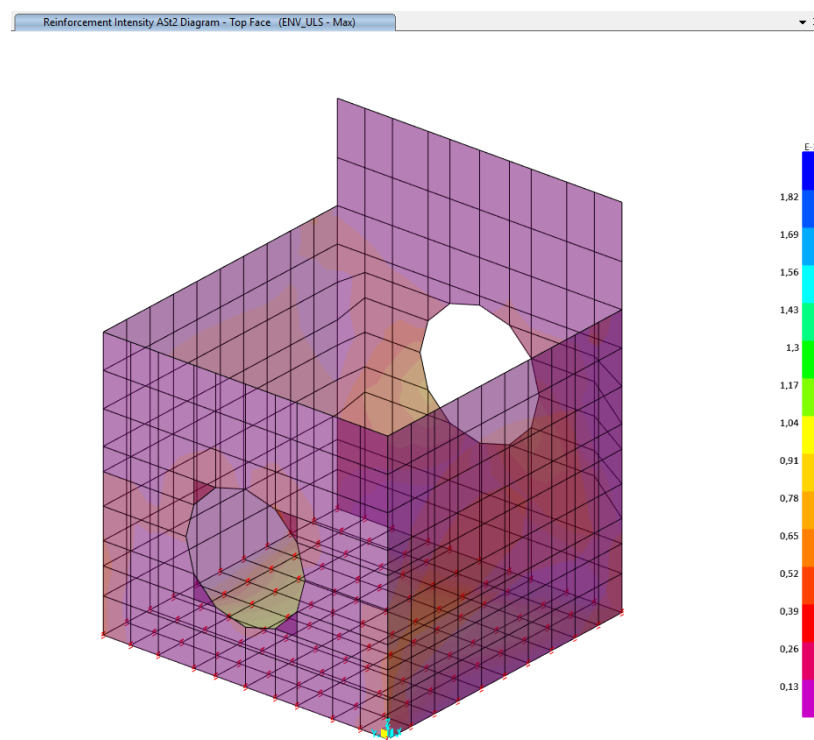
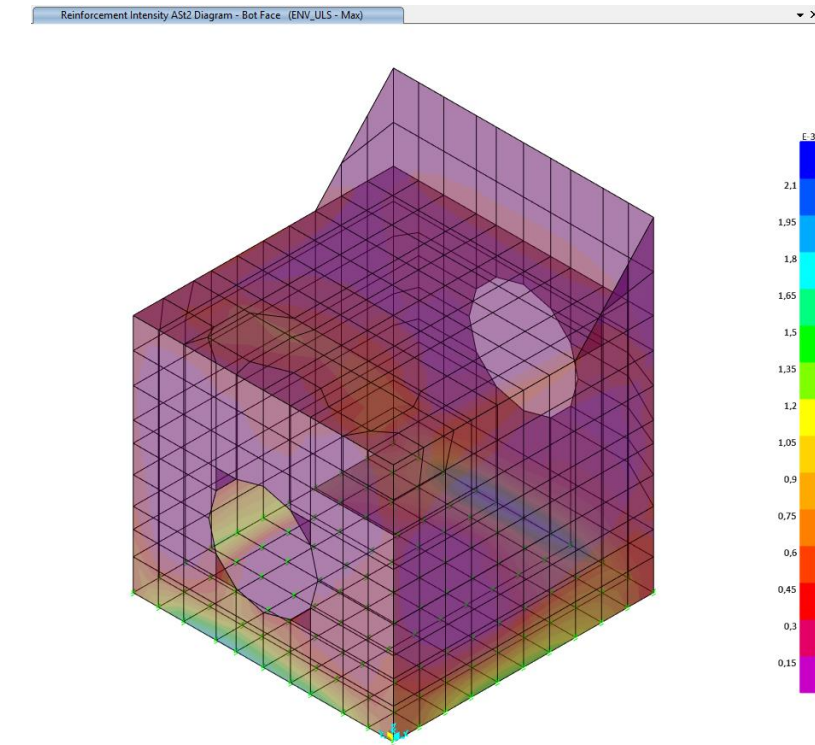
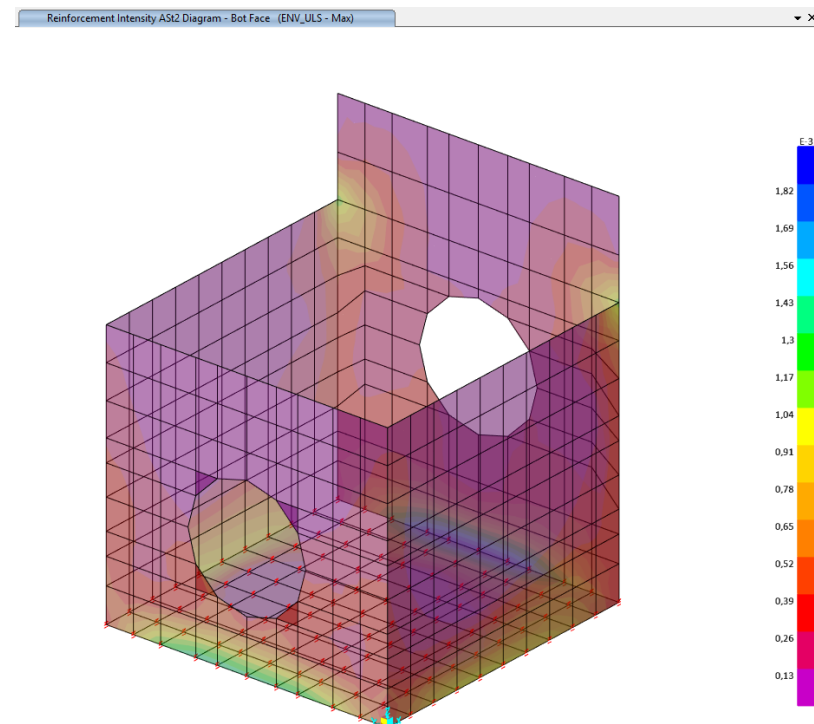
6.1.12.1.1 Armadura a flexión

A continuación, se muestra la cantidad de acero necesaria según las hipótesis de carga a Estado Limite Ultimo en m²/m, obtenida a través del modelo 3D.

- Ast1 (armado horizontal en muros y transversal en cimentación):



- Ast2 muros (armado vertical en muros y longitudinal en cimentación):



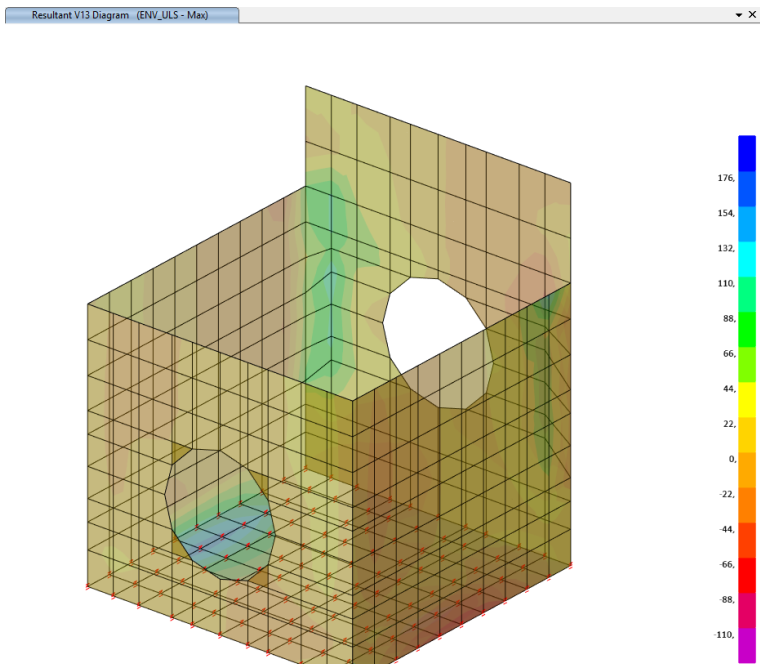
Se establece el armado a disponer de acuerdo con la demanda de armadura de las imágenes mostradas arriba y teniendo en cuenta el armado mínimo según la EHE-08:

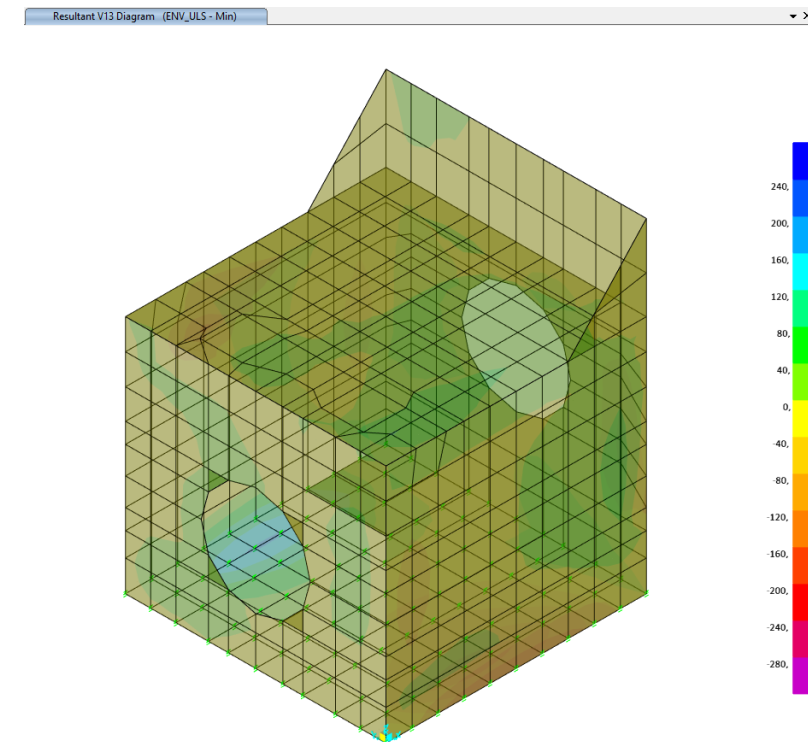
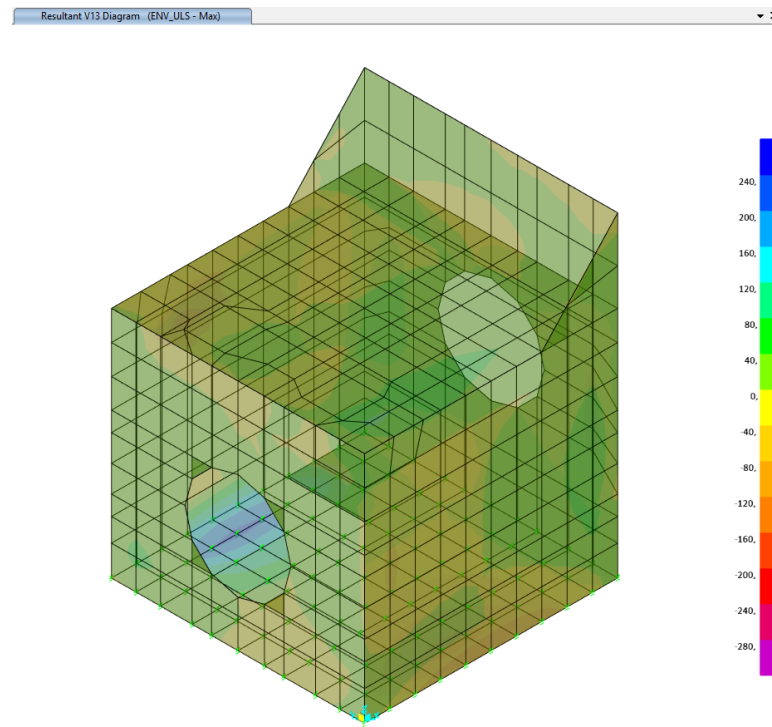
Elemento estructural	Posición	Armado aportado	As aportado cm ² /m	As requerido - Cálculo cm ² /m	As mecánica cm ² /m	As geométrica cm ² /m
Muro 1	Vertical trasdós Max	φ16 a 0,20 m + φ12 a 0,20 m	15,71	13,40	4,60	2,70
	Vertical trasdós Min	φ16 a 0,20 m	10,05	10,00	4,60	2,70
	Vertical intradós	φ16 a 0,20 m	10,05	7,41	0,00	0,81
	Horizontal trasdós Max	φ16 a 0,10 m	20,11	18,20	0,92	4,80
	Horizontal trasdós Min	φ16 a 0,20 m	10,05	8,00	0,92	4,80
	Horizontal intradós	φ16 a 0,20 m	10,05	7,00	0,92	4,80
Muros laterales	Vertical trasdós	φ20 a 0,20 m	15,71	10,25	4,60	2,70
	Vertical intradós	φ16 a 0,20 m	10,05	6,70	0,00	0,81
	Horizontal trasdós	φ20 a 0,20 m	15,71	12,70	0,92	4,80
	Horizontal intradós	φ12 a 0,20 m	5,65	3,60	0,92	4,80
Muro 3	Vertical trasdós	φ16 a 0,10 m	20,11	18,14	4,60	2,70
	Vertical intradós	φ16 a 0,20 m	10,05	6,00	0,00	0,81
	Horizontal trasdós Max	φ16 a 0,10 m	20,11	19,00	0,92	4,80
	Horizontal trasdós Min	φ20 a 0,20 m	15,71	12,60	0,92	4,80
	Horizontal intradós	φ16 a 0,20 m	10,05	9,11	0,92	4,80
Cimentación	Transversal inferior	φ20 a 0,20 m	15,71	11,25	4,60	5,40
	Transversal superior	φ20 a 0,20 m	15,71	11,50	4,60	5,40
	Longitudinal Inferior	φ16 a 0,10 m	20,11	19,60	4,60	5,40
	Longitudinal Superior	φ20 a 0,20 m	15,71	15,50	4,60	5,40
Tapa	Transversal inferior	φ12 a 0,20 m	5,65	5,30	4,60	5,40
	Transversal superior	φ12 a 0,20 m	5,65	3,50	4,60	5,40
	Longitudinal Inferior	φ16 a 0,20 m	10,05	6,66	4,60	5,40
	Longitudinal Superior	φ12 a 0,20 m	5,65	4,10	4,60	5,40

6.1.12.1.2 Armadura a cortante

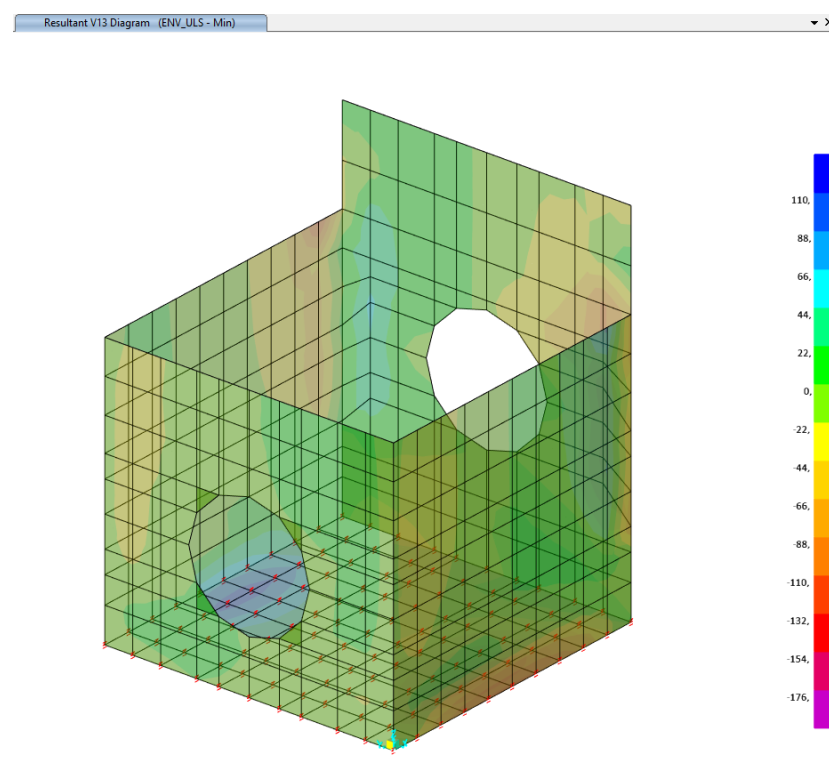
Se muestran los esfuerzos de cortante para la envolvente de Estado Límite Último.

V13 ENV_ULS max (kN)

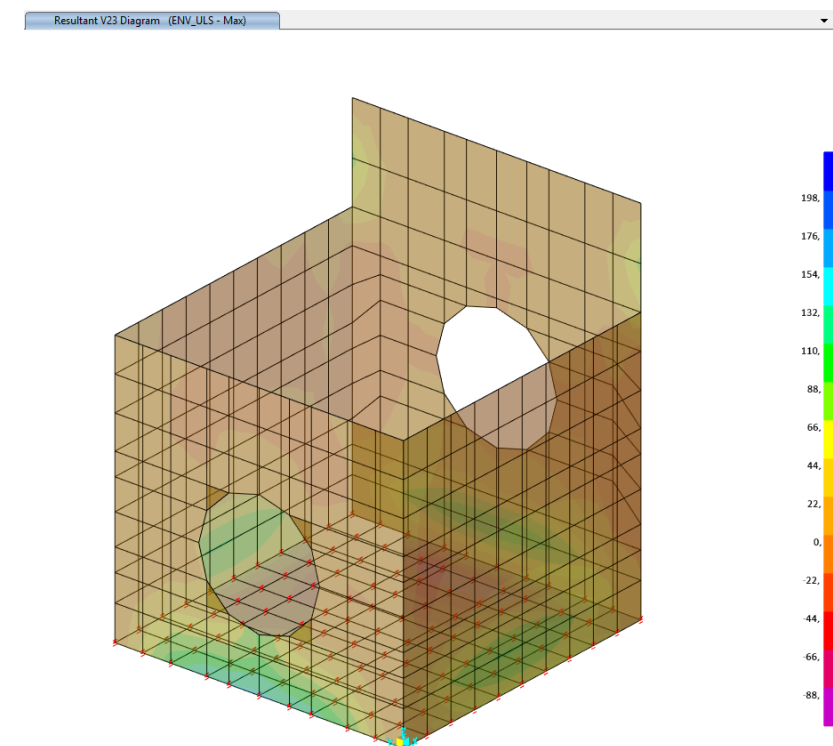


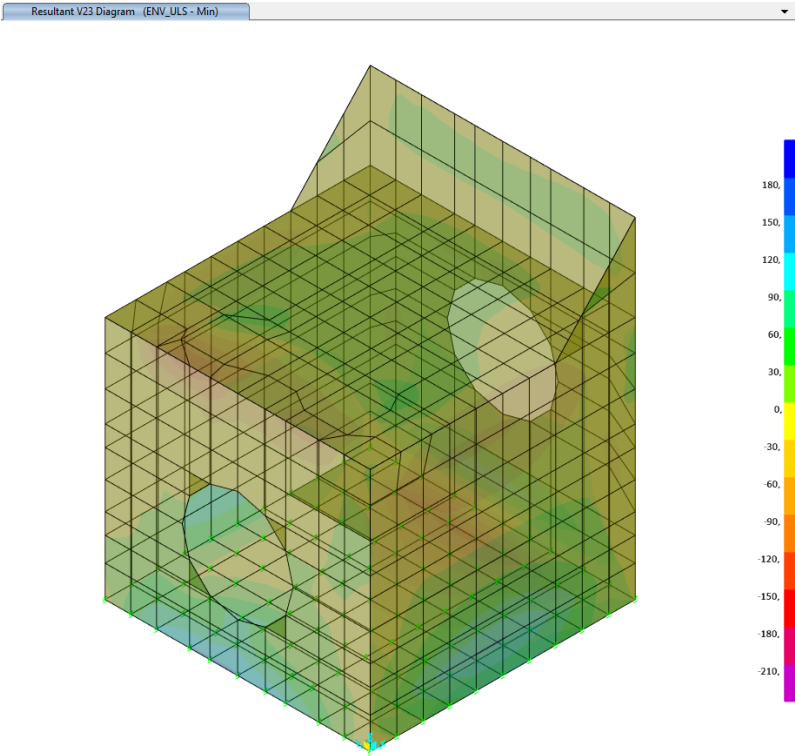
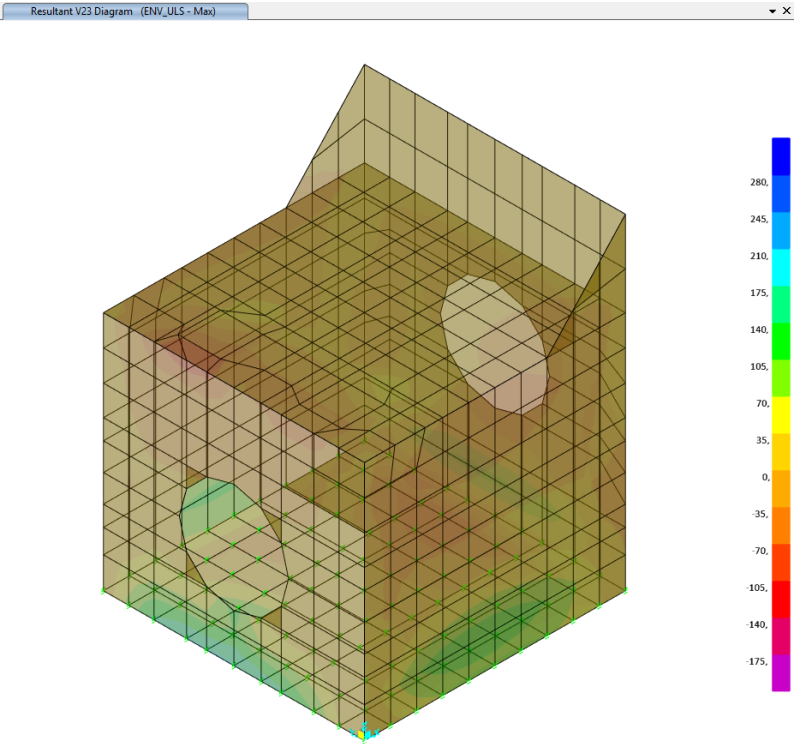


V13 ENV_ULT min (kN)

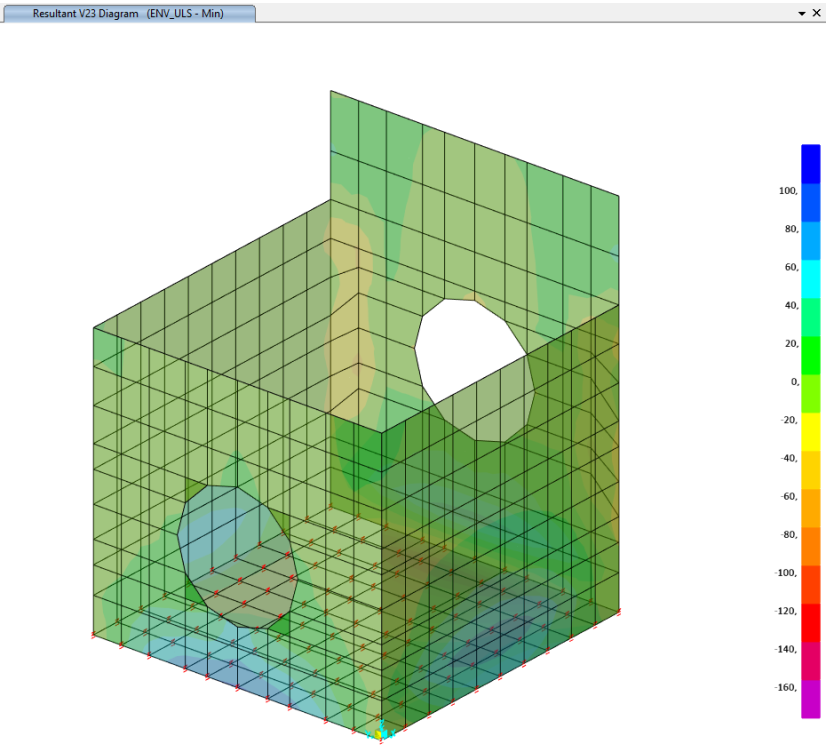


V23 ENV_ULT MAX (kN)





V23 ENV_ULT min (kN)



El valor máximo del esfuerzo cortante en la cimentación, medido a un canto de distancia de muros y considerando los esfuerzos concomitantes, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en la losa de cimentación:

$$V_{\max} = 198 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 253,1 \text{ kN}$$

La comprobación se ha realizado con el programa informático CivilEstudio.



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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

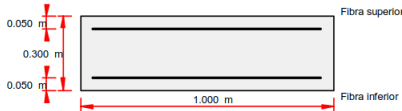
Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.300 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, A_{s, sup} : 15.71 cm²
Armadura en fibra inferior, A_{s, inf} : 15.71 cm²



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficiente de la naturaleza del árido, α : 1.0
Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50
Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00
Acero:
Denominación: AP500 SD
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa

Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:
Cortante de cálculo, V_d : 198.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : 45.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 4.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t : -0.10 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd} : -1.20 MPa

σ_t > f_{ctd} -> La sección no fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.1 EHE-08):

Momento de inercia de la sección, I : 0.002 m⁴
Momento estático de la sección transversal, S : 0.012 m³
Ancho de la sección, b₀ : 1.000 m
Tensión de compresión, σ'_{cd} : 0.14 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 253.1 kN

V_d = 198.0 kN < V_{u2} = 253.1 kN -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo del esfuerzo cortante en el muro 1, medido a un canto de distancia de la cimentación y de muros laterales y considerando esfuerzos concomitantes, no supera la

resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en el muro de reacción:

$V_{max} = 108 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 160,3 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático 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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

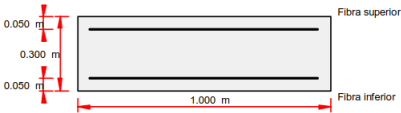
Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.300 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m

Elemento estructural: Muro

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, $A_{s, sup}$: 10.05 cm²
Armadura en fibra inferior, $A_{s, inf}$: 10.05 cm²



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficiente de la naturaleza del árido, α : 1.0

Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00

Acero:
Denominación: AP500 SD
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa



Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:

Cortante de cálculo, V_d : 108.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : -22.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 30.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t : 0.00 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd} : 0.00 MPa

$\sigma_t < f_{ctd}$ -> La sección fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.2 EHE-08):

Canto útil, d : 0.250 m
Ancho de la sección, b_0 : 1.000 m
Coeficiente ξ : 1.894
Cuantía de la armadura principal de tracción, ρ : 0.004
Resistencia efectiva del hormigón a cortante, f_{cv} : 25.00 MPa
Tensión axil media en el alma, σ'_{cd} : -0.07 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 160.3 kN

$V_d = 108.0 \text{ kN} < V_{u2} = 160.3 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo del esfuerzo cortante en muros laterales, medido a un canto de distancia de la cimentación y de muros 1 y 3 y considerando esfuerzos concomitantes, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en muros laterales:

$V_{max} = 139 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 182,4 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático 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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008

Normativas

EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

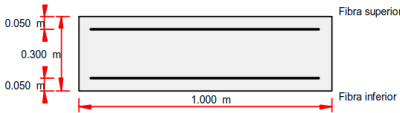
Geometría:

Ancho de la sección, b	:	1.000 m
Canto de la sección, h	:	0.300 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r	:	0.050 m

Elemento estructural: Muro

Armadura de flexión:

Armadura en fibra superior, $A_{s, sup}$	:	10.05 cm ²
Armadura en fibra inferior, $A_{s, inf}$	:	10.05 cm ²



Hormigón:

Denominación: HA-25

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	25.0 MPa
Coefficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0

Coefficientes de seguridad:

ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
--	---	------

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
---	---	------

Acero:

Denominación: AP500 SD

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500 MPa
--	---	---------



CivilEstudio

Coefficientes de seguridad:

ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
--	---	------

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:

Cortante de cálculo, V_d	:	139.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d	:	162.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d	:	42.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α	:	90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ	:	45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t	:	0.00 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd}	:	0.00 MPa

$\sigma_t < f_{ctd}$ -> La sección fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.2 EHE-08):

Canto útil, d	:	0.250 m
Ancho de la sección, b_0	:	1.000 m
Coefficiente ξ	:	1.894
Cuantía de la armadura principal de tracción, ρ	:	0.004
Resistencia efectiva del hormigón a cortante, f_{cv}	:	25.00 MPa
Tensión axil media en el alma, σ'_{cd}	:	0.52 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2}	:	182.4 kN

$V_d = 139.0 \text{ kN} < V_{u2} = 182.4 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo de la acción cortante en el muro 3, medido a un canto de distancia de la cimentación y de los muros laterales y considerando esfuerzos concomitantes, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en el muro de ataque:

$V_{max} = 116 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 175,1 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático 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

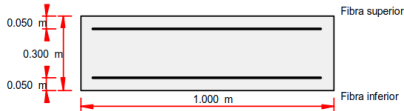
Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.300 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m
Elemento estructural: Muro

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, A_{s, sup} : 10.05 cm²
Armadura en fibra inferior, A_{s, inf} : 10.05 cm²



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficiente de la naturaleza del árido, α : 1.0
Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50
Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00
Acero:
Denominación: AP500 SD
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa



CivilEstudio

Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:
Cortante de cálculo, V_d : 116.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : 101.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 33.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t : 0.00 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd} : 0.00 MPa

$\sigma_t < f_{ctd}$ -> La sección fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.2 EHE-08):

Canto útil, d : 0.250 m
Ancho de la sección, b_0 : 1.000 m
Coeficiente ξ : 1.894
Cuantía de la armadura principal de tracción, ρ : 0.004
Resistencia efectiva del hormigón a cortante, f_{cv} : 25.00 MPa
Tensión axil media en el alma, σ'_{cd} : 0.32 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 175.1 kN

$V_d = 116.0 \text{ kN} < V_{u2} = 175.1 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo de la acción cortante en la losa superior, medido a un canto de distancia de los muros y considerando esfuerzos concomitantes, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en el muro de ataque:

$V_{\max} = 84 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 238,4 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático CivilEstudio.



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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008

Normativas

EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

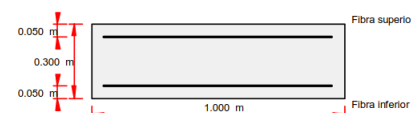
Geometría:

Ancho de la sección, b	:	1.000 m
Canto de la sección, h	:	0.300 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r	:	0.050 m

Elemento estructural: Losa forjado

Armadura de flexión:

Armadura en fibra superior, $A_{s, sup}$	:	5.65 cm ²
Armadura en fibra inferior, $A_{s, inf}$	:	5.65 cm ²



Hormigón:

Denominación: HA-25

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	25.0 MPa
Coefficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0

Coefficientes de seguridad:

ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
--	---	------

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
---	---	------

Acero:

Denominación: AP500 SD

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500 MPa
--	---	---------

Coefficientes de seguridad:

ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
--	---	------

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:

Cortante de cálculo, V_d	:	84.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d	:	-3.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d	:	15.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α	:	90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ	:	45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t	:	-0.98 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd}	:	-1.20 MPa

$\sigma_t > f_{ctd}$ -> La sección no fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.1 EHE-08):

Momento de inercia de la sección, I	:	0.002 m ⁴
Momento estático de la sección transversal, S	:	0.012 m ³
Ancho de la sección, b_0	:	1.000 m
Tensión de compresión, σ'_{cd}	:	-0.01 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2}	:	238.4 kN

$V_d = 84.0 \text{ kN} < V_{u2} = 238.4 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

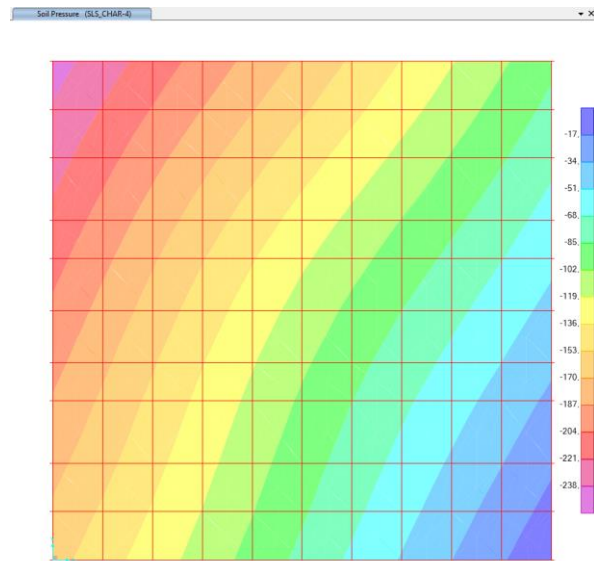
No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

6.1.12.2 Estados Limite de Equilibrio

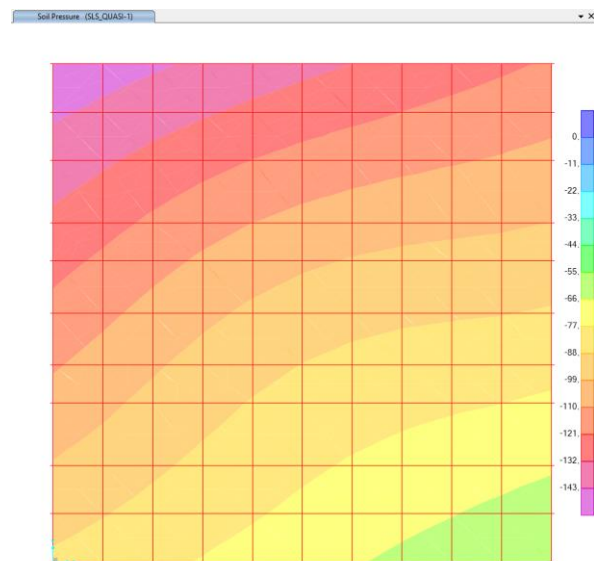
Debido a que la estructura se encuentra enterrada y no tiene grandes fuerzas horizontales no equilibradas, se considera que la seguridad frente a deslizamiento y vuelco es suficiente.

6.1.12.3 Estado Limite de Hundimiento

Combinación característica



Combinación cuasi permanente



Máximas tensiones en el terreno:

$\sigma_{car} = -245 \text{ kPa} < 300 \text{ kPa}$

$\sigma_{cuasi} = -150 \text{ kPa} < 260 \text{ kPa}$

Cumple a hundimiento.

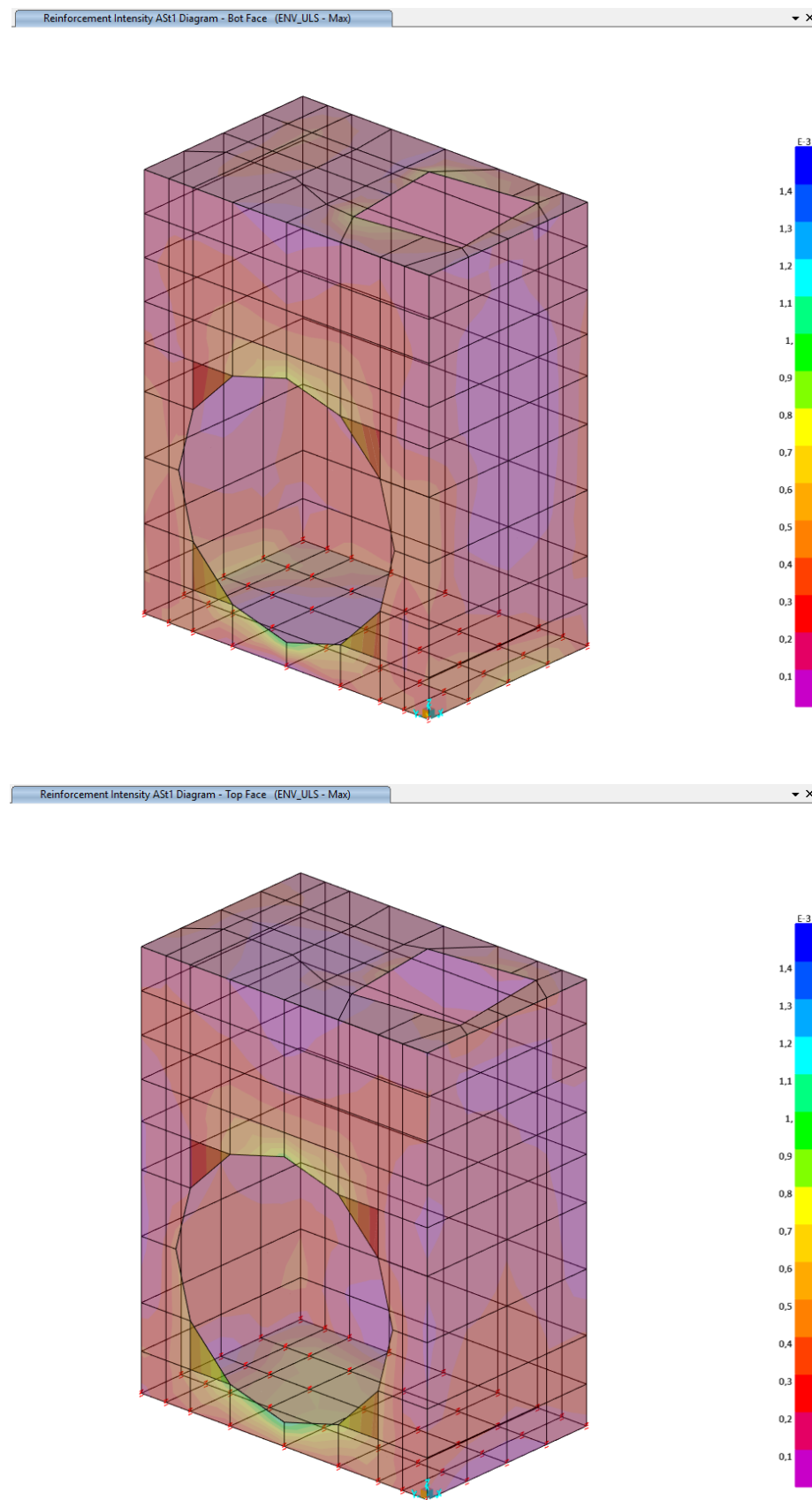
6.1.13 Verificaciones – Arqueta

6.1.13.1 Estado Límite Último

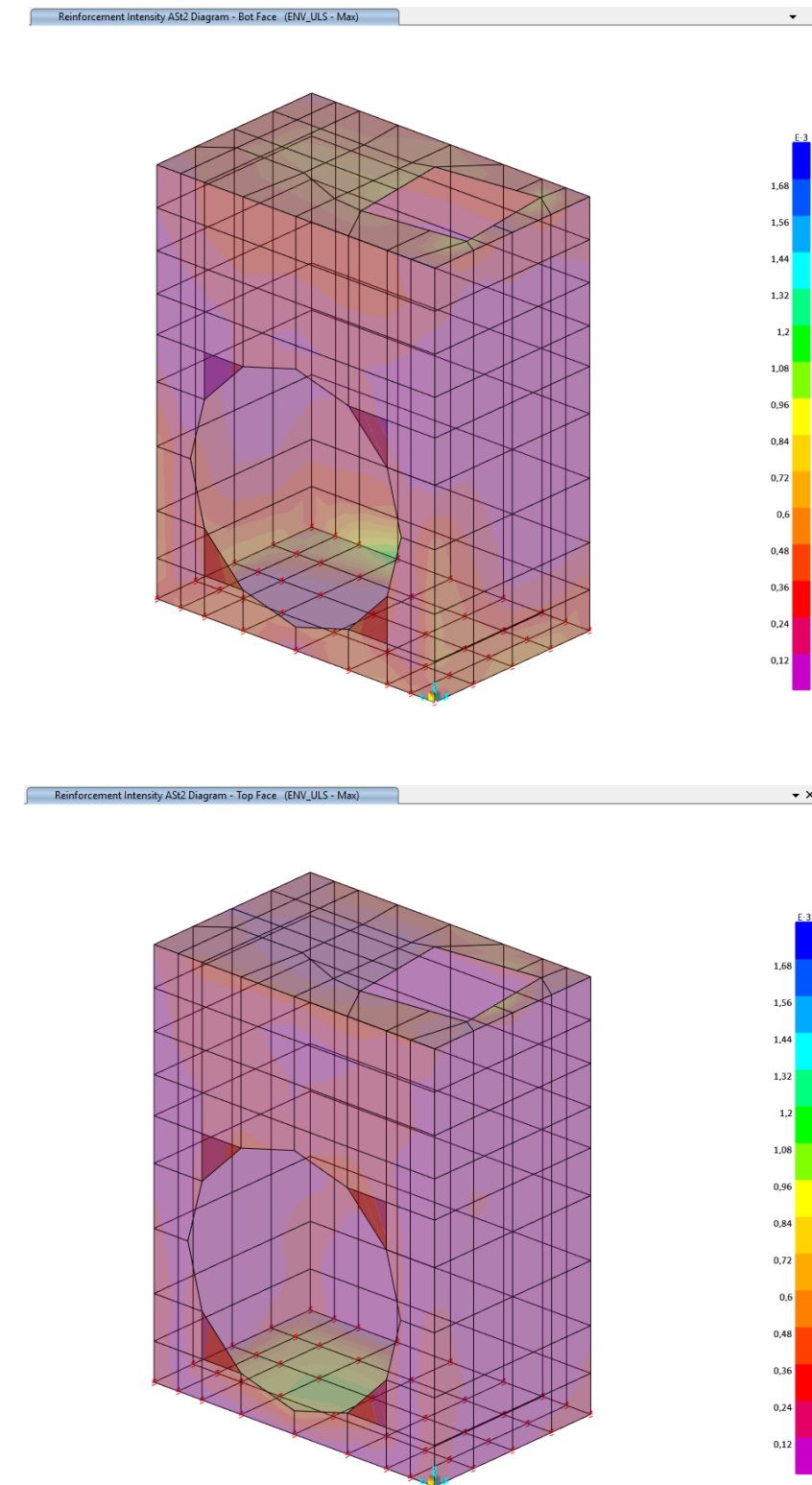
6.1.13.1.1 Armadura a flexión

A continuación, se muestra la cantidad de acero necesaria según las hipótesis de carga a Estado Limite Ultimo en m²/m, obtenida a través del modelo 3D.

- Ast1 (armado horizontal en muros y transversal en cimentación):



- Ast2 muros (armado vertical en muros y longitudinal en cimentación):



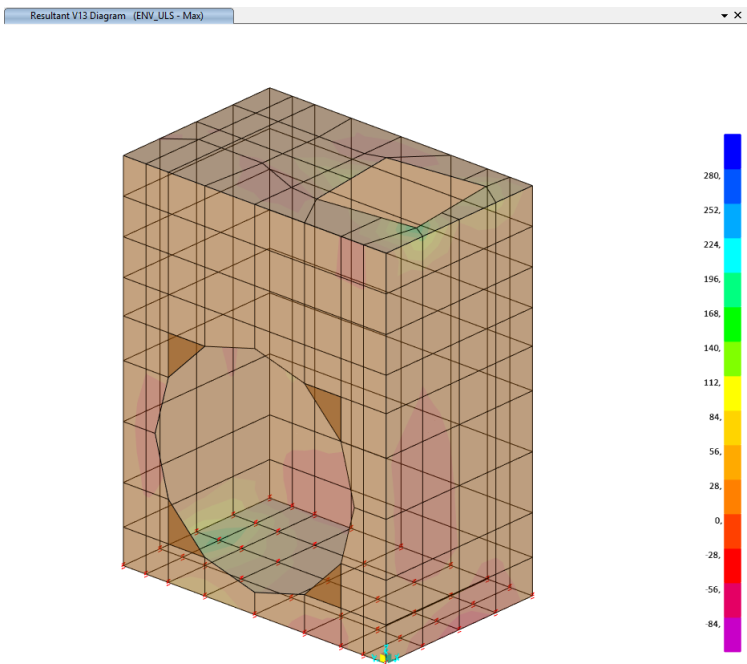
Se establece el armado a disponer de acuerdo con la demanda de armadura de las imágenes mostradas arriba y teniendo en cuenta el armado mínimo según la EHE-08:

Elemento estructural	Posición	Armado aportado	As aportado cm ² /m	As requerido - Cálculo cm ² /m	As mecánica cm ² /m	As geométrica cm ² /m
Muro 1	Vertical trasdós	φ12 a 0,20 m	5,65	4,95	4,60	2,70
	Vertical intradós	φ12 a 0,20 m	5,65	4,82	0,00	0,81
	Horizontal trasdós Max	φ16 a 0,20 m	10,05	10,00	0,92	4,80
	Horizontal intradós Max	φ16 a 0,20 m	10,05	10,00	0,92	4,80
Muros laterales	Vertical trasdós	φ16 a 0,20 m	10,05	6,32	4,60	2,70
	Vertical intradós	φ12 a 0,20 m	5,65	2,40	0,00	0,81
	Horizontal trasdós	φ12 a 0,20 m	5,65	5,60	0,92	4,80
	Horizontal intradós	φ12 a 0,20 m	5,65	2,90	0,92	4,80
Muro 3	Vertical trasdós Max	φ16 a 0,20 m + φ12 a 0,20 m	15,71	12,17	4,60	2,70
	Vertical trasdós Min	φ12 a 0,20 m	5,65	4,50	4,60	2,70
	Vertical intradós	φ12 a 0,20 m	5,65	5,00	0,00	0,81
	Horizontal trasdós	φ12 a 0,20 m	5,65	3,63	0,92	4,80
	Horizontal intradós	φ12 a 0,20 m	5,65	3,35	0,92	4,80
Cimentación	Transversal inferior	φ12 a 0,20 m	5,65	5,50	4,60	5,40
	Transversal superior	φ16 a 0,20 m	10,05	6,90	4,60	5,40
	Longitudinal Inferior	φ20 a 0,20 m	15,71	12,30	4,60	5,40
	Longitudinal Superior	φ20 a 0,20 m	15,71	10,80	4,60	5,40
Losa superior	Transversal inferior	φ16 a 0,20 m + φ12 a 0,20 m	7,85	7,00	4,60	5,40
	Transversal superior	φ12 a 0,20 m	5,65	4,20	4,60	5,40
	Longitudinal Inferior	φ16 a 0,20 m	10,05	8,80	4,60	5,40
	Longitudinal Superior	φ16 a 0,20 m	10,05	8,60	4,60	5,40

6.1.13.1.2 Armadura a cortante

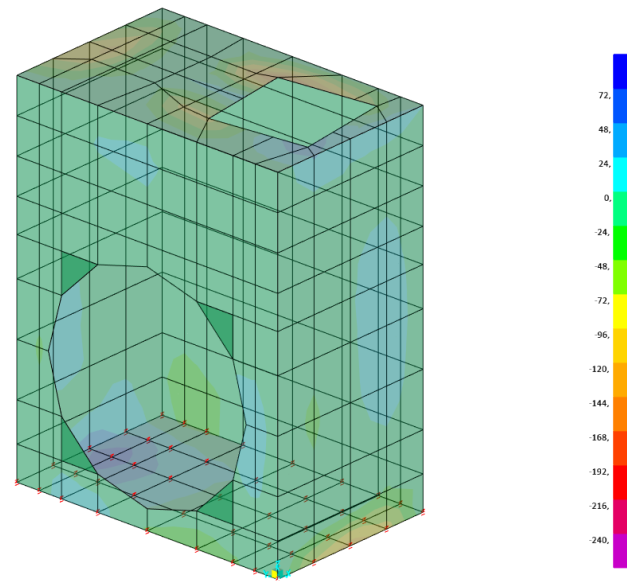
Se muestran los esfuerzos de cortante para la envolvente de Estado Límite Último.

V13 ENV_ULS max (kN)



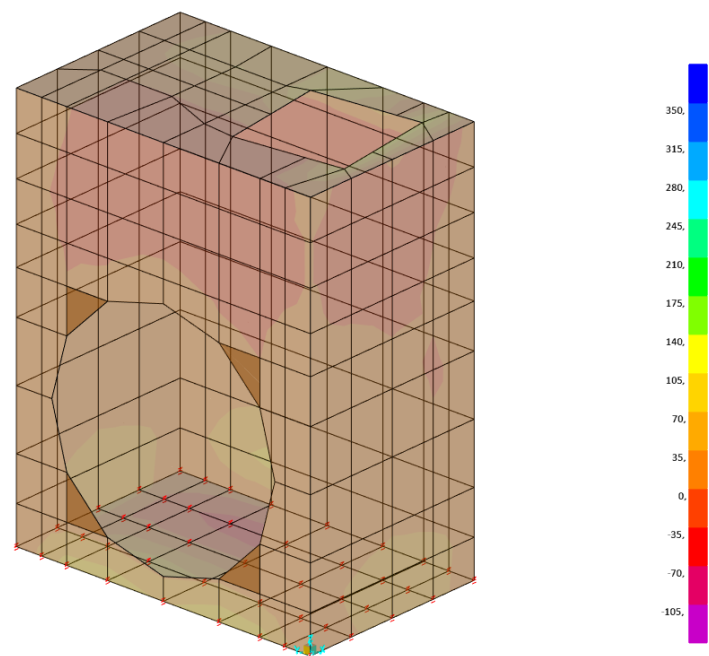
V13 ENV_ULS min (kN)

Resultant V13 Diagram (ENV_ULT - Min)



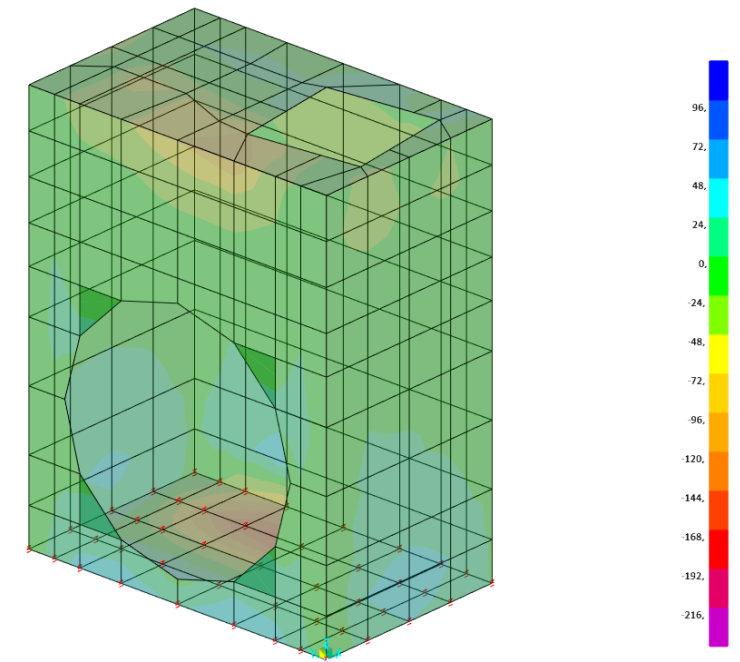
V23 ENV_ULT max (kN)

Resultant V23 Diagram (ENV_ULT - Max)



V23 ENV_ULT min (kN)

Resultant V23 Diagram (ENV_ULT - Min)



El valor máximo del esfuerzo cortante en la cimentación, medido a un canto de distancia de muros y considerando los esfuerzos concomitantes, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en la losa de cimentación:

$$V_{\max} = 163 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 173,9 \text{ kN}$$

La comprobación se ha realizado con el programa informático CivilEstudio.



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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

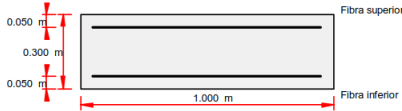
Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.300 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m

Elemento estructural: Losa de cimentación

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, $A_{s, sup}$: 15.71 cm²
Armadura en fibra inferior, $A_{s, inf}$: 15.71 cm²



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficiente de la naturaleza del árido, α : 1.0
Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50
Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00
Acero:
Denominación: AP500 SD
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa

Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:
Cortante de cálculo, V_d : 163.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : 93.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 27.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t : 0.00 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd} : 0.00 MPa

$\sigma_t < f_{ctd}$ -> La sección fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.2 EHE-08):

Canto útil, d : 0.250 m
Ancho de la sección, b_0 : 1.000 m
Coeficiente ξ : 1.894
Cuantía de la armadura principal de tracción, ρ : 0.006
Resistencia efectiva del hormigón a cortante, f_{cv} : 25.00 MPa
Tensión axil media en el alma, σ'_{cd} : 0.29 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 173.9 kN

$V_d = 163.0 \text{ kN} < V_{u2} = 173.9 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo del esfuerzo cortante en el muro 1, medido a un canto de distancia de losas y de muros laterales y considerando esfuerzos concomitantes, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en el muro de reacción:

$V_{\max} = 33 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 232,4 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático 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

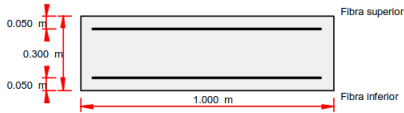
Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.300 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m
Elemento estructural: Muro

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, A_{s, sup} : 15.71 cm²
Armadura en fibra inferior, A_{s, inf} : 15.71 cm²



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficiente de la naturaleza del árido, α : 1.0
Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50
Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00
Acero:
Denominación: AP500 SD
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa



Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:

Cortante de cálculo, V_d : 33.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : -22.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 12.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t : -0.80 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd} : -1.20 MPa

$\sigma_t > f_{ctd}$ -> La sección no fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.1 EHE-08):

Momento de inercia de la sección, I : 0.002 m⁴
Momento estático de la sección transversal, S : 0.012 m³
Ancho de la sección, b_0 : 1.000 m
Tensión de compresión, σ'_{cd} : -0.07 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 232.4 kN

$V_d = 33.0 \text{ kN} < V_{u2} = 232.4 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo del esfuerzo cortante en muros laterales, medido a un canto de distancia de losas y de muros 1 y 3 y considerando esfuerzos concomitantes, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en muros laterales:

$$V_{\max} = 72 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 318 \text{ kN}$$

La comprobación se ha realizado con el programa informático CivilEstudio.



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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008

Normativas

EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

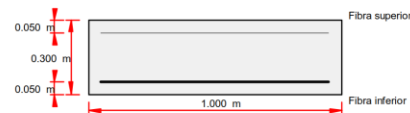
Geometría:

Ancho de la sección, b	:	1.000 m
Canto de la sección, h	:	0.300 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r	:	0.050 m

Elemento estructural: Muro

Armadura de flexión:

Armadura en fibra superior, $A_{s, sup}$	:	5.65 cm ²
Armadura en fibra inferior, $A_{s, inf}$	:	10.05 cm ²



Hormigón:

Denominación: HA-25

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	25.0 MPa
Coefficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0

Coefficientes de seguridad:

ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
--	---	------

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
---	---	------

Acero:

Denominación: AP500 SD

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500 MPa
--	---	---------

Coefficientes de seguridad:

ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
--	---	------

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:

Cortante de cálculo, V_d	:	72.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d	:	284.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d	:	21.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α	:	90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ	:	45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t	:	-0.42 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd}	:	-1.20 MPa

$\sigma_t > f_{ctd}$ -> La sección no fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.1 EHE-08):

Momento de inercia de la sección, I	:	0.002 m ⁴
Momento estático de la sección transversal, S	:	0.012 m ³
Ancho de la sección, b_0	:	1.000 m
Tensión de compresión, σ'_{cd}	:	0.92 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2}	:	318.0 kN

$V_d = 72.0 \text{ kN} < V_{u2} = 318.0 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo de la acción cortante en el muro 3, medido a un canto de distancia de losas y de los muros laterales y considerando esfuerzos concomitantes, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en el muro de ataque:

$V_{max} = 95 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 311,8 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático 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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

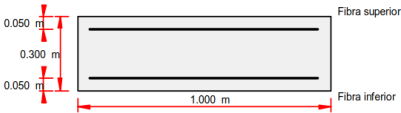
Normativa: EHE-2008

Normativas
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

Geometría:
Ancho de la sección, b : 1.000 m
Canto de la sección, h : 0.300 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r : 0.050 m

Elemento estructural: Muro

Armadura de flexión:
Armadura en fibra superior, $A_{s, sup}$: 5.65 cm²
Armadura en fibra inferior, $A_{s, inf}$: 5.65 cm²



Hormigón:
Denominación: HA-25
Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 25.0 MPa
Coeficiente de la naturaleza del árido, α : 1.0

Coeficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

Factores de cansancio del hormigón:
Factor de cansancio a compresión, α_{cc} : 1.00

Acero:
Denominación: AP500 SD
Límite elástico característico, f_{yk} : 500 MPa



CivilEstudio

Coefficientes de seguridad:
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:

Cortante de cálculo, V_d : 95.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d : 256.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d : 31.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α : 90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ : 45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t : -1.17 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd} : -1.20 MPa

$\sigma_t > f_{ctd}$ -> La sección no fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.1 EHE-08):

Momento de inercia de la sección, I : 0.002 m⁴
Momento estático de la sección transversal, S : 0.012 m³
Ancho de la sección, b_0 : 1.000 m
Tensión de compresión, σ'_{cd} : 0.83 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2} : 311.8 kN

$V_d = 95.0 \text{ kN} < V_{u2} = 311.8 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

El valor máximo de la acción cortante en la losa superior, medido a un canto de distancia de los muros y considerando esfuerzos concomitantes, no supera la resistencia de la sección sin armadura a cortante. Por lo tanto, no se necesita armadura de cortante en el muro de ataque:

$V_{\max} = 111 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 165,8 \text{ kN}$

La comprobación se ha realizado con el programa informático CivilEstudio.



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

Dimensionamiento a cortante de secciones rectangulares

Normativa: EHE-2008

Normativas

EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

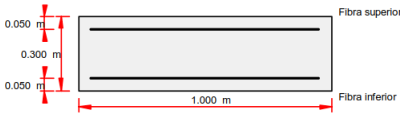
Geometría:

Ancho de la sección, b	:	1.000 m
Canto de la sección, h	:	0.300 m
Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, r	:	0.050 m

Elemento estructural: Losa forjado

Armadura de flexión:

Armadura en fibra superior, $A_{s, sup}$	:	5.65 cm ²
Armadura en fibra inferior, $A_{s, inf}$	:	5.65 cm ²



Hormigón:

Denominación: HA-25

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	25.0 MPa
Coefficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0

Coefficientes de seguridad:

ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
--	---	------

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
---	---	------

Acero:

Denominación: AP500 SD

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500 MPa
--	---	---------

Coefficientes de seguridad:

ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
--	---	------

Método de cálculo: Artículo 44.2 de la EHE-08.

Esfuerzos de cálculo:

Cortante de cálculo, V_d	:	111.0 kN
Axil concomitante de cálculo, N_d	:	23.0 kN
Flector concomitante de cálculo, M_d	:	50.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza, α	:	90.0 °
Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza, θ	:	45.0 °

Resultados del cálculo:

Tensión de tracción, σ_t	:	0.00 MPa
Resistencia de cálculo a tracción, f_{ctd}	:	0.00 MPa

$\sigma_t < f_{ctd}$ -> La sección fisura.

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma (Art. 44.2.3.2.1.2 EHE-08):

Canto útil, d	:	0.250 m
Ancho de la sección, b_0	:	1.000 m
Coefficiente ξ	:	1.894
Cuantía de la armadura principal de tracción, ρ	:	0.002
Resistencia efectiva del hormigón a cortante, f_{cv}	:	25.00 MPa
Tensión axil media en el alma, σ'_{cd}	:	0.07 MPa
Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma, V_{u2}	:	165.8 kN

$V_d = 111.0 \text{ kN} < V_{u2} = 165.8 \text{ kN}$ -> Cumple -> No se necesita armadura de cortante

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

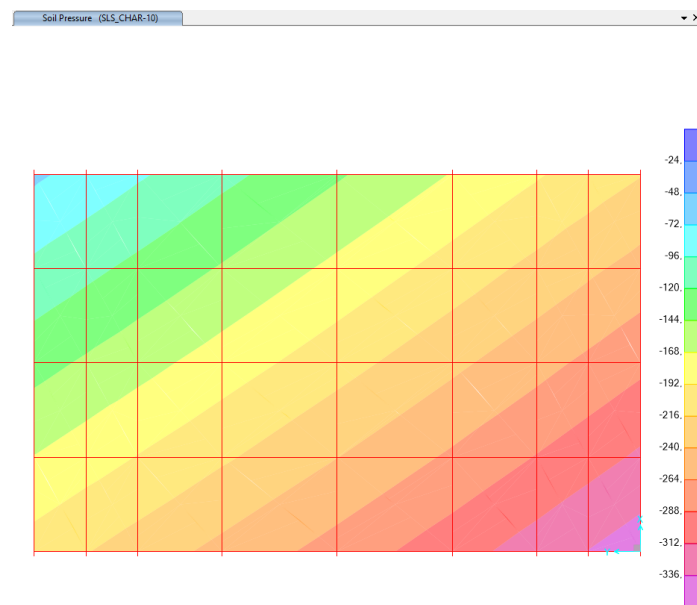
No es necesario realizar la comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma.

6.1.13.2 Estados Limite de Equilibrio

Debido a que la estructura se encuentra enterrada y no tiene grandes fuerzas horizontales no equilibradas, se considera que la seguridad frente a deslizamiento y vuelco es suficiente.

6.1.13.3 Estado Limite de Hundimiento

Combinación característica



Para la comprobación de hundimiento, se considera una carga admisible en punta un 25% mayor de la máxima.

Máximas tensiones en el terreno:

$$\sigma_{car,media} = -210 \text{ kPa} < 300 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{car,max} = -350 \text{ kPa} < 1,25 \times 300 \text{ kPa} = 375 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{cuasi} = -216 \text{ kPa} < 260 \text{ kPa}$$

Cumple a hundimiento.

Combinación cuasi permanente

