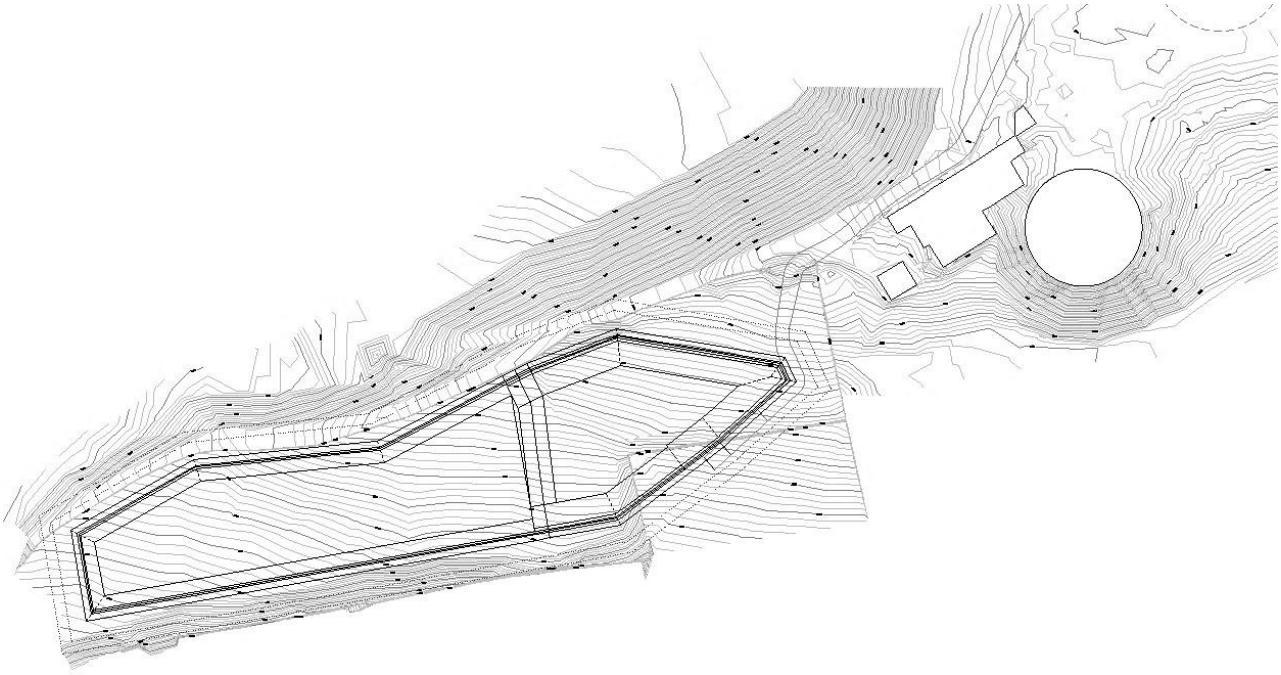
Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa



ANEJO Nº10 CÁLCULOS ESTRUCTURALES

PROYECTO DE DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO, T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

FECHA	Diciembre de 2022
PROMOTOR	Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A. (SEIASA)
AUTORES	Felipe Sánchez Rivero

INDICE DE ANEXOS

01 Muro de depósito y losa

02 Muros de contención de hormigón ciclópeo

03 Anclaje de calderín en Barranco Seco

04 Anclaje A en el Fondillo

05 Anclaje B1 en el Fondillo

06 Anclaje B2 en el Fondillo

07 Anclaje C en el Fondillo

08 Anclaje D en el Fondillo

09 Arqueta de aliviadero en el Fondillo

10 Anclaje en arqueta exterior en Barranco Seco

11 Anclaje de codo DN 700 en Barranco Seco

12 Apoyo en aspiración

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO DE CÁLCULO 1

MUROS DEL DEPÓSITO DEL FONDILLO

Índice:

1. INTRODUCCIÓN 2
2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO Y MATERIALES 3
3. HIPÓTESIS DE CÁLCULO 3
4. CÁLCULO POR TRAMOS 4

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tipología de depósito

En el presente informe se presentan las hipótesis y los resultados de cálculo de los muros y las zapatas corridas del depósito del Fondillo, en Barranco Seco (Gran Canaria).

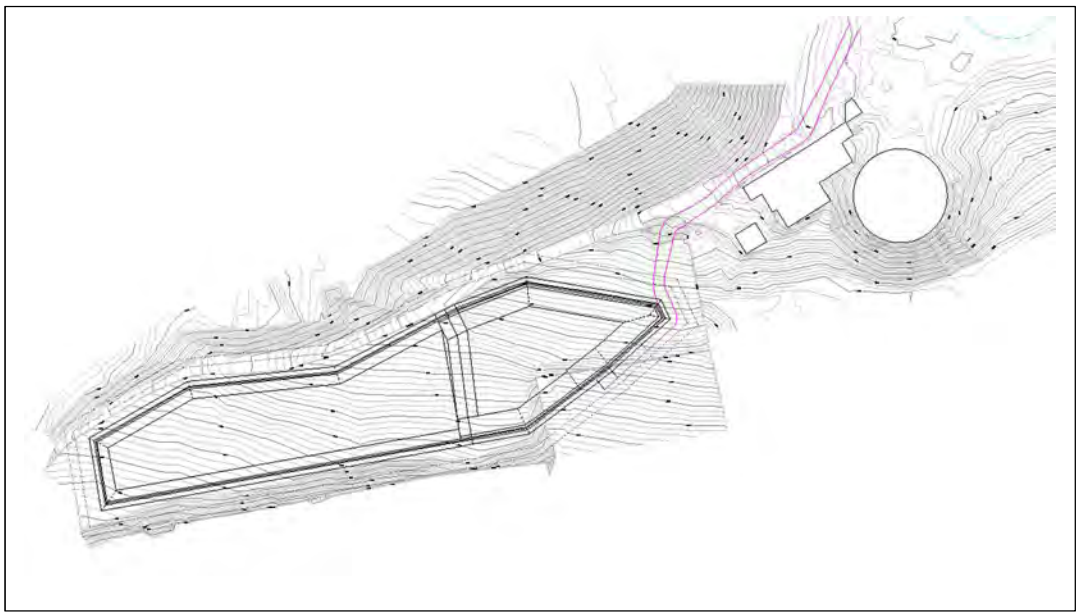


Figura 1: Vista en planta del depósito.

El depósito se va a construir mediante muros ménsulas de hormigón armado. Estos muros son autoestables, por lo que se definirán siete tramos de muros a lo largo del perímetro del depósito con sus condiciones particulares.

Asimismo, el depósito tiene dos cotas de fondo: la cota 217 y la cota 214,5, lo que implica la existencia de muros ménsula de 7 m. de fuste y de 9,5 m. de fuste.

1.2. Normativa

La normativa aplicada para el dimensionamiento de la estructura es la siguiente:

- Documento básico SE-AE Acciones en la edificación. Código Técnico de la edificación (CTE).
- Instrucción de Hormigón Estructural. (EHE 08).
- Documento básico SE-C Cimientos. Código Técnico de la Edificación (CTE).

2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO Y MATERIALES

Por la falta de datos geotécnicos específicos, la tensión admisible del terreno ha sido considerada en 3 kg/cm², según el estudio geotécnico.

os materiales considerados son los siguientes:

- Hormigón:
  - Hormigón en estructura: HA-30/B/20/IV
- Acero para armaduras y pernos:
  - Tipo de acero: B500 S

Acorde con la EHE-08, los coeficientes parciales de seguridad de los materiales son 1,5 en el caso de comprobaciones sobre el hormigón y 1,15 para las comprobaciones del acero para armaduras pasivas.

3. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

El muro ménsula que conforma el depósito se calculará como el resultado de las condiciones envolventes de dos hipótesis de cálculo básicas:

- Hipótesis I (Depósito lleno): soportando las cargas hidrostáticas del agua contenida. En este caso se considera que las tierras contenidas ejercen un empuje que colabora en la contención. La magnitud de dicha carga colaboradora es diferente para cada tramo y se ha minorado con respecto a la carga real que ejerce el trasdós.
- Hipótesis II (Depósito vacío): soportando las cargas de tierras del trasdós.

Como se ha dicho, el muro ménsula del depósito se segmenta en tramos, concretamente en siete, debido a que se tienen muros ménsulas de dos alturas: 7 metros y 9,5 metros, así como diversas condiciones de contorno en el trasdós establecidas como hipótesis adicionales.

Todo ello permite identificar siete tramos diferentes y realizar un cálculo optimizado del depósito. Optimizar el cálculo es importante para la viabilidad económica de la infraestructura, puesto que el depósito es de grandes dimensiones.

También se ha definido la carga de una futura instalación de una cubierta de malla de sombreo, considerando el 70% de la carga de rotura de los hilos de la misma.

4. CÁLCULO POR TRAMOS

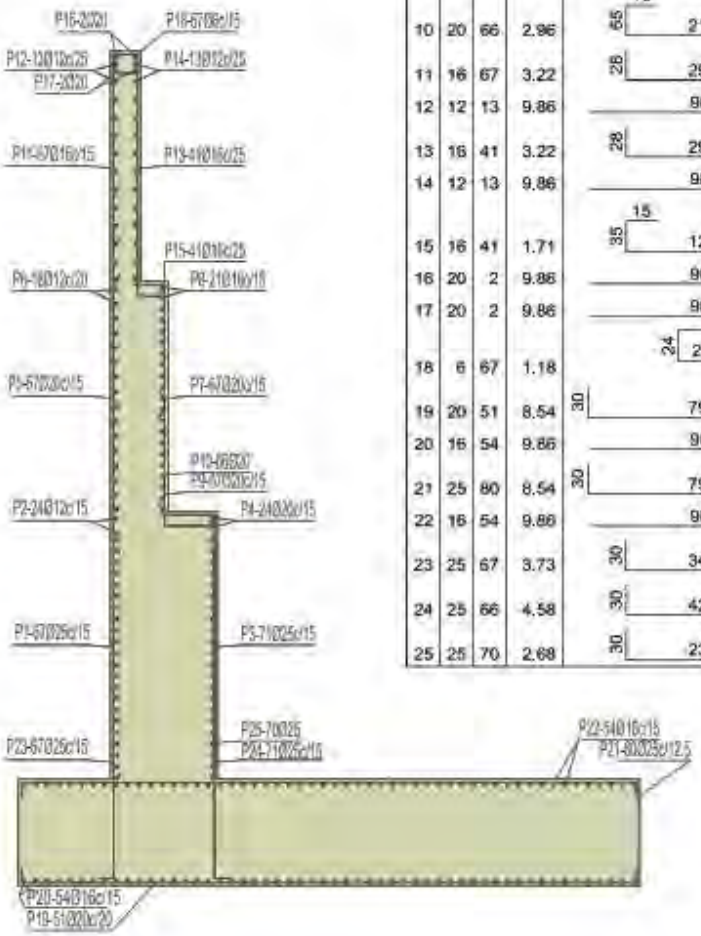
Figura 2: Segmentación en tramos de misma hipótesis de cálculo del muro ménsula del depósito.

Para la obtención de los armados en los diversos tramos de muro se han realizado modelos de cálculo asociados a las hipótesis de cálculo anteriormente mencionadas. De este modo, en los modelos de cálculo se obtiene la armadura necesaria en las caras traccionadas de los muros para los empujes horizontales de cada hipótesis, realizándose finalmente la envolvente de armados de acuerdo a la posición de la cara traccionada respecto de las hipótesis I y II consideradas (es decir, para la envolvente se tiene considerando que el trasdós de la hipótesis I es el intradós de la hipótesis II y viceversa, dado que la resultante de los empujes relativos a sendas hipótesis tienen la misma dirección, pero difieren su sentido y magnitud).

Los cálculos y condiciones de cada tramo se pueden consultar en el anexo correspondiente.

A continuación, se representan los esquemas de muros y su armado resultante de las condiciones envolventes. Estos se pueden consultar con mayor detalle en el plano de estructuras correspondiente.

4.1. Armadura de tramo 1, 2 y 7 (para 10 m.)



TRAMO 1 TRAMO 2 TRAMO 7 LONGITUD TRAMO: 10 M.

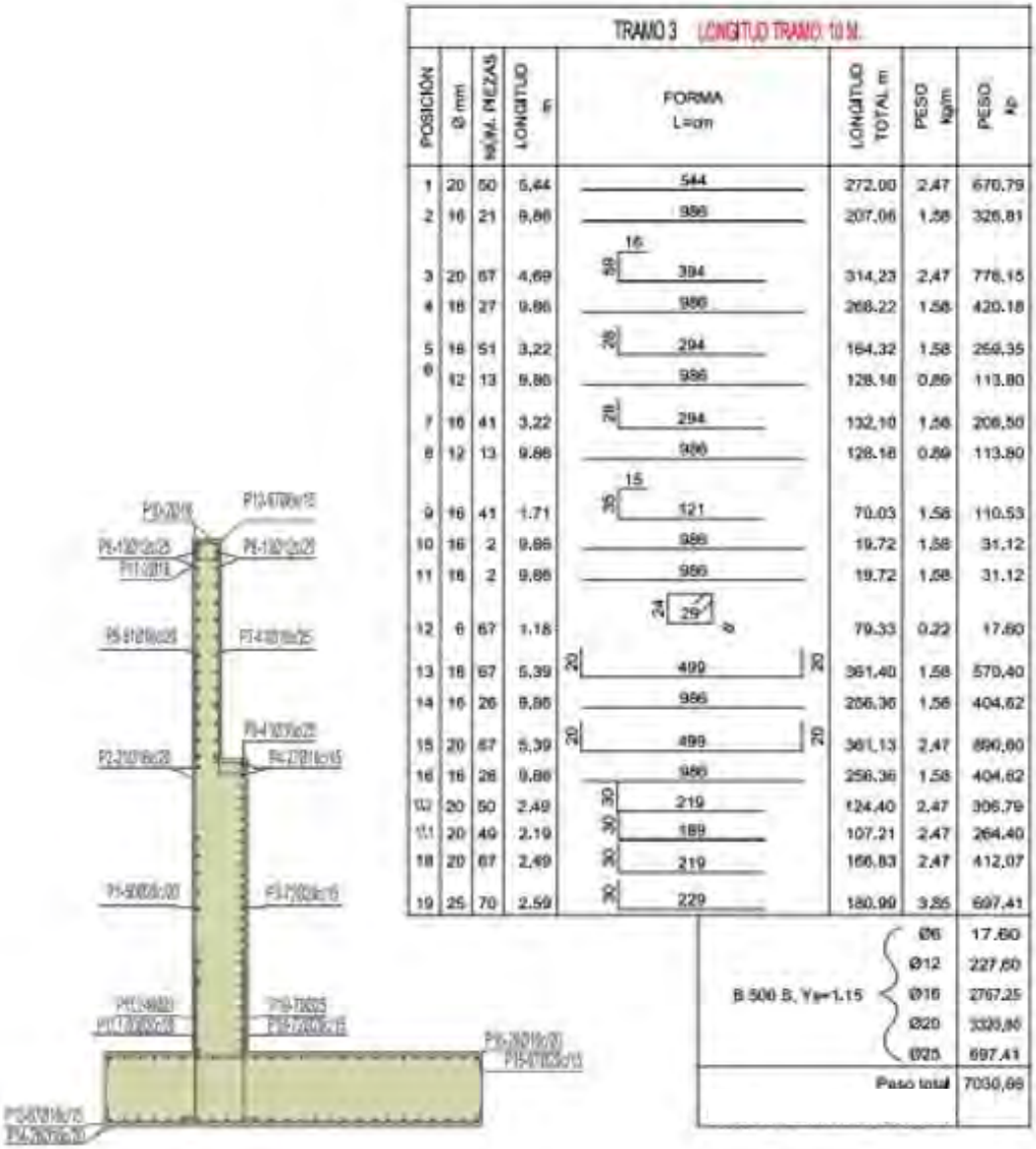
POSICIÓN	Ø mm	NÚM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA L=cm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kp
1	25	67	4.95	495	331.65	3.85	1277.98
2	12	24	9.86	986	236.64	0.89	210.10
3	25	66	4.89	125 20 344	322.74	3.85	1242,55
4	20	24	9.86	986	236.64	2.47	583.59
5	20	67	4.15	415	278.05	2.47	685.71
6	12	16	9.86	986	157.76	0.89	140.06
7	20	67	3.74	60 20 294	250.58	2.47	617.97
8	16	21	9.86	986	207.06	1.58	326.81
9	20	67	2.66	65 15 186	178.22	2.47	439.52
10	20	66	2.96	65 15 216	195.36	2.47	481.79
11	16	67	3.22	28 294	215.87	1.58	340.72
12	12	13	9.86	986	128.18	0.89	113.80
13	16	41	3.22	28 294	132.10	1.58	208.50
14	12	13	9.86	986	128.18	0.89	113.80
15	16	41	1.71	35 15 121	70.03	1.58	110.53
16	20	2	9.86	986	19.72	2.47	48.63
17	20	2	9.86	986	19.72	2.47	48.63
18	6	67	1.18	24 29 ⌀	79.33	0.22	17.60
19	20	51	8.54	30 794 30	435.54	2.47	1074.11
20	16	54	9.86	986	532.44	1.58	840.36
21	25	80	8.54	30 794 30	682.80	3.85	2631.11
22	16	54	9.86	986	532.44	1.58	840.36
23	25	67	3.73	30 343	250.01	3.85	963.39
24	25	66	4.58	30 428	302.28	3.85	1163.79
25	25	70	2.68	30 238	187.71	3.85	723.30

B 500 S, Ys=1.15	Ø6	17.60
	Ø12	577.76
	Ø16	2667.28
	Ø20	3979.95
	Ø25	8002.12
	Peso total	15244.71

Figura 3: Armadura de tramo 1, 2 y 7 (para 10 m.)

4.2. Armadura de tramo 3 (para 10 m.)

En zonas donde no exista espacio suficiente para colocar un relleno de material granular como el considerado en el resto del depósito, o en zonas donde existe afección al cauce que deban reconstruir su sección una vez colocado el relleno de trasdós, éste deberá tener 45º de rozamiento interno, al menos 2 T/m3 de densidad y unos 2 m de altura de relleno .Este relleno se sustituirá por espesores razonables de hormigón ciclópeo en zonas que vayan a estar en contacto con el agua de posibles avenidas en el barranco de al menos 1,8 m. de alto.



TRAMO 3 LONGITUD TRAMO 10 M.

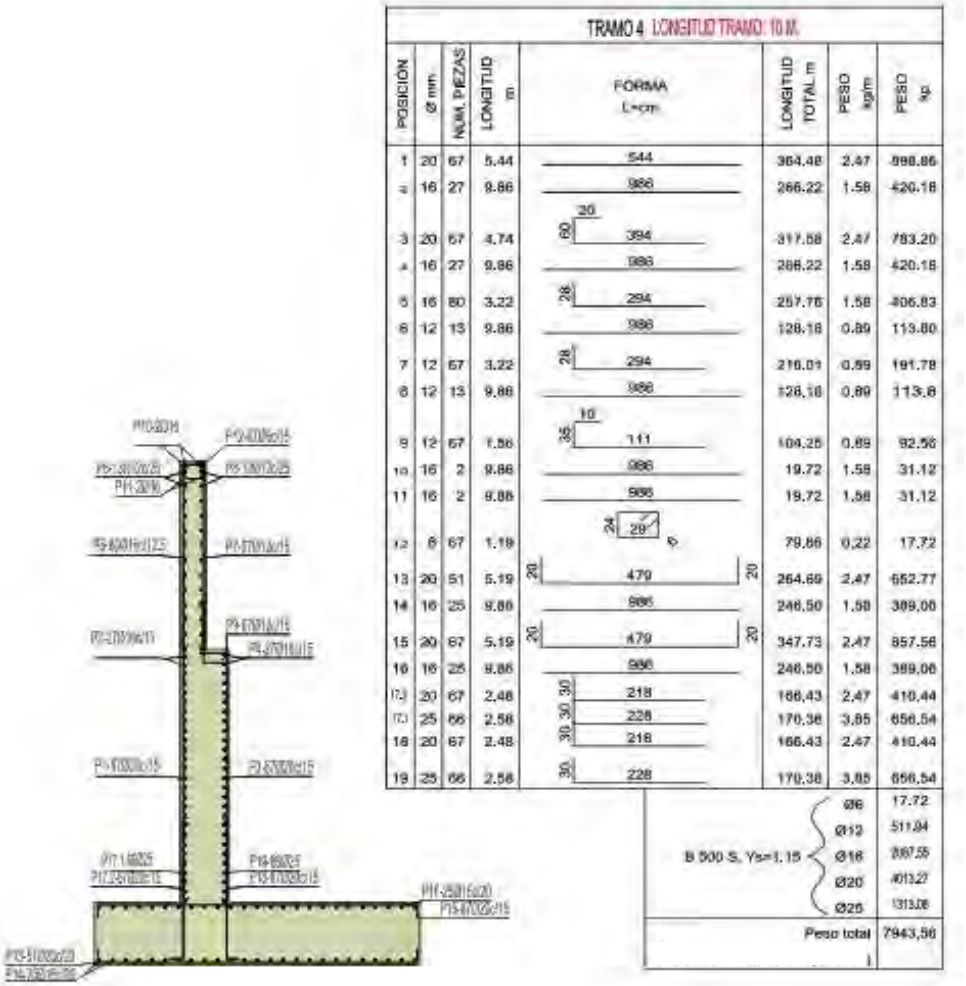
POSICIÓN	Ø mm	Nº/M. MEZAS	LONGITUD m	FORMA L=cm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kg
1	20	50	5,44	544	272.00	2.47	670.79
2	16	21	9,86	986	207.06	1.58	326.81
3	20	67	4,69	16 / 30 / 394	314,23	2,47	776,15
4	16	27	9.86	986	266.22	1.58	420.18
5	16	51	3,22	28 / 294	164.32	1.58	259.35
6	12	13	9.86	986	128.18	0.89	113.80
7	16	41	3.22	28 / 294	132.10	1.58	208.50
8	12	13	9.86	986	128.18	0.89	113.80
9	16	41	1.71	15 / 30 / 121	70.03	1.58	110.53
10	16	2	9.86	986	19.72	1.58	31.12
11	16	2	9.86	986	19.72	1.58	31.12
12	6	67	1.18	24 / 29 / 6	79.33	0.22	17.60
13	16	67	5.39	20 / 499 / 20	361.40	1.58	570.40
14	16	26	9.86	986	256.36	1.58	404.62
15	20	67	5.39	20 / 499 / 20	361.13	2.47	890.60
16	16	26	9.86	986	256.36	1.58	404.62
17	20	50	2.49	30 / 219	124.40	2.47	306.79
17.1	20	49	2.19	30 / 189	107.21	2.47	264.40
18	20	67	2.49	30 / 219	166.83	2.47	412.07
19	25	70	2.59	30 / 229	180.99	3.85	697.41

B 500 S, γs=1.15	Ø6	17.60
	Ø12	227.60
	Ø16	2767.25
	Ø20	3328.86
	Ø25	697.41
	Peso total	7038,68

Figura 4: Armadura de tramo 3 (para 10 m.)

4.3. Armadura de tramo 4 (para 10 m)

En zonas donde no exista espacio suficiente para colocar un relleno de material granular como el considerado en el resto del depósito, o en zonas donde existe afección al cauce que deban reconstruir su sección una vez colocado el relleno de trasdós, éste deberá tener 45º de rozamiento interno, al menos 2 T/m3 de densidad y unos 2 m de altura de relleno .Este relleno se sustituirá por espesores razonables de hormigón ciclópeo en zonas que vayan a estar en contacto con el agua de posibles avenidas en el barranco de al menos 2,7 m. de alto.



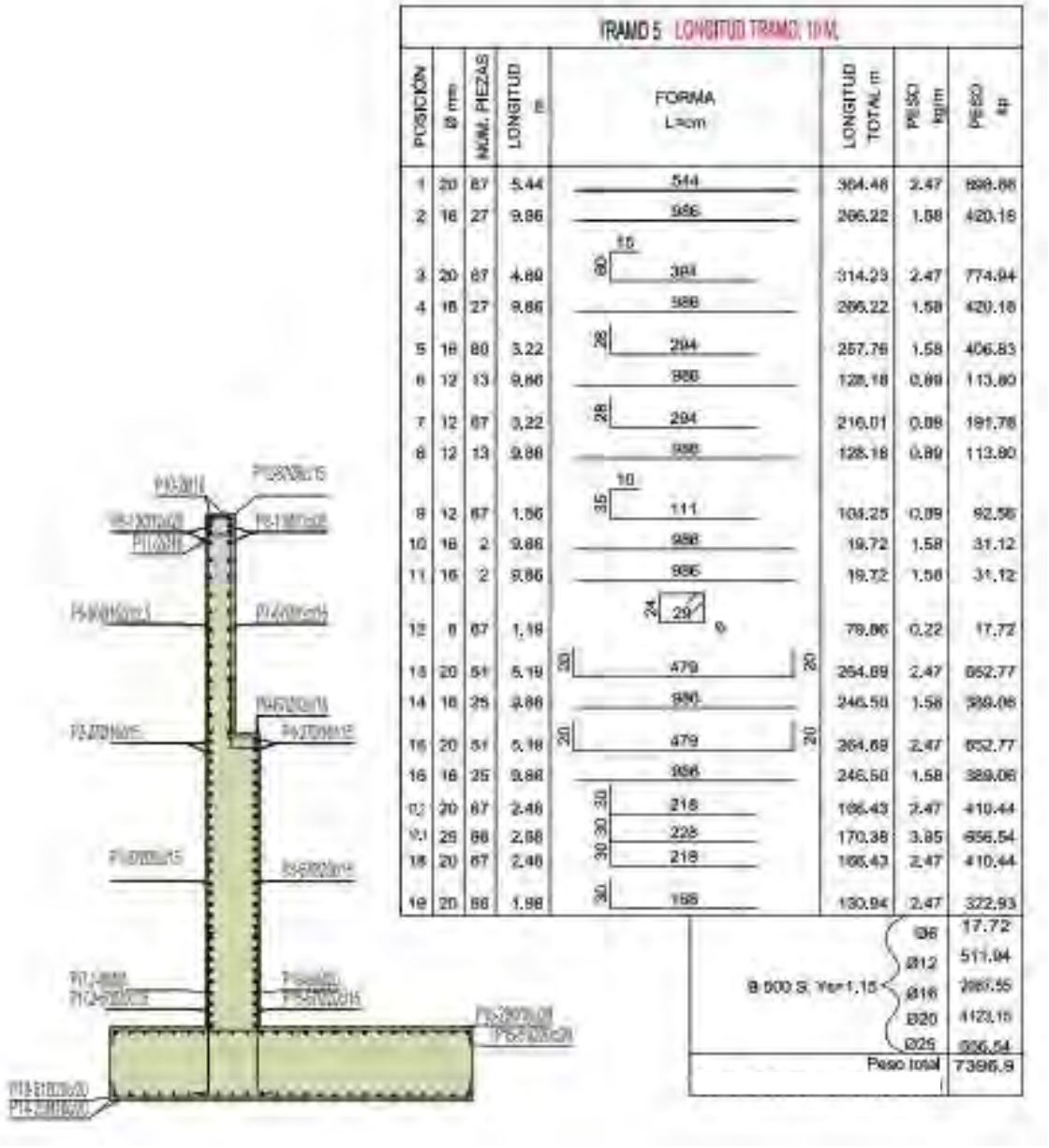
TRAMO 4 LONGITUD TRAMO: 10 M.

POSICION	Ø mm.	NUM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA L=cm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kg.
1	20	67	5.44	544	364.48	2.47	898.86
2	16	27	9.86	986	266.22	1.58	420.18
3	20	67	4.74	20 / 60 / 394	317.58	2.47	783.20
4	16	27	9.86	986	266.22	1.58	420.18
5	16	80	3.22	28 / 294	257.76	1.58	406.83
6	12	13	9.86	986	128.18	0.89	113.80
7	12	67	3.22	28 / 294	216.01	0.89	191.78
8	12	13	9.86	986	128.18	0.89	113.8
9	12	67	1.86	10 / 35 / 111	104.25	0.89	92.56
10	16	2	9.86	986	19.72	1.58	31.12
11	16	2	9.86	986	19.72	1.58	31.12
12	8	67	1.19	24 / 29	79.86	0.22	17.72
13	20	51	5.19	20 / 479 / 20	264.69	2.47	652.77
14	16	25	9.86	986	246.50	1.58	389.06
15	20	67	5.19	20 / 479 / 20	347.73	2.47	857.56
16	16	25	9.86	986	246.50	1.58	389.06
17	20	67	2.48	30 / 30 / 218	166.43	2.47	410.44
17	25	66	2.58	30 / 30 / 228	170.38	3.85	656.54
18	20	67	2.48	30 / 30 / 218	166.43	2.47	410.44
19	25	66	2.58	30 / 228	170.38	3.85	656.54

B 500 S, Ys=1.15	Ø6	17.72
	Ø12	511.94
	Ø16	387.55
	Ø20	4013.27
	Ø25	1313.08
Peso total		7943,56

Figura 5: Armadura de tramo 4 (para 10 m.)

4.4. Armadura de tramo 5 (para 10 m)



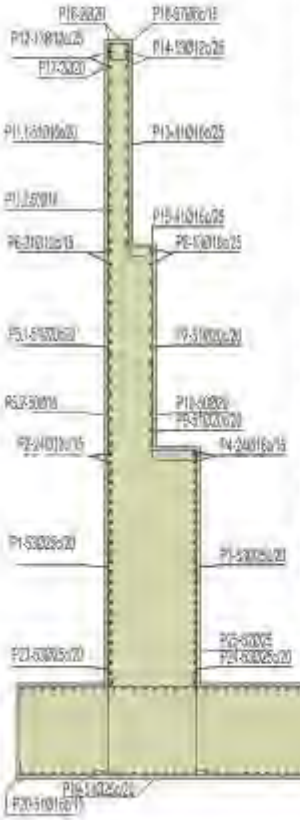
TRAMO 5 LONGITUD TRAMO: 10 ML

POSICIÓN	Ø mm	NÚM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA Lcm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kg
1	20	67	5.44	544	364.48	2.47	899.86
2	16	27	9.86	986	266.22	1.58	420.18
3	20	67	4.69	15 / 60 / 384	314.23	2.47	774.94
4	16	27	9.86	986	266.22	1.58	420.18
5	16	80	3.22	28 / 294	257.76	1.58	406.83
6	12	13	9.86	986	128.18	0.89	113.80
7	12	67	3.22	28 / 294	216.01	0.89	191.78
8	12	13	9.86	986	128.18	0.89	113.80
9	12	67	1.66	10 / 35 / 111	104.25	0.89	92.56
10	16	2	9.86	986	19.72	1.58	31.12
11	16	2	9.86	986	19.72	1.58	31.12
12	8	67	1.18	24 / 29	79.06	0.22	17.72
13	20	51	5.19	30 / 479 / 20	264.69	2.47	652.77
14	16	25	9.86	986	246.50	1.58	389.06
15	20	51	5.19	20 / 479 / 20	264.69	2.47	652.77
16	16	25	9.86	986	246.50	1.58	389.06
17	20	67	2.46	30 / 30 / 218	166.43	2.47	410.44
17.1	25	68	2.68	30 / 30 / 225	170.38	3.85	656.54
18	20	67	2.46	30 / 30 / 218	166.43	2.47	410.44
19	20	66	1.98	30 / 168	130.94	2.47	322.93

B 500 S. Ys=1.15	Ø6	17.72
	Ø12	511.94
	Ø16	2867.55
	Ø20	4123.16
	Ø25	656.54
	Peso total	7396.9

Figura 6: Armadura de tramo 5 (para 10 m.)

4.5. Armadura de tramo 6 (para 10 m)



TRAMO 6 LONGITUD TRAMO: 10 M

POSICIÓN	Ø mm	NÚM. PIEZAS	LONGITUD m	FORMA L=cm	LONGITUD TOTAL m	PESO kg/m	PESO kg
1	25	50	4.95	495	247.5	3.85	952.87
2	12	24	9.86	986	236.64	0.89	210.10
3	25	53	4.89	125 20 344	259.04	3.85	998.18
4	16	24	9.86	986	236.64	1.58	373.49
5.1	16	50	1.02	102	50.80	1.58	80.18
5.2	20	51	4.15	415	211.65	2.47	521.96
6	12	21	9.86	986	207.06	0.89	183.84
7	20	51	3.74	60 20 294	190.74	2.47	470.39
8	16	13	9.86	986	128.18	1.58	202.31
9	20	51	2.66	65 15 186	135.66	2.47	334.58
10	20	50	2.06	65 15 126	103.00	2.47	254.01
11	16	51	3.22	28 294	164.32	1.58	259.35
11.2	16	50	1.02	102	50.80	1.58	80.18
12	12	13	9.86	986	128.18	0.89	113.80
13	16	41	3.22	28 294	132.10	1.58	208.50
14	12	13	9.86	986	128.18	0.89	113.80
15	16	41	1.71	35 15 121	70.03	1.58	110.53
16	20	2	9.86	986	19.72	2.47	48.63
17	20	2	9.86	986	19.72	2.47	48.63
18	6	67	1.18	24 29 α	79.33	0.22	17.60
19	25	51	8.14	30 754 30	414.89	3.85	1598.72
20	16	51	9.86	986	502.86	1.58	793.67
21	25	80	8.14	30 754 30	650.80	3.85	2507.80
22	16	51	9.86	986	502.86	1.58	793.67
23	25	50	3.73	30 343	186.5	3.85	718.02
24	25	50	3.46	30 318	174.0	3.85	669.90
25	25	52	2.58	30 228	133.98	3.85	516.27

B 500 S, γs=1.15	Ø6	17.60
	Ø12	621.54
	Ø16	2901.58
	Ø20	1878.18
	Ø25	7961.76
	Peso total	13.180.96

Figura 7: Armadura de tramo 6 (para 10 m.)

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 1

Hipótesis I

Depósito lleno, soportando cargas hidrostáticas del agua contenida

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 2

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 6

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 7

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 7

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 9.30 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 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 %

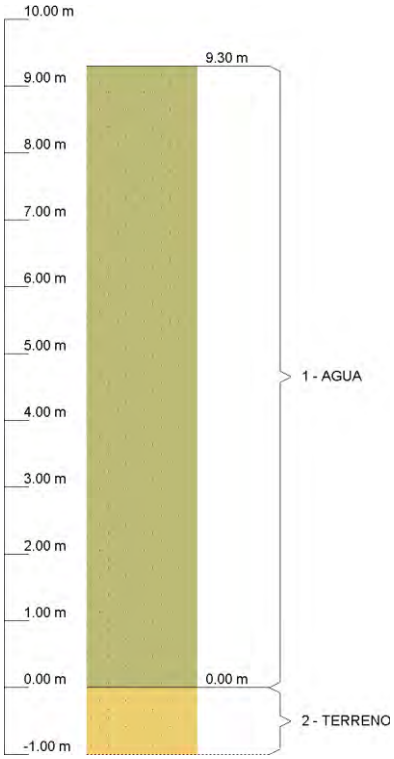
Tensión admisible: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - AGUA	9.30 m	Densidad aparente: 12.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 5.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.84 Reposo intradós: 0.91
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

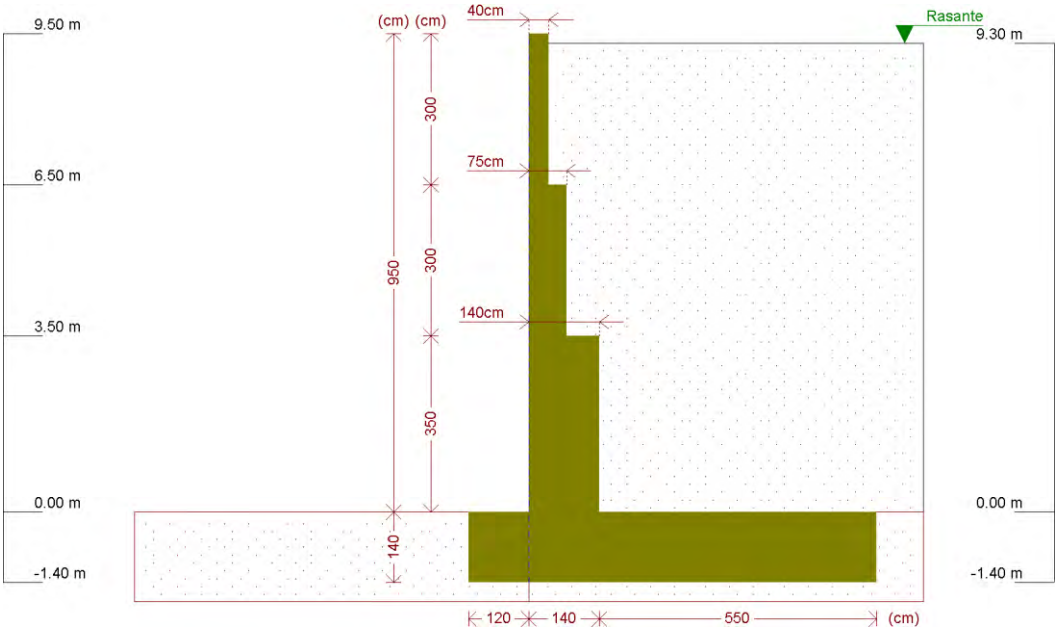
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
9.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
6.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
3.50 m	Altura: 3.50 m Espesor superior: 140.0 cm Espesor inferior: 140.0 cm
Altura total: 9.50 m	

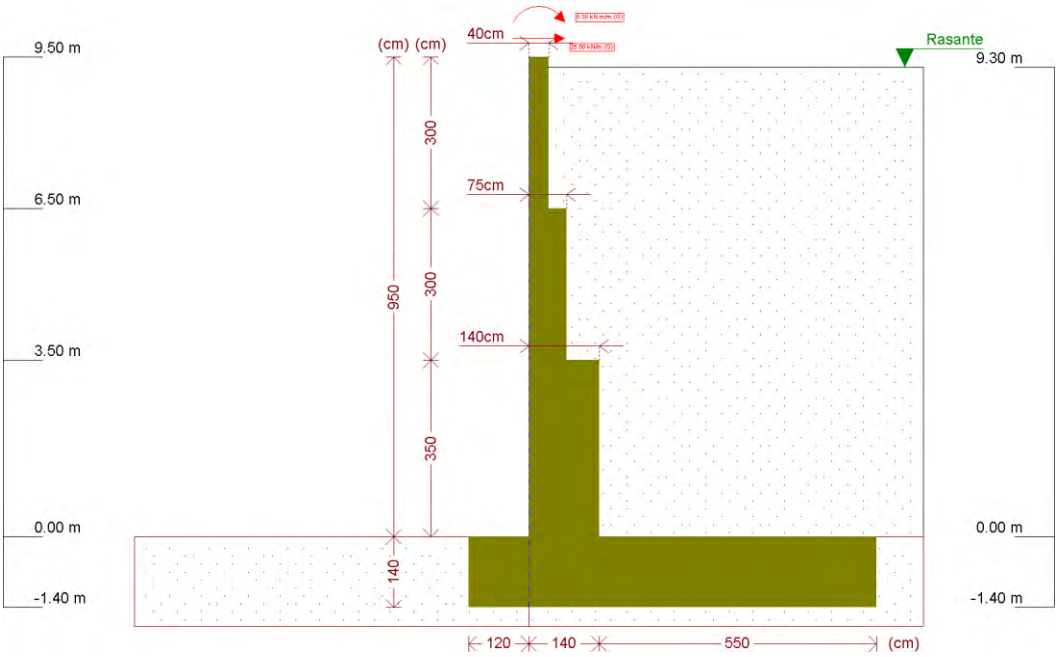
ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 140 cm Vuelos intradós / trasdós: 120.0 / 550.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 1: SIN CUBIERTA



Fase 2: Fase 2: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1: SIN CUBIERTA

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)
9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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)
8.56	9.22	2.76	0.68	7.46	0.00
7.61	18.54	14.39	8.11	17.03	0.00
6.66	27.86	35.11	30.90	26.60	0.00
5.73	55.35	64.21	79.21	35.97	0.00
4.78	72.83	102.93	157.88	45.54	0.00
3.83	90.30	150.74	277.65	55.12	0.00
2.90	162.21	206.36	457.38	64.49	0.00
1.95	194.83	272.16	683.96	74.06	0.00
1.00	227.45	347.07	977.37	83.63	0.00
0.05	260.07	431.06	1346.26	93.20	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	435.73 Cota: 0.00 m	1367.93 Cota: 0.00 m	93.71 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.56	9.22	3.48	0.96	8.17	0.00
7.61	18.54	16.70	9.76	18.66	0.00
6.66	27.86	39.88	35.84	29.15	0.00
5.73	55.35	72.55	90.16	39.42	0.00
4.78	72.83	115.86	178.86	49.92	0.00
3.83	90.30	169.14	313.45	60.41	0.00
2.90	162.21	231.43	513.25	70.68	0.00
1.95	194.83	305.18	767.35	81.17	0.00
1.00	227.45	388.91	1096.26	91.66	0.00
0.05	260.07	482.60	1509.43	102.15	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	487.81 Cota: 0.00 m	1533.69 Cota: 0.00 m	102.70 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

FASE 2: FASE 2: CON CUBIERTA

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)
9.50	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
8.56	9.22	-23.84	-29.62	7.46	0.00
7.61	18.54	-12.21	-47.47	17.03	0.00
6.66	27.86	8.51	-49.94	26.60	0.00
5.73	55.35	37.61	-26.38	35.97	0.00
4.78	72.83	76.33	27.02	45.54	0.00
3.83	90.30	124.14	121.53	55.12	0.00
2.90	162.21	179.76	276.52	64.49	0.00

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)
1.95	194.83	245.56	477.83	74.06	0.00
1.00	227.45	320.47	745.97	83.63	0.00
0.05	260.07	404.46	1089.59	93.20	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	409.13 Cota: 0.00 m	1109.93 Cota: 0.00 m	93.71 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	-26.60 Cota: 9.50 m	-51.37 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
9.50	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
8.56	9.22	-23.12	-29.34	8.17	0.00
7.61	18.54	-9.90	-45.81	18.66	0.00
6.66	27.86	13.28	-45.00	29.15	0.00
5.73	55.35	45.95	-15.43	39.42	0.00
4.78	72.83	89.26	48.01	49.92	0.00
3.83	90.30	142.54	157.33	60.41	0.00
2.90	162.21	204.83	332.39	70.68	0.00
1.95	194.83	278.58	561.22	81.17	0.00
1.00	227.45	362.31	864.86	91.66	0.00
0.05	260.07	456.00	1252.76	102.15	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	461.21 Cota: 0.00 m	1275.69 Cota: 0.00 m	102.70 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	-26.60 Cota: 9.50 m	-48.16 Cota: 7.15 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø20: inferior / 2Ø20 Estribos: Ø6c/15 Canto viga: 30 cm Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS

Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/15 Solape: 1.15 m	Ø12c/25	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25
2	Ø20c/15 Solape: 1.45 m	Ø12c/20	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=1.6 m	Ø16c/15
3	Ø25c/15 Solape: 2.15 m	Ø12c/15	Ø25c/15 Solape: 3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.1 m	Ø20c/15

ZAPATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/15	Ø25c/12.5 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm
Inferior	Ø16c/15	Ø20c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 514.5 kN/m Calculado: 59.2 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 2110.4 kN/m Calculado: 254.2 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 3755.8 kN/m Calculado: 653.6 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 140 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.8 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
- Tramo 1:		
- Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
- Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00418	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
- Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
- Trasdós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00111 Calculado: 0.00178	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00075	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00149	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 9e-005 Calculado: 0.0004	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00558	Cumple
- Trasdós (5.10 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.005	Cumple
- Trasdós (1.10 m):	Calculado: 0.0025	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
- Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00558	Cumple
- Trasdós (5.10 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.005	Cumple
- Trasdós (1.10 m):	Calculado: 0.0025	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Intradós (5.10 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Tramo 3:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
- Intradós (1.10 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
-Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00251	Cumple
-Tramo 2:	Calculado: 0.00089	
-Intradós (3.50 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
-Intradós (5.10 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
-Tramo 3:	Mínimo: 2e-005	
-Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
-Intradós (1.10 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 4.5 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
-Tramo 3:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 3.2 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Tramo 3:		
-Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
-Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
-Tramo 1:		Cumple
-Tramo 2:		Cumple
-Tramo 3:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 1:	Máximo: 222.9 kN/m Calculado: 45.6 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 373 kN/m Calculado: 197.3 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 633.3 kN/m Calculado: 479.1 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.128 mm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 0.192 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.78 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 3:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.9 m Calculado: 3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 6.2 cm² Calculado: 6.2 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 6.50 m		
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 6.50 m		
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.70 m, Md: -78.19 kN·m/m, Nd: 37.08 kN/m, Vd: -1.85 kN/m, Tensión máxima del acero: 227.714 MPa		
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 6.84 m		
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 3.50 m		
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 3.50 m		
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.50 m, Md: -73.42 kN·m/m, Nd: 51.49 kN/m, Vd: 3.59 kN/m, Tensión máxima del acero: 255.528 MPa		
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.19 m		
- Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 3.50 m, M: 330.46 kN·m/m, N: 96.37 kN/m		
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m		
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m		
- Tramo 3 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.00 m, Md: 2035.57 kN·m/m, Nd: 290.28 kN/m, Vd: 653.60 kN/m, Tensión máxima del acero: 385.570 MPa		
- Tramo 3 -> Sección crítica a cortante: Cota: 1.33 m		
- Tramo 3 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 1367.93 kN·m/m, N: 261.78 kN/m		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 2.46	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 2.19	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.52	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.36	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 140 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1424 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.305 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1424 MPa	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.3328 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 39.08 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 6.46 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 595.4 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 524.3 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 392.2 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 129.4 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 129.4 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø20	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø25	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø16	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras:		
Norma EHE-08. Artículo 42.3.1	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 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: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00112	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0028	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior:	Mínimo: 0.00028	
Norma EHE-08. Artículo 55	Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Mínimo: 0.0007	
Norma EHE-08. Artículo 55	Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Mínimo: 0.00063	
Norma EHE-08. Artículo 42.3.2	Calculado: 0.00112	Cumple
- Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.00184	
Norma EHE-08. Artículo 42.3.2	Calculado: 0.0028	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 2187.86 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 366.39 kN·m/m

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 1

Hipótesis II

Depósito vacío, soportando las cargas de tierras del trasdós

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 2

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 5

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 5

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 6

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 3.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 6.50 m

Enrase: Trasdós

Longitud del muro en planta: 10.00 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 %

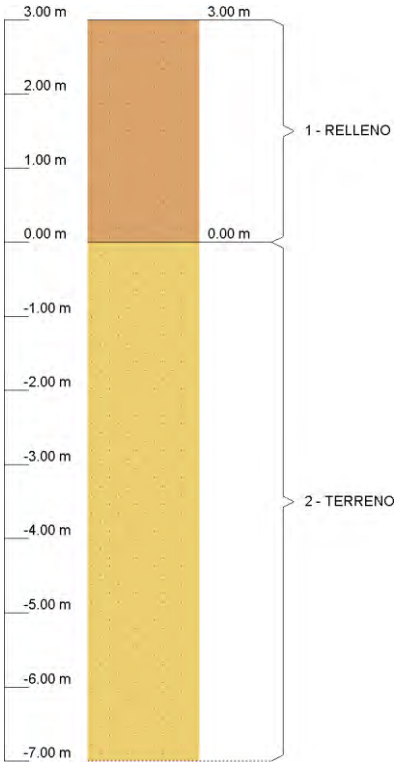
Tensión admisible: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - RELLENO	3.00 m	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 35.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.27 Reposo intradós: 0.43
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

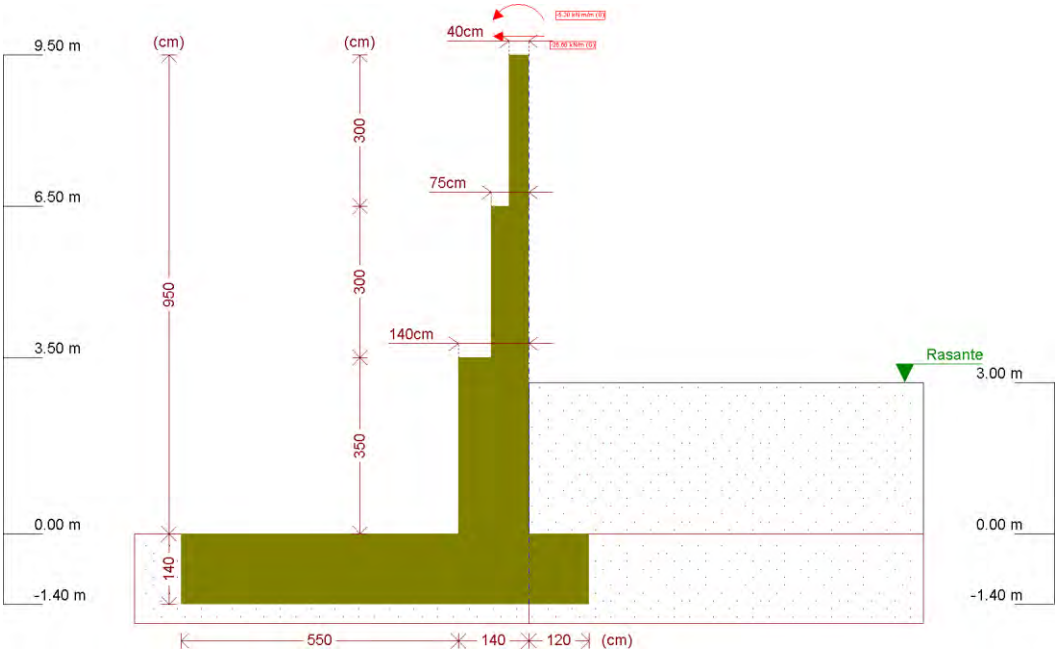
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
9.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
6.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
3.50 m	Altura: 3.50 m Espesor superior: 140.0 cm Espesor inferior: 140.0 cm
Altura total: 9.50 m	

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 140 cm Vuelos intradós / trasdós: 550.0 / 120.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 2: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 2: CON CUBIERTA

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)
9.50	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00
8.56	9.22	26.60	30.30	0.00	0.00
7.61	18.54	26.60	55.57	0.00	0.00
6.66	27.86	26.60	80.84	0.00	0.00
5.73	43.59	26.60	100.43	0.00	0.00
4.78	61.07	26.60	125.70	0.00	0.00
3.83	78.54	26.60	150.97	0.00	0.00
2.90	105.21	26.62	148.21	0.49	0.00
1.95	137.83	29.29	174.42	5.12	0.00
1.00	170.45	36.36	205.25	9.76	0.00
0.05	203.07	47.82	244.89	14.39	0.00
Máximos	204.78 Cota: 0.00 m	48.55 Cota: 0.00 m	247.30 Cota: 0.00 m	14.63 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	26.60 Cota: 9.50 m	5.30 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
9.50	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00

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)
8.56	9.22	27.06	30.52	0.00	0.00
7.61	18.54	27.53	56.45	0.00	0.00
6.66	27.86	27.99	82.82	0.00	0.00
5.73	43.59	28.78	104.04	0.00	0.00
4.78	61.07	29.65	131.80	0.00	0.00
3.83	78.54	30.53	160.39	0.00	0.00
2.90	105.21	31.89	161.82	0.55	0.00
1.95	137.83	36.53	193.93	5.79	0.00
1.00	170.45	46.15	232.81	11.03	0.00
0.05	203.07	60.75	283.19	16.27	0.00
Máximos	204.78 Cota: 0.00 m	61.65 Cota: 0.00 m	286.25 Cota: 0.00 m	16.54 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	26.60 Cota: 9.50 m	5.30 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø20: inferior / 2Ø20
Estribos: Ø6c/15
Canto viga: 30 cm
Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25	Ø16c/15 Solape: 1.15 m	Ø12c/25
2	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=1.6 m	Ø16c/15	Ø20c/15 Solape: 1.45 m	Ø12c/20
3	Ø25c/15 Solape: 3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.1 m	Ø20c/15	Ø25c/15 Solape: 2.15 m	Ø12c/15

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/15	Ø25c/12.5 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm
Inferior	Ø16c/15	Ø20c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
-Tramo 1:	Máximo: 713.8 kN/m Calculado: 35.9 kN/m	Cumple
-Tramo 2:	Máximo: 1272.6 kN/m Calculado: 35.9 kN/m	Cumple
-Tramo 3:	Máximo: 2202.3 kN/m Calculado: 68.8 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
-Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
-Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
-Tramo 3:	Calculado: 140 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 18.8 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
-Tramo 3:		
-Trasdós:	Calculado: 13.8 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
- Tramo 1:		
- Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.0015	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00418	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
- Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
- Trasdós:	Mínimo: 0.00067	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00055 Calculado: 0.00075	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00041 Calculado: 0.00178	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00046 Calculado: 0.00053	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0005 Calculado: 0.00149	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
-Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00335	Cumple
-Tramo 2. Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
-Tramo 3. Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00233	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
-Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00335	Cumple
-Tramo 2. Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
-Tramo 3. Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00233	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
-Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2. Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00209	Cumple
-Tramo 3. Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.0025	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
-Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2. Intradós (3.50 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00209	Cumple
-Tramo 3. Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005 Calculado: 0.0025	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 11.8 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 11 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Tramo 3:		

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós, vertical:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 9 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
- Tramo 3:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 219.5 kN/m Calculado: 35.9 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 366 kN/m Calculado: 35.9 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 629.1 kN/m Calculado: 46 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.12 m Calculado: 1.15 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Tramo 2:		

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Base trasdós:	Mínimo: 1.44 m Calculado: 1.45 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.72 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Tramo 3:		
- Base trasdós:	Mínimo: 2.12 m Calculado: 2.15 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 1.06 m Calculado: 3 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 6.2 cm² Calculado: 6.2 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 6.50 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 6.50 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.50 m, Md: 114.88 kN·m/m, Nd: 39.73 kN/m, Vd: 35.91 kN/m, Tensión máxima del acero: 248.162 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 9.50 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 3.50 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 3.50 m
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.50 m, Md: 107.93 kN·m/m, Nd: 39.73 kN/m, Vd: 35.91 kN/m, Tensión máxima del acero: 152.915 MPa
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 6.50 m
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m
- Tramo 3 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 3.50 m, Md: 178.54 kN·m/m, Nd: 114.23 kN/m, Vd: 35.91 kN/m, Tensión máxima del acero: 67.103 MPa
- Tramo 3 -> Sección crítica a cortante: Cota: 1.33 m

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 8.19	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 7.02	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.59	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 4.44	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 140 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0676 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.0991 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0676 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.0937 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 0.15 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0.36 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 6.44 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 595.4 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 101.6 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 85.9 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 129.4 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Arranque intradós:	Mínimo: 71 cm Calculado: 129.4 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø20	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø25	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: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 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: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00112	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0028	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00028 Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.0007 Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00063 Calculado: 0.00112	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.0028	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 20.90 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 365.31 kN·m/m

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 2

Hipótesis I

Depósito lleno, soportando cargas hidrostáticas del agua contenida

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 2

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 6

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 7

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 7

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 9.30 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 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 %

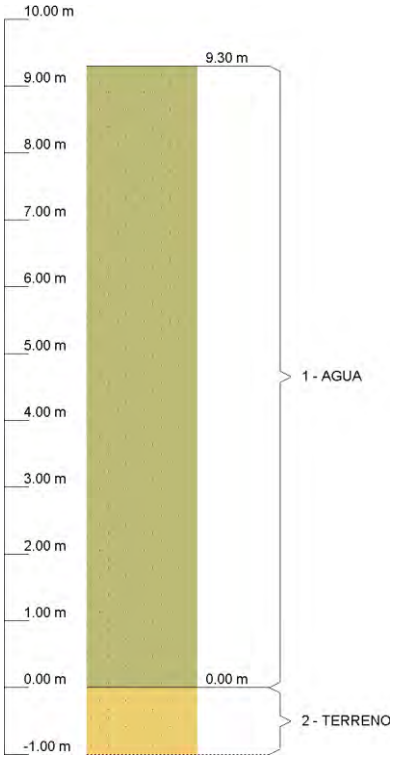
Tensión admisible: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - AGUA	9.30 m	Densidad aparente: 12.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 5.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.84 Reposo intradós: 0.91
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

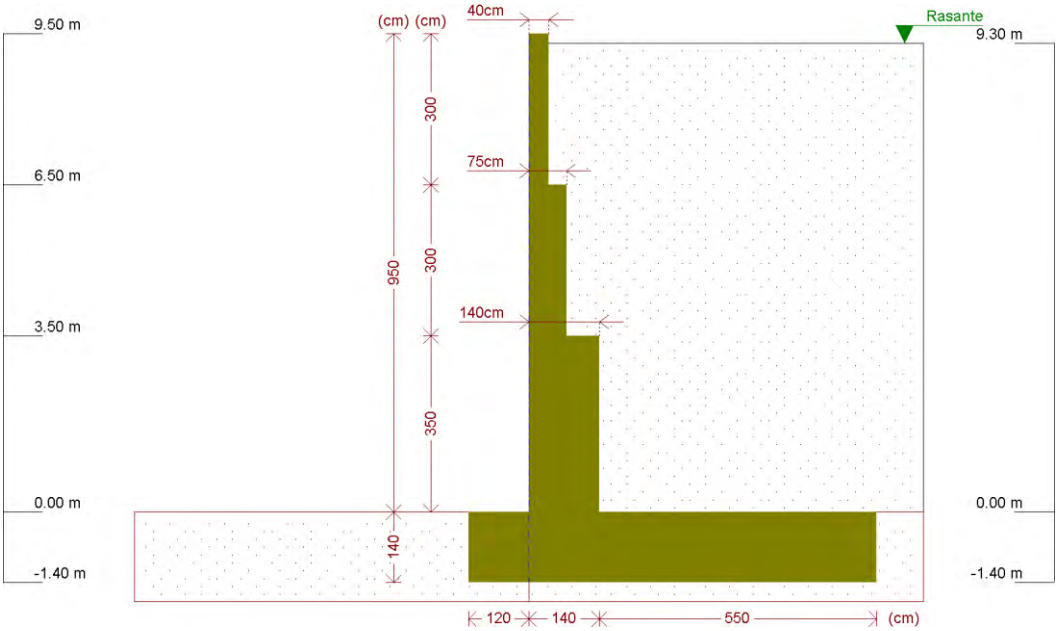
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
9.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
6.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
3.50 m	Altura: 3.50 m Espesor superior: 140.0 cm Espesor inferior: 140.0 cm
Altura total: 9.50 m	

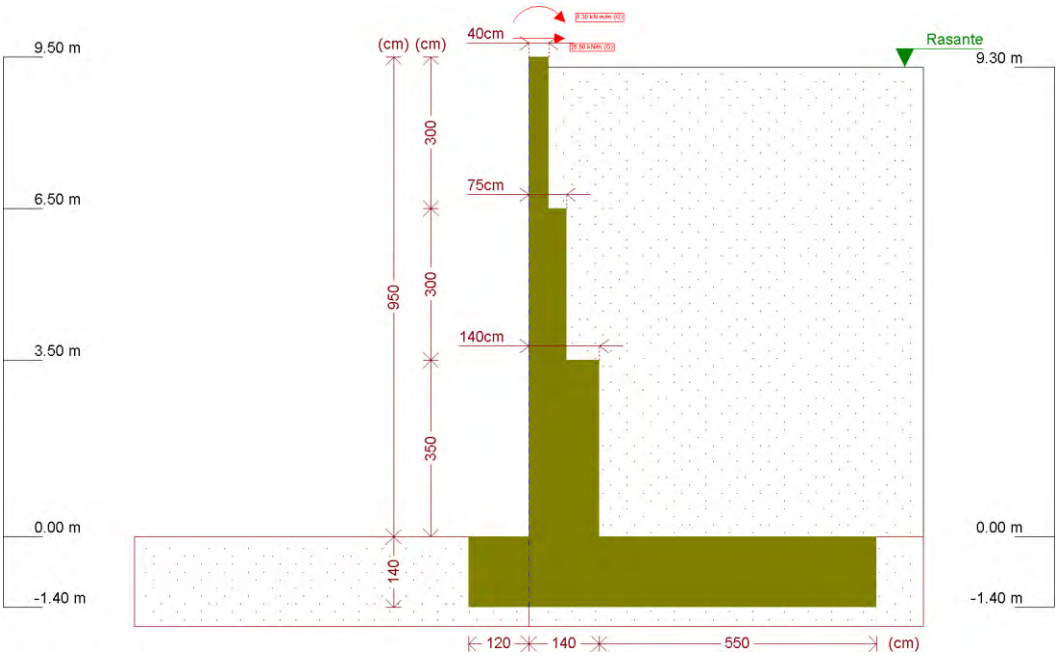
ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 140 cm Vuelos intradós / trasdós: 120.0 / 550.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 1: SIN CUBIERTA



Fase 2: Fase 2: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1: SIN CUBIERTA

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)
9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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)
8.56	9.22	2.76	0.68	7.46	0.00
7.61	18.54	14.39	8.11	17.03	0.00
6.66	27.86	35.11	30.90	26.60	0.00
5.73	55.35	64.21	79.21	35.97	0.00
4.78	72.83	102.93	157.88	45.54	0.00
3.83	90.30	150.74	277.65	55.12	0.00
2.90	162.21	206.36	457.38	64.49	0.00
1.95	194.83	272.16	683.96	74.06	0.00
1.00	227.45	347.07	977.37	83.63	0.00
0.05	260.07	431.06	1346.26	93.20	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	435.73 Cota: 0.00 m	1367.93 Cota: 0.00 m	93.71 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.56	9.22	3.48	0.96	8.17	0.00
7.61	18.54	16.70	9.76	18.66	0.00
6.66	27.86	39.88	35.84	29.15	0.00
5.73	55.35	72.55	90.16	39.42	0.00
4.78	72.83	115.86	178.86	49.92	0.00
3.83	90.30	169.14	313.45	60.41	0.00
2.90	162.21	231.43	513.25	70.68	0.00
1.95	194.83	305.18	767.35	81.17	0.00
1.00	227.45	388.91	1096.26	91.66	0.00
0.05	260.07	482.60	1509.43	102.15	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	487.81 Cota: 0.00 m	1533.69 Cota: 0.00 m	102.70 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

FASE 2: FASE 2: CON CUBIERTA

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)
9.50	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
8.56	9.22	-23.84	-29.62	7.46	0.00
7.61	18.54	-12.21	-47.47	17.03	0.00
6.66	27.86	8.51	-49.94	26.60	0.00
5.73	55.35	37.61	-26.38	35.97	0.00
4.78	72.83	76.33	27.02	45.54	0.00
3.83	90.30	124.14	121.53	55.12	0.00
2.90	162.21	179.76	276.52	64.49	0.00

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)
1.95	194.83	245.56	477.83	74.06	0.00
1.00	227.45	320.47	745.97	83.63	0.00
0.05	260.07	404.46	1089.59	93.20	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	409.13 Cota: 0.00 m	1109.93 Cota: 0.00 m	93.71 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	-26.60 Cota: 9.50 m	-51.37 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
9.50	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
8.56	9.22	-23.12	-29.34	8.17	0.00
7.61	18.54	-9.90	-45.81	18.66	0.00
6.66	27.86	13.28	-45.00	29.15	0.00
5.73	55.35	45.95	-15.43	39.42	0.00
4.78	72.83	89.26	48.01	49.92	0.00
3.83	90.30	142.54	157.33	60.41	0.00
2.90	162.21	204.83	332.39	70.68	0.00
1.95	194.83	278.58	561.22	81.17	0.00
1.00	227.45	362.31	864.86	91.66	0.00
0.05	260.07	456.00	1252.76	102.15	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	461.21 Cota: 0.00 m	1275.69 Cota: 0.00 m	102.70 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	-26.60 Cota: 9.50 m	-48.16 Cota: 7.15 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior / 2Ø20: inferior / 2Ø20 Estribos: Ø6c/15 Canto viga: 30 cm Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/15 Solape: 1.15 m	Ø12c/25	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25
2	Ø20c/15 Solape: 1.45 m	Ø12c/20	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=1.6 m	Ø16c/15
3	Ø25c/15 Solape: 2.15 m	Ø12c/15	Ø25c/15 Solape: 3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.1 m	Ø20c/15

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/15	Ø25c/12.5 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm
Inferior	Ø16c/15	Ø20c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 514.5 kN/m Calculado: 59.2 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 2110.4 kN/m Calculado: 254.2 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 3755.8 kN/m Calculado: 653.6 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 140 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 18.8 cm	Cumple
-Tramo 3:		
-Trasdós:	Calculado: 13 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 18.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales:		
Norma EHE-08. Artículo 42.3.1	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Tramo 3:		
-Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara:		
Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.001	
-Tramo 1:		
-Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
-Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Tramo 3:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00418	Cumple
-Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara:		
Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)		
-Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
-Trasdós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Tramo 2:		

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós:	Mínimo: 0.00111 Calculado: 0.00178	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00075	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00149	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 9e-005 Calculado: 0.0004	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00558	Cumple
- Trasdós (5.10 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.005	Cumple
- Trasdós (1.10 m):	Calculado: 0.0025	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
- Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00558	Cumple
- Trasdós (5.10 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.005	Cumple
- Trasdós (1.10 m):	Calculado: 0.0025	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Intradós (5.10 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Tramo 3:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
- Intradós (1.10 m):	Calculado: 0.00047	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00089	
- Intradós (3.50 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
- Intradós (5.10 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
- Tramo 3:	Mínimo: 2e-005	
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
- Intradós (1.10 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 4.5 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 3.2 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
- Tramo 3:		Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 222.9 kN/m Calculado: 45.6 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 373 kN/m Calculado: 197.3 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 633.3 kN/m Calculado: 479.1 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.128 mm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 0.192 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.78 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 3:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.9 m Calculado: 3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 6.2 cm² Calculado: 6.2 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 6.50 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 6.50 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.70 m, Md: -78.19 kN·m/m, Nd: 37.08 kN/m, Vd: -1.85 kN/m, Tensión máxima del acero: 227.714 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 6.84 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 3.50 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 3.50 m
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.50 m, Md: -73.42 kN·m/m, Nd: 51.49 kN/m, Vd: 3.59 kN/m, Tensión máxima del acero: 255.528 MPa
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.19 m
- Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 3.50 m, M: 330.46 kN·m/m, N: 96.37 kN/m
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m
- Tramo 3 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.00 m, Md: 2035.57 kN·m/m, Nd: 290.28 kN/m, Vd: 653.60 kN/m, Tensión máxima del acero: 385.570 MPa
- Tramo 3 -> Sección crítica a cortante: Cota: 1.33 m
- Tramo 3 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 1367.93 kN·m/m, N: 261.78 kN/m

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 2.46	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 2.19	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.52	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.36	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 140 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1424 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.305 MPa	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1424 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.3328 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 39.08 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 6.46 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 595.4 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 524.3 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 392.2 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 129.4 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 129.4 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø20	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø25	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø16	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 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: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00112	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0028	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00028 Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.0007 Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00063 Calculado: 0.00112	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184 Calculado: 0.0028	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 2187.86 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 366.39 kN·m/m

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 2

Hipótesis II

Depósito vacío, soportando las cargas de tierras del trasdós

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 2

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 5

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 5

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 6

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 4.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 5.50 m

Enrase: Trasdós

Longitud del muro en planta: 10.00 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 %

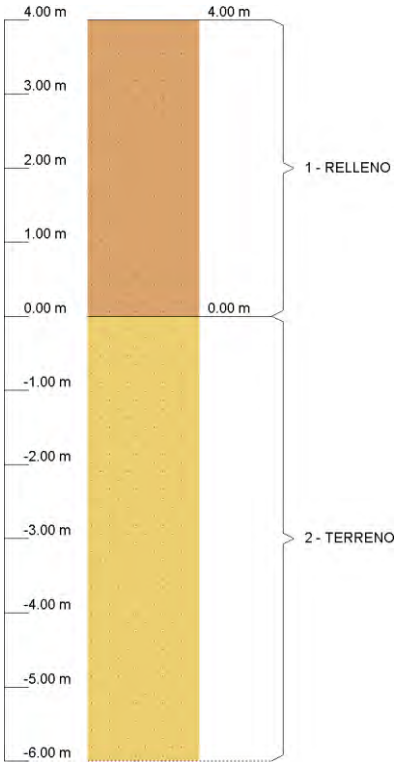
Tensión admisible: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - RELLENO	4.00 m	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 35.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.27 Reposo intradós: 0.43
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

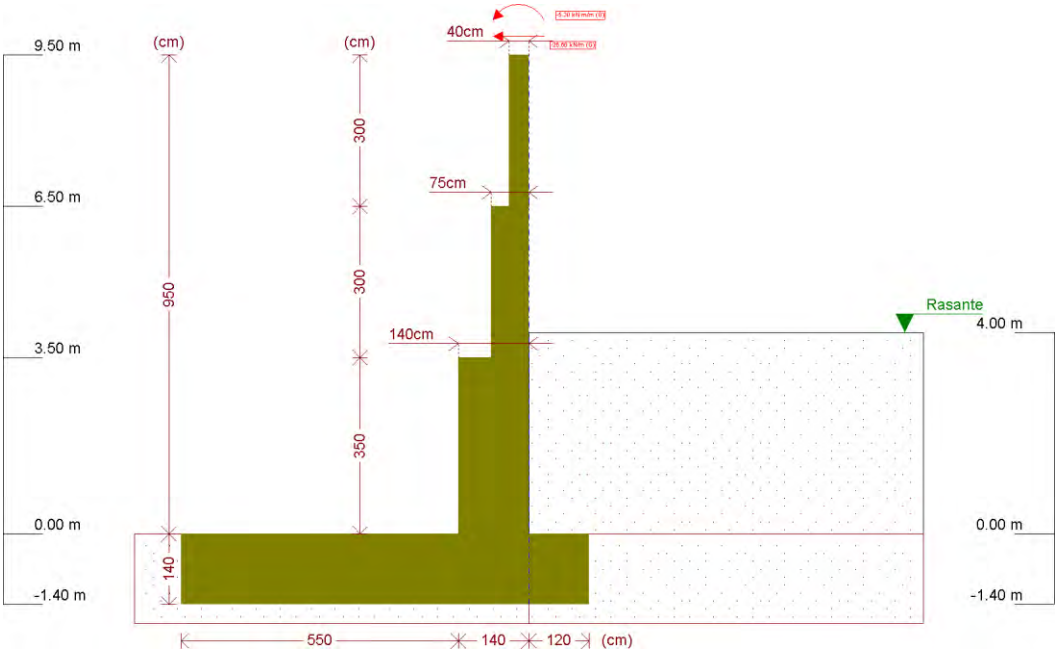
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
9.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
6.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
3.50 m	Altura: 3.50 m Espesor superior: 140.0 cm Espesor inferior: 140.0 cm
Altura total: 9.50 m	

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 140 cm Vuelos intradós / trasdós: 550.0 / 120.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 2: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 2: CON CUBIERTA

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)
9.50	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00
8.56	9.22	26.60	30.30	0.00	0.00
7.61	18.54	26.60	55.57	0.00	0.00
6.66	27.86	26.60	80.84	0.00	0.00
5.73	43.59	26.60	100.43	0.00	0.00
4.78	61.07	26.60	125.70	0.00	0.00
3.83	78.54	26.67	150.98	0.83	0.00
2.90	105.21	29.55	149.29	5.37	0.00
1.95	137.83	36.85	180.49	10.00	0.00
1.00	170.45	48.55	220.70	14.63	0.00
0.05	203.07	64.65	274.12	19.27	0.00
Máximos	204.78 Cota: 0.00 m	65.62 Cota: 0.00 m	277.38 Cota: 0.00 m	19.51 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	26.60 Cota: 9.50 m	5.30 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
9.50	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00

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)
8.56	9.22	27.06	30.52	0.00	0.00
7.61	18.54	27.53	56.45	0.00	0.00
6.66	27.86	27.99	82.82	0.00	0.00
5.73	43.59	28.78	104.04	0.00	0.00
4.78	61.07	29.65	131.80	0.00	0.00
3.83	78.54	30.61	160.39	0.94	0.00
2.90	105.21	35.20	163.04	6.07	0.00
1.95	137.83	45.08	200.78	11.30	0.00
1.00	170.45	59.94	250.27	16.54	0.00
0.05	203.07	79.77	316.23	21.78	0.00
Máximos	204.78 Cota: 0.00 m	80.95 Cota: 0.00 m	320.25 Cota: 0.00 m	22.06 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	26.60 Cota: 9.50 m	5.30 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø20: inferior / 2Ø20
Estribos: Ø6c/15
Canto viga: 30 cm
Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25	Ø16c/15 Solape: 1.15 m	Ø12c/25
2	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=1.6 m	Ø16c/15	Ø20c/15 Solape: 1.45 m	Ø12c/20
3	Ø25c/15 Solape: 3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.1 m	Ø20c/15	Ø25c/15 Solape: 2.15 m	Ø12c/15

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/15	Ø25c/12.5 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm
Inferior	Ø16c/15	Ø20c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 4,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
-Tramo 1:	Máximo: 713.8 kN/m Calculado: 35.9 kN/m	Cumple
-Tramo 2:	Máximo: 1272.6 kN/m Calculado: 36.8 kN/m	Cumple
-Tramo 3:	Máximo: 2202.3 kN/m Calculado: 94.4 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
-Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
-Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
-Tramo 3:	Calculado: 140 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 18.8 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
-Tramo 3:		
-Trasdós:	Calculado: 13.8 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 4,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
- Tramo 1:		
- Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.0015	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00418	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
- Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
- Trasdós:	Mínimo: 0.00067	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Tramo 2:	Mínimo: 0.00055	
- Trasdós:	Calculado: 0.00075	Cumple
- Intradós:	Calculado: 0.00178	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00046 Calculado: 0.00053	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0005 Calculado: 0.00149	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 4,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
-Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00335	Cumple
-Tramo 2. Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
-Tramo 3. Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00233	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
-Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00335	Cumple
-Tramo 2. Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
-Tramo 3. Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00233	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
-Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2. Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
-Tramo 3. Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.0025	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
-Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2. Intradós (3.50 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00279	Cumple
-Tramo 3. Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005 Calculado: 0.0025	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 11.8 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 11 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 11 cm	Cumple
-Tramo 3:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 10 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 9 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 4,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
- Tramo 3:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 219.5 kN/m Calculado: 35.9 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 366 kN/m Calculado: 35.9 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 629.1 kN/m Calculado: 61.8 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.12 m Calculado: 1.15 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.44 m Calculado: 1.45 m	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 4,0m_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
- Base intradós:	Mínimo: 0.72 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Tramo 3:		
- Base trasdós:	Mínimo: 2.12 m Calculado: 2.15 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 1.06 m Calculado: 3 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 6.2 cm² Calculado: 6.2 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 6.50 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 6.50 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.50 m, Md: 114.88 kN·m/m, Nd: 39.73 kN/m, Vd: 35.91 kN/m, Tensión máxima del acero: 248.162 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 9.50 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 3.50 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 3.50 m
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.50 m, Md: 107.93 kN·m/m, Nd: 39.73 kN/m, Vd: 35.91 kN/m, Tensión máxima del acero: 153.135 MPa
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 6.50 m
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m
- Tramo 3 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 3.50 m, Md: 178.69 kN·m/m, Nd: 114.23 kN/m, Vd: 36.82 kN/m, Tensión máxima del acero: 67.173 MPa
- Tramo 3 -> Sección crítica a cortante: Cota: 1.33 m

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 4,0m_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 4,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 7.41	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 6.38	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 4.15	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 3.4	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 140 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0702 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.1031 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0702 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.097 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 0.52 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0.12 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 7.27 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 595.4 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 114.1 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 95.7 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 129.4 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 71 cm Calculado: 129.4 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 4,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø20	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø25	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: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 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: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00112	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0028	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00028 Calculado: 0.00095	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 4,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.0007 Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.0007 Calculado: 0.00112	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 5e-005 Calculado: 0.0028	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 30.09 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 411.82 kN·m/m

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 3

- A: TRASDÓS GENERAL
- B: TRASDÓS SIN ESPACIO

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 3. A: TRASDÓS GENERAL

Hipótesis I

Depósito lleno, soportando cargas hidrostáticas del agua contenida

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 3

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 6

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 7

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 7

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 6.80 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 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: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

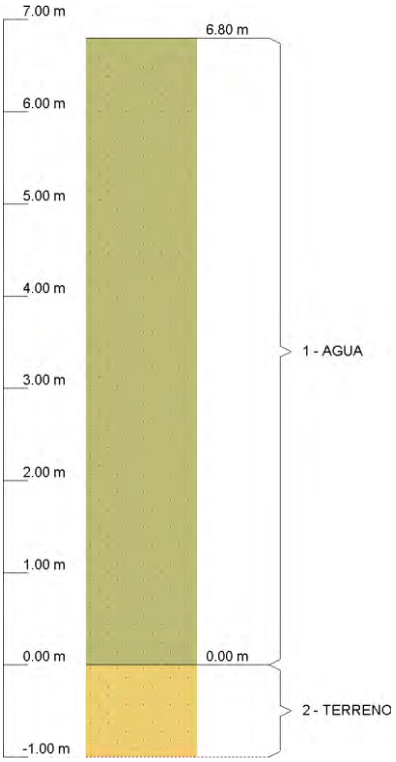
ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - AGUA	6.80 m	Densidad aparente: 12.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 5.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.84 Reposo intradós: 0.91
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
RELLENO TRADÓS	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 35.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.27 Reposo intradós: 0.43

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

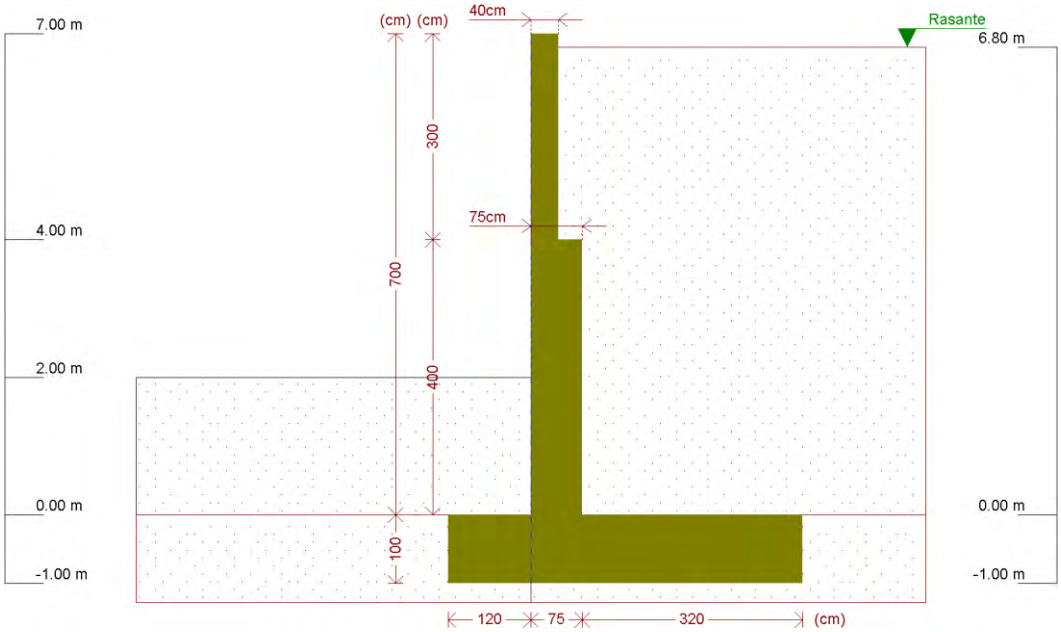
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
7.00 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
4.00 m	Altura: 4.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
Altura total: 7.00 m	

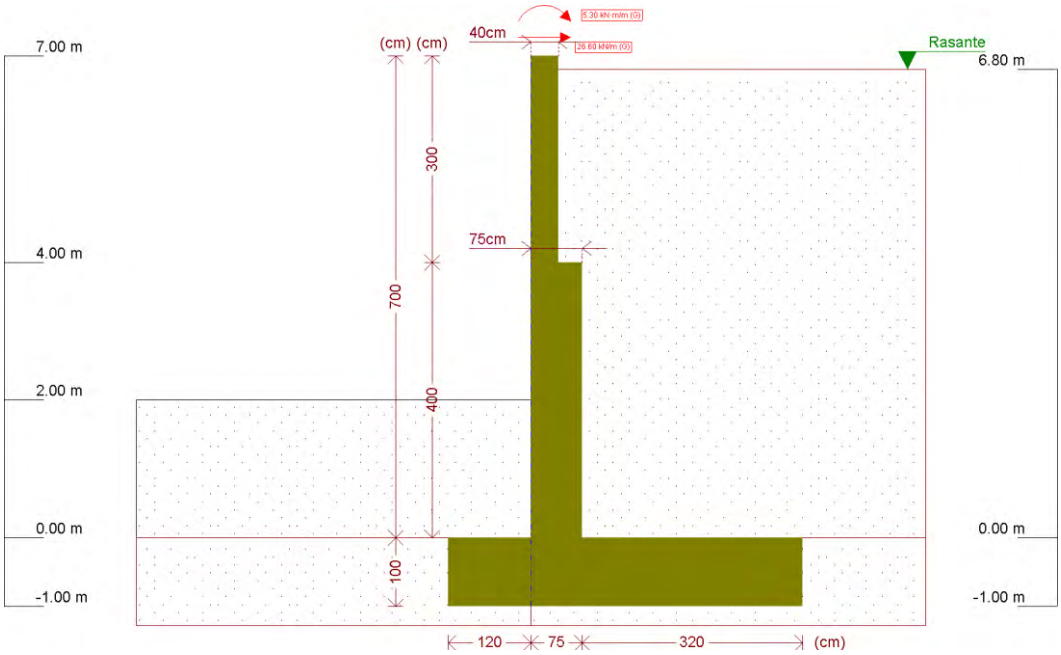
ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 100 cm Vuelos intradós / trasdós: 120.0 / 320.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 1: SIN CUBIERTA



Fase 2: Fase 3: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1: SIN CUBIERTA

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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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)
6.31	6.77	1.21	0.20	4.94	0.00
5.61	13.64	7.13	2.83	11.99	0.00
4.91	20.50	18.00	11.34	19.04	0.00
4.21	27.37	33.80	29.18	26.10	0.00
3.53	49.84	53.87	61.52	32.95	0.00
2.83	62.71	79.40	107.88	40.00	0.00
2.13	75.59	109.87	173.83	47.05	0.00
1.43	88.46	144.03	262.61	49.73	0.00
0.73	101.34	179.43	375.76	51.41	0.00
0.03	114.21	216.01	514.09	53.09	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	217.60 Cota: -0.00 m	520.60 Cota: -0.00 m	53.17 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.31	6.77	1.66	0.33	5.41	0.00
5.61	13.64	8.50	3.58	13.14	0.00
4.91	20.50	20.75	13.50	20.87	0.00
4.21	27.37	38.41	33.89	28.60	0.00
3.53	49.84	60.95	70.16	36.11	0.00
2.83	62.71	89.57	122.52	43.84	0.00
2.13	75.59	123.61	196.82	51.57	0.00
1.43	88.46	161.88	296.62	55.15	0.00
0.73	101.34	202.05	423.89	57.79	0.00
0.03	114.21	244.07	579.92	60.42	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	245.91 Cota: -0.00 m	587.27 Cota: -0.00 m	60.54 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

FASE 2: FASE 3: CON CUBIERTA

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)
7.00	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-25.39	-23.46	4.94	0.00
5.61	13.64	-19.47	-39.44	11.99	0.00
4.91	20.50	-8.60	-49.56	19.04	0.00
4.21	27.37	7.20	-50.34	26.10	0.00
3.53	49.84	27.27	-36.08	32.95	0.00
2.83	62.71	52.80	-8.35	40.00	0.00
2.13	75.59	83.27	38.99	47.05	0.00

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)
1.43	88.46	117.43	109.15	49.73	0.00
0.73	101.34	152.83	203.67	51.41	0.00
0.03	114.21	189.41	323.39	53.09	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	191.00 Cota: -0.00 m	329.10 Cota: -0.00 m	53.17 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.60 Cota: 7.00 m	-51.37 Cota: 4.50 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-24.94	-23.32	5.41	0.00
5.61	13.64	-18.10	-38.70	13.14	0.00
4.91	20.50	-5.85	-47.40	20.87	0.00
4.21	27.37	11.81	-45.63	28.60	0.00
3.53	49.84	34.35	-27.45	36.11	0.00
2.83	62.71	62.97	6.30	43.84	0.00
2.13	75.59	97.01	61.98	51.57	0.00
1.43	88.46	135.28	143.15	55.15	0.00
0.73	101.34	175.45	251.80	57.79	0.00
0.03	114.21	217.47	389.22	60.42	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	219.31 Cota: -0.00 m	395.77 Cota: -0.00 m	60.54 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.60 Cota: 7.00 m	-48.16 Cota: 4.65 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø16: inferior / 2Ø16 Estribos: Ø6c/15 Canto viga: 30 cm Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS

Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/20 Solape: 1.44 m	Ø12c/25	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25
2	Ø20c/20 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=1 m	Ø16c/25	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15

ZAPATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/20	Ø20c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 20 / 20 cm
Inferior	Ø16c/20	Ø16c/15 Patilla intradós / trasdós: 20 / 20 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 514.5 kN/m Calculado: 59.2 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 2735 kN/m Calculado: 326.4 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
-Tramo 1:		
-Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
-Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
-Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
-Trasdós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00178	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00134	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00766	Cumple
-Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00766	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00089	
- Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 3.7 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 222.9 kN/m Calculado: 45.6 kN/m	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2:	Máximo: 387.4 kN/m Calculado: 272.2 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.193 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.78 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 4 cm² Calculado: 4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.20 m, Md: -78.19 kN·m/m, Nd: 37.08 kN/m, Vd: -1.85 kN/m, Tensión máxima del acero: 227.714 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.34 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.50 m, Md: 625.01 kN·m/m, Nd: 111.45 kN/m, Vd: 286.98 kN/m, Tensión máxima del acero: 372.322 MPa - Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 0.69 m - Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 520.60 kN·m/m, N: 114.76 kN/m		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 1.93	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 1.72	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.5	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.33	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1059 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.2743 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1059 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.3168 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 17.87 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 5.96 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 451 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 305.7 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 226.3 kN/m	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 81.9 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 65.8 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 18 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- 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: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, 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: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00209	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00033 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00052 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00079 Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00181 Calculado: 0.00209	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 707.61 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 234.18 kN·m/m		

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 3. A: TRASDÓS GENERAL

Hipótesis II

Depósito vacío, soportando las cargas de tierras del trasdós

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 2

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 5

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 5

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 6

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 5.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 2.00 m

Enrase: Trasdós

Longitud del muro en planta: 10.00 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 %

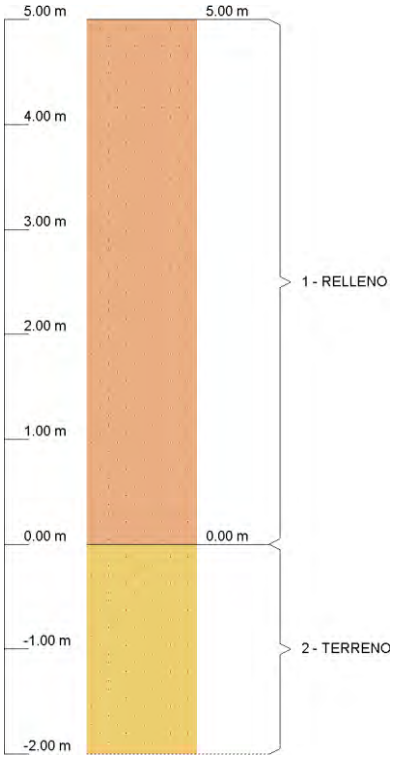
Tensión admisible: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - RELLENO	5.00 m	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 35.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.27 Reposo intradós: 0.43
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

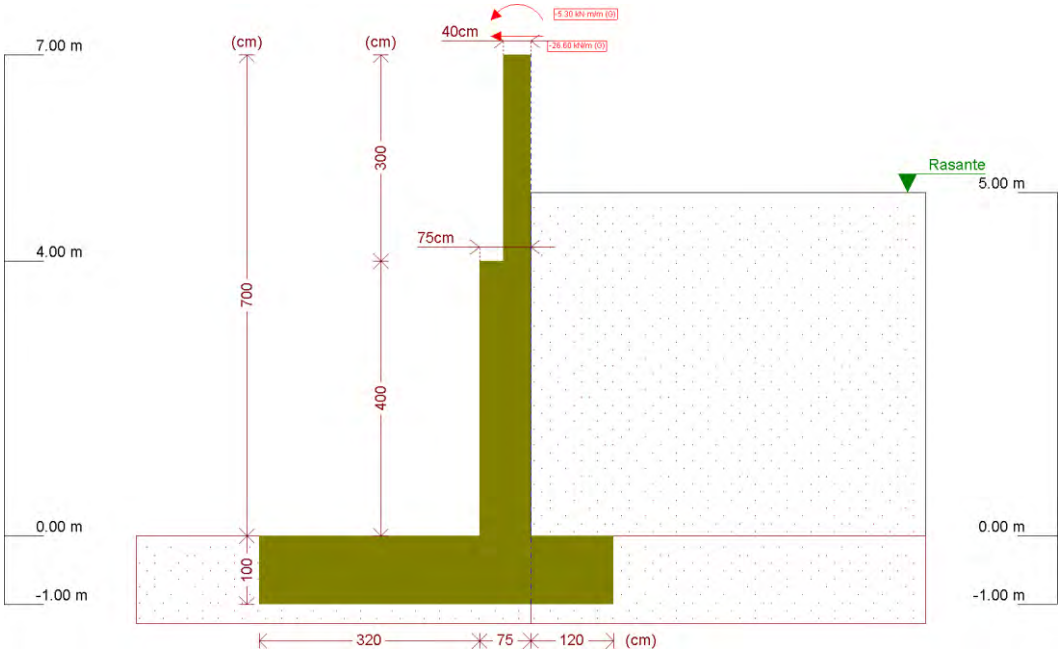
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
7.00 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
4.00 m	Altura: 4.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
Altura total: 7.00 m	

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 100 cm Vuelos intradós / trasdós: 320.0 / 120.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 2: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 2: CON CUBIERTA

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)
7.00	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	26.60	23.65	0.00	0.00
5.61	13.64	26.60	42.27	0.00	0.00
4.91	20.50	26.62	60.89	0.44	0.00
4.21	27.37	28.12	79.91	3.85	0.00
3.53	38.08	31.87	95.03	7.17	0.00
2.83	50.95	38.08	119.38	10.58	0.00
2.13	63.83	46.69	148.91	14.00	0.00
1.43	76.70	57.68	185.30	17.41	0.00
0.73	89.58	71.07	230.23	20.83	0.00
0.03	102.45	86.84	285.35	24.24	0.00
Máximos	103.01 Cota: -0.00 m	87.57 Cota: -0.00 m	287.97 Cota: -0.00 m	24.39 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	26.60 Cota: 7.00 m	5.30 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00

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)
6.31	6.77	26.94	23.77	0.00	0.00
5.61	13.64	27.28	42.75	0.00	0.00
4.91	20.50	27.65	61.97	0.50	0.00
4.21	27.37	29.69	81.88	4.36	0.00
3.53	38.08	34.46	98.37	8.11	0.00
2.83	50.95	42.13	125.02	11.97	0.00
2.13	63.83	52.50	157.98	15.83	0.00
1.43	76.70	65.57	199.15	19.69	0.00
0.73	89.58	81.35	250.42	23.55	0.00
0.03	102.45	99.83	313.67	27.41	0.00
Máximos	103.01 Cota: -0.00 m	100.68 Cota: -0.00 m	316.68 Cota: -0.00 m	27.57 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	26.60 Cota: 7.00 m	5.30 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø16: inferior / 2Ø16
Estribos: Ø6c/15
Canto viga: 30 cm
Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25	Ø16c/20 Solape: 1.44 m	Ø12c/25
2	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15	Ø20c/20 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=1 m	Ø16c/25

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/20	Ø20c/20 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: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 5,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
-Tramo 1:	Máximo: 589.2 kN/m Calculado: 39.5 kN/m	Cumple
-Tramo 2:	Máximo: 1691.5 kN/m Calculado: 127.3 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
-Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
-Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 23.4 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 5,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
- Tramo 1:		
- Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.0016	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
- Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
- Trasdós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00083 Calculado: 0.00107	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00059 Calculado: 0.00178	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00418	Cumple
- Trasdós (1.00 m):	Calculado: 0.00209	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
- Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00418	Cumple
- Trasdós (1.00 m):	Calculado: 0.00209	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00299	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 5,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós (1.00 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00201	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00299	
- Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
- Intradós (1.00 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 7 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 10 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 224.1 kN/m Calculado: 37.4 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 377.5 kN/m Calculado: 103.8 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.139 mm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 5,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.78 m Calculado: 1.44 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 1.3 m	
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.72 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 4 cm² Calculado: 4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.00 m, Md: 116.10 kN·m/m, Nd: 39.73 kN/m, Vd: 39.57 kN/m, Tensión máxima del acero: 346.629 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.34 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.15 m, Md: 385.31 kN·m/m, Nd: 135.33 kN/m, Vd: 121.96 kN/m, Tensión máxima del acero: 339.097 MPa
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 0.69 m
- Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 287.97 kN·m/m, N: 103.00 kN/m

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 5,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 5,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 3.05	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 2.74	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.99	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.72	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0654 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.0806 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0654 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.0904 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 1.97 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 9.72 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 451 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 25.5 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 19.6 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 156.8 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 124.7 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 24 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 48 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 5,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 12 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 18 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- 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: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, 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: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00157	Cumple
Cuantía mecánica mínima: - Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00033 Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 5,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00039 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00028 Calculado: 0.00157	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 79.51 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 380.24 kN·m/m

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 3. B: TRASDÓS SIN ESPACIO

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 3

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 6

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 7

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 7

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 6.80 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 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: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

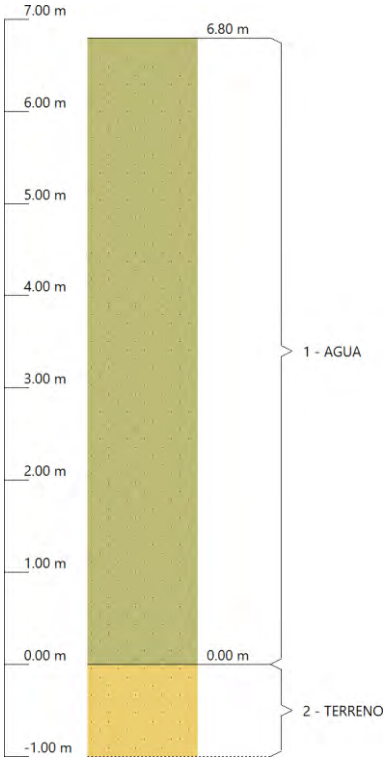
ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - AGUA	6.80 m	Densidad aparente: 12.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 5.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.84 Reposo intradós: 0.91
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
RELLENO CICLÓPEO	Densidad aparente: 22.56 kN/m³ Densidad sumergida: 10.79 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 45.00 grados Cohesión: 490.50 kN/m²	Activo trasdós: 0.17 Reposo intradós: 0.29

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

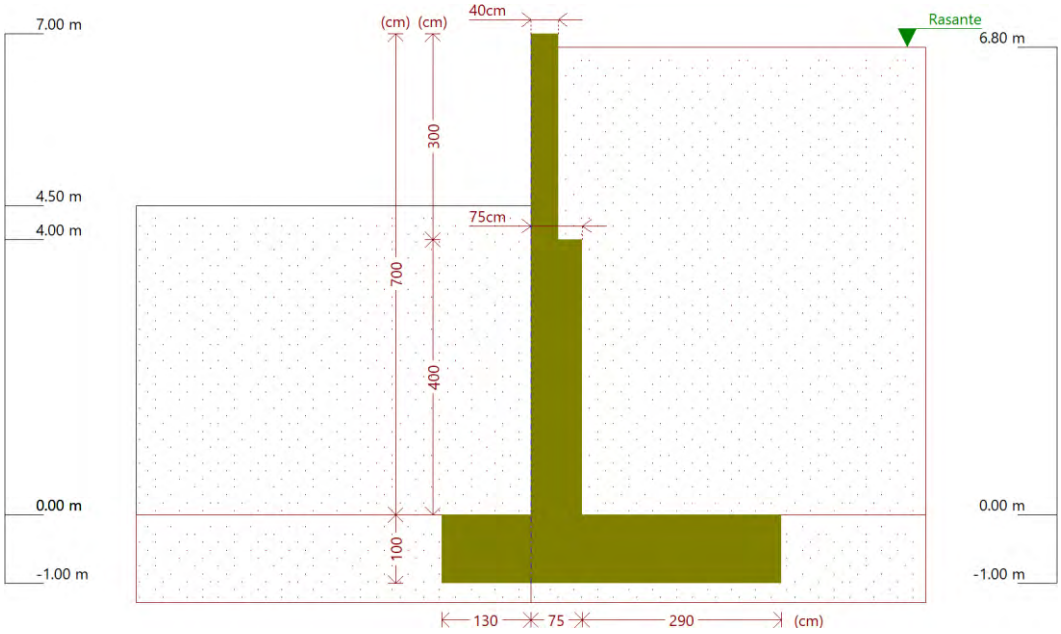
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
7.00 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
4.00 m	Altura: 4.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
Altura total: 7.00 m	

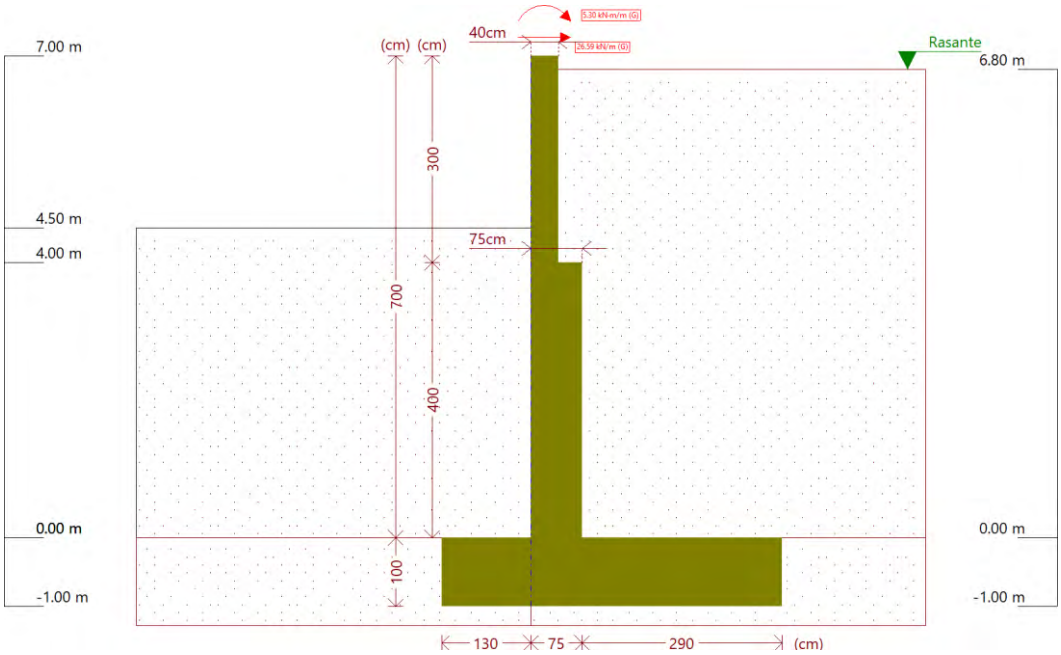
ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 100 cm Vuelos intradós / trasdós: 130.0 / 290.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 1: SIN CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 4,5 m



Fase 2: Fase 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 4,5 m

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1: SIN CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 4,5 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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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)
6.31	6.77	1.21	0.20	4.94	0.00
5.61	13.64	7.13	2.83	11.99	0.00
4.91	20.50	18.00	11.34	19.04	0.00
4.21	27.37	33.52	29.15	24.18	0.00
3.53	49.84	50.76	60.51	26.54	0.00
2.83	62.71	70.19	102.75	28.97	0.00
2.13	75.59	91.31	159.17	31.39	0.00
1.43	88.46	114.14	230.98	33.82	0.00
0.73	101.34	138.66	319.36	36.25	0.00
0.03	114.21	164.88	425.50	38.67	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	166.04 Cota: -0.00 m	430.46 Cota: -0.00 m	38.78 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.31	6.77	1.66	0.33	5.41	0.00
5.61	13.64	8.50	3.58	13.14	0.00
4.91	20.50	20.75	13.50	20.87	0.00
4.21	27.37	38.15	33.86	26.82	0.00
3.53	49.84	58.05	69.22	30.14	0.00
2.83	62.71	80.99	117.74	33.56	0.00
2.13	75.59	106.32	183.16	36.98	0.00
1.43	88.46	134.04	267.14	40.40	0.00
0.73	101.34	164.16	371.37	43.81	0.00
0.03	114.21	196.67	497.52	47.23	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	198.11 Cota: -0.00 m	503.44 Cota: -0.00 m	47.38 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

FASE 2: FASE 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 4,5 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)
7.00	0.00	-26.59	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-25.38	-23.44	4.94	0.00
5.61	13.64	-19.45	-39.42	11.99	0.00
4.91	20.50	-8.59	-49.52	19.04	0.00
4.21	27.37	6.93	-50.32	24.18	0.00
3.53	49.84	24.18	-37.04	26.54	0.00
2.83	62.71	43.60	-13.41	28.97	0.00
2.13	75.59	64.73	24.40	31.39	0.00

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)
1.43	88.46	87.55	77.60	33.82	0.00
0.73	101.34	112.08	147.37	36.25	0.00
0.03	114.21	138.30	234.91	38.67	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	139.46 Cota: -0.00 m	239.07 Cota: -0.00 m	38.78 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.59 Cota: 7.00 m	-51.33 Cota: 4.50 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	-26.59	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-24.92	-23.31	5.41	0.00
5.61	13.64	-18.08	-38.68	13.14	0.00
4.91	20.50	-5.84	-47.36	20.87	0.00
4.21	27.37	11.56	-45.61	26.82	0.00
3.53	49.84	31.46	-28.33	30.14	0.00
2.83	62.71	54.40	1.58	33.56	0.00
2.13	75.59	79.73	48.39	36.98	0.00
1.43	88.46	107.45	113.77	40.40	0.00
0.73	101.34	137.57	199.38	43.81	0.00
0.03	114.21	170.08	306.92	47.23	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	171.53 Cota: -0.00 m	312.05 Cota: -0.00 m	47.38 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.59 Cota: 7.00 m	-48.13 Cota: 4.65 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior / 2Ø16: inferior / 2Ø16 Estribos: Ø6c/15 Canto viga: 30 cm Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/20 Solape: 1.44 m	Ø12c/25	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25
2	Ø20c/20 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=1 m	Ø16c/20	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/20	Ø20c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 20 / 20 cm
Inferior	Ø16c/20	Ø16c/15 Patilla intradós / trasdós: 20 / 20 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m TR3_AGUA_RELL.CICLOP4,5m_CUBIERTA 70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 514.5 kN/m Calculado: 58 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 2735 kN/m Calculado: 249 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m TR3_AGUA_RELL.CICLOP4,5m_CUBIERTA 70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
-Tramo 1:		
-Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
-Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
-Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
-Trasdós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00178	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00134	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00766	Cumple
-Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00766	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m TR3_AGUA_RELL.CICLOP4,5m_CUBIERTA 70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00089	
- Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 3.7 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 222.9 kN/m Calculado: 45.5 kN/m	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m TR3_AGUA_RELL.CICLOP4,5m_CUBIERTA 70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2:	Máximo: 387.4 kN/m Calculado: 210.1 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.148 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.78 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 4 cm² Calculado: 4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.20 m, Md: -78.16 kN·m/m, Nd: 37.08 kN/m, Vd: -2.13 kN/m, Tensión máxima del acero: 227.618 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.34 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m TR3_AGUA_RELL.CICLOP4,5m_CUBIERTA 70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.50 m, Md: 525.75 kN·m/m, Nd: 111.45 kN/m, Vd: 220.63 kN/m, Tensión máxima del acero: 309.550 MPa - Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 0.69 m - Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 430.46 kN·m/m, N: 114.76 kN/m		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m TR3_AGUA_RELL.CICLOP4,5m_CUBIERTA 70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 2.07	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 1.83	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.97	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.73	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1221 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.2946 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1221 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.3387 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 13.77 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 5.02 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 451 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 252.2 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 192.4 kN/m	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m TR3_AGUA_RELL.CICLOP4,5m_CUBIERTA 70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 84.7 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 72.1 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 18 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- 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: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, 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: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m TR3_AGUA_RELL.CICLOP4,5m_CUBIERTA 70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00209	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00033 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00052 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00068 Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00155 Calculado: 0.00209	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 547.85 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 197.59 kN·m/m		

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 3

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 6

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 7

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 7

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 6.80 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 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: 3.06 kp/cm²

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

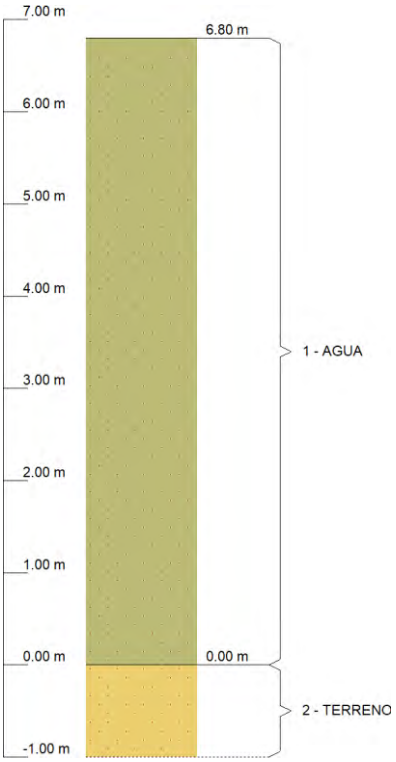
ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - AGUA	6.80 m	Densidad aparente: 1.22 kg/dm³ Densidad sumergida: 1.12 kg/dm³ Ángulo rozamiento interno: 5.00 grados Cohesión: 0.00 t/m²	Activo trasdós: 0.84 Reposo intradós: 0.91
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 2.04 kg/dm³ Densidad sumergida: 1.12 kg/dm³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 1.02 t/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
RELLENO CICLÓPEO	Densidad aparente: 2.30 kg/dm³ Densidad sumergida: 1.10 kg/dm³ Ángulo rozamiento interno: 45.00 grados Cohesión: 0.00 t/m²	Activo trasdós: 0.17 Reposo intradós: 0.29

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

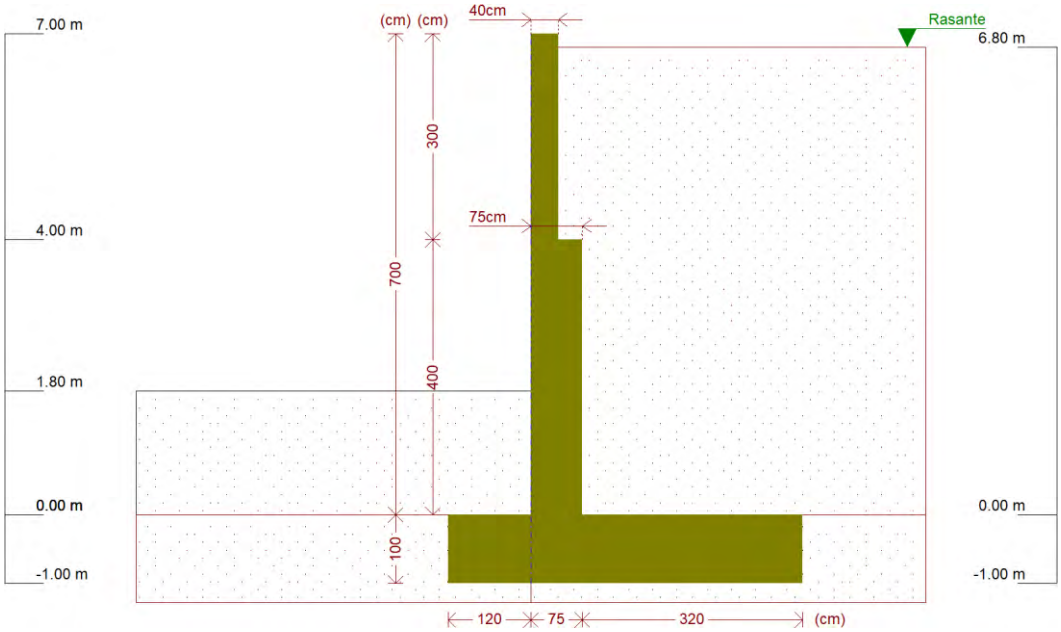
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
7.00 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
4.00 m	Altura: 4.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
Altura total: 7.00 m	

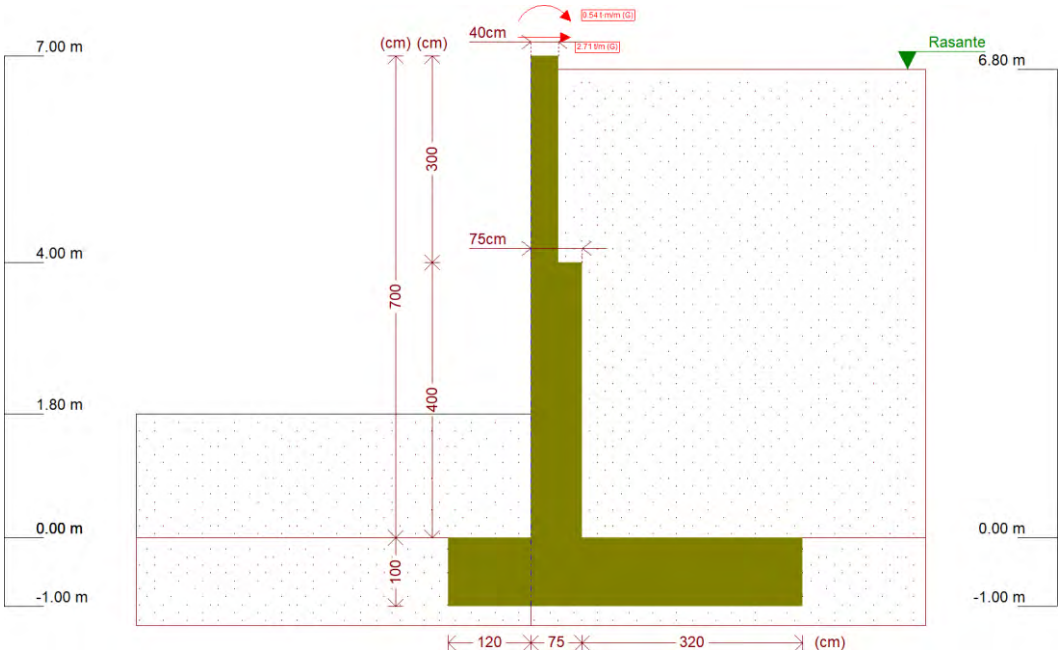
ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 100 cm Vuelos intradós / trasdós: 120.0 / 320.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 1: SIN CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 1,8 m



Fase 2: Fase 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 1,8 m

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1: SIN CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 1,8 M

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
6.31	0.69	0.12	0.02	0.50	0.00
5.61	1.39	0.73	0.29	1.22	0.00
4.91	2.09	1.83	1.16	1.94	0.00
4.21	2.79	3.44	2.97	2.66	0.00
3.53	5.08	5.49	6.27	3.36	0.00
2.83	6.39	8.09	11.00	4.08	0.00
2.13	7.71	11.20	17.72	4.80	0.00
1.43	9.02	14.76	26.79	5.27	0.00
0.73	10.33	18.54	38.43	5.51	0.00
0.03	11.64	22.48	52.78	5.76	0.00
Máximos	11.70 Cota: -0.00 m	22.66 Cota: -0.00 m	53.46 Cota: -0.00 m	5.77 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.31	0.69	0.17	0.03	0.55	0.00
5.61	1.39	0.87	0.36	1.34	0.00
4.91	2.09	2.12	1.38	2.13	0.00
4.21	2.79	3.92	3.45	2.92	0.00
3.53	5.08	6.21	7.15	3.68	0.00
2.83	6.39	9.13	12.49	4.47	0.00
2.13	7.71	12.60	20.06	5.26	0.00
1.43	9.02	16.58	30.25	5.81	0.00
0.73	10.33	20.84	43.33	6.16	0.00
0.03	11.64	25.34	59.48	6.51	0.00
Máximos	11.70 Cota: -0.00 m	25.53 Cota: -0.00 m	60.24 Cota: -0.00 m	6.52 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

FASE 2: FASE 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 1,8 M

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
7.00	0.00	-2.71	-0.54	0.00	0.00
6.31	0.69	-2.59	-2.39	0.50	0.00
5.61	1.39	-1.98	-4.02	1.22	0.00
4.91	2.09	-0.88	-5.05	1.94	0.00
4.21	2.79	0.73	-5.13	2.66	0.00
3.53	5.08	2.78	-3.67	3.36	0.00
2.83	6.39	5.38	-0.84	4.08	0.00
2.13	7.71	8.49	3.98	4.80	0.00

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
1.43	9.02	12.05	11.15	5.27	0.00
0.73	10.33	15.83	20.90	5.51	0.00
0.03	11.64	19.77	33.35	5.76	0.00
Máximos	11.70 Cota: -0.00 m	19.95 Cota: -0.00 m	33.95 Cota: -0.00 m	5.77 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-2.71 Cota: 7.00 m	-5.23 Cota: 4.50 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
7.00	0.00	-2.71	-0.54	0.00	0.00
6.31	0.69	-2.54	-2.38	0.55	0.00
5.61	1.39	-1.84	-3.94	1.34	0.00
4.91	2.09	-0.59	-4.83	2.13	0.00
4.21	2.79	1.21	-4.65	2.92	0.00
3.53	5.08	3.50	-2.79	3.68	0.00
2.83	6.39	6.42	0.65	4.47	0.00
2.13	7.71	9.89	6.33	5.26	0.00
1.43	9.02	13.87	14.62	5.81	0.00
0.73	10.33	18.13	25.80	6.16	0.00
0.03	11.64	22.63	40.05	6.51	0.00
Máximos	11.70 Cota: -0.00 m	22.82 Cota: -0.00 m	40.73 Cota: -0.00 m	6.52 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-2.71 Cota: 7.00 m	-4.91 Cota: 4.65 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior / 2Ø16: inferior / 2Ø16 Estribos: Ø6c/15 Canto viga: 30 cm Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/20 Solape: 1.44 m	Ø12c/25	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25
2	Ø20c/20 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=1 m	Ø16c/25	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/20	Ø20c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 20 / 20 cm
Inferior	Ø16c/20	Ø16c/15 Patilla intradós / trasdós: 20 / 20 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO CICLOPEO 1,8m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 52.45 t/m Calculado: 6.03 t/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 278.8 t/m Calculado: 33.98 t/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO CICLOPEO 1,8m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
-Tramo 1:		
-Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
-Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
-Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
-Trasdós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00178	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00134	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00766	Cumple
-Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00766	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO CICLOPEO 1,8m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00089	
- Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 3.7 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 22.72 t/m Calculado: 4.65 t/m	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO CICLOPEO 1,8m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2:	Máximo: 39.49 t/m Calculado: 28.13 t/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.195 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.78 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 4 cm² Calculado: 4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.20 m, Md: -7.96 t·m/m, Nd: 3.78 t/m, Vd: -0.19 t/m, Tensión máxima del acero: 2.319 t/cm²
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.34 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO CICLOPEO 1,8m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.50 m, Md: 64.00 t·m/m, Nd: 11.36 t/m, Vd: 29.72 t/m, Tensión máxima del acero: 3.814 t/cm²		
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 0.69 m		
- Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 53.46 t·m/m, N: 11.70 t/m		
Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO CICLOPEO 1,8m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 1.93	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 1.71	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.5	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.33	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 3.058 kp/cm² Calculado: 1.09 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 3.822 kp/cm² Calculado: 2.87 kp/cm²	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 3.058 kp/cm² Calculado: 1.09 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 4.587 kp/cm² Calculado: 3.316 kp/cm²	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 18.04 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 6 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 45.97 t/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 31.55 t/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 23.3 t/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 8.45 t/m	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO CICLOPEO 1,8m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 6.8 t/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 18 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- 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: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, 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: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO CICLOPEO 1,8m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00209	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00033 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00052 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.0008 Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00182 Calculado: 0.00209	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 72.79 t·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 24.06 t·m/m		

12. MEDICIÓN

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15					Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			21x9.86 21x15.56			207.06 326.81
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)				71x4.74 71x11.69		336.54 829.96
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			27x9.86 27x15.56			266.22 420.18
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)			51x3.22 51x5.08			164.22 259.19
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		13x9.86 13x8.75				128.18 113.80
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)			41x3.22 41x5.08			132.02 208.37
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		13x9.86 13x8.75				128.18 113.80
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)			2x9.86 2x15.56			19.72 31.12
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)			2x9.86 2x15.56			19.72 31.12
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)	67x1.18 67x0.26					79.06 17.54
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)			67x5.39 67x8.51			361.13 569.98
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			26x9.86 26x15.56			256.36 404.62
Armadura superior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)				67x5.39 67x13.29		361.13 890.60
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			26x9.86 26x15.56			256.36 404.62

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15					Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)			34x4.60 34x7.26			156.40 246.85
Arranques	Longitud (m) Peso (kg)			41x1.71 41x2.70			70.11 110.66
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (kg)			34x1.79 34x2.83			60.86 96.06
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)				72x2.49 72x6.14		179.28 442.13
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)					70x2.59 70x9.98	181.30 698.62
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	79.06 17.54	256.36 227.60	1970.18 3109.58	876.95 2162.69	181.30 698.62	 6216.03
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	86.97 19.29	282.00 250.36	2167.20 3420.54	964.65 2378.96	199.43 768.48	 6837.63

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)						Hormigón (m³)	
Elemento	Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: Muro	19.29	250.36	3420.54	2378.96	768.48	6837.63	93.50	5.15
Totales	19.29	250.36	3420.54	2378.96	768.48	6837.63	93.50	5.15

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	3
6. GEOMETRÍA	3
7. ESQUEMA DE LAS FASES	3
8. RESULTADOS DE LAS FASES	4
9. COMBINACIONES	6
10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	7
11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	7

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 6.80 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 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: 3.06 kp/cm²

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

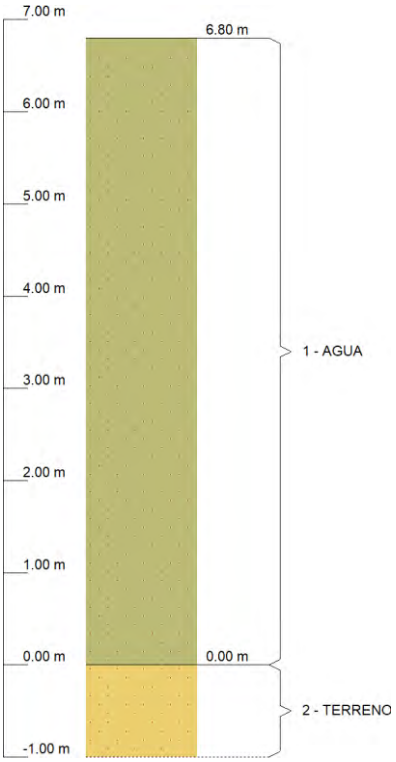
ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - AGUA	6.80 m	Densidad aparente: 1.22 kg/dm³ Densidad sumergida: 1.12 kg/dm³ Ángulo rozamiento interno: 5.00 grados Cohesión: 0.00 t/m²	Activo trasdós: 0.84 Reposo intradós: 0.91
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 2.04 kg/dm³ Densidad sumergida: 1.12 kg/dm³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 1.02 t/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
RELLENO CICLÓPEO	Densidad aparente: 2.00 kg/dm³ Densidad sumergida: 1.10 kg/dm³ Ángulo rozamiento interno: 45.00 grados Cohesión: 0.00 t/m²	Activo trasdós: 0.17 Reposo intradós: 0.29

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

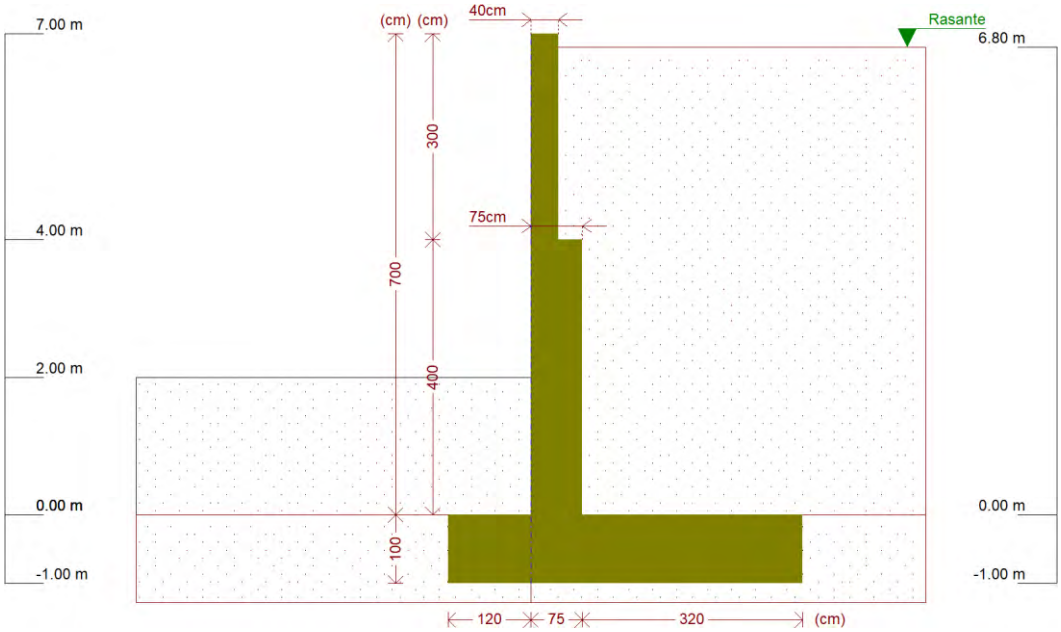
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
7.00 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
4.00 m	Altura: 4.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
Altura total: 7.00 m	

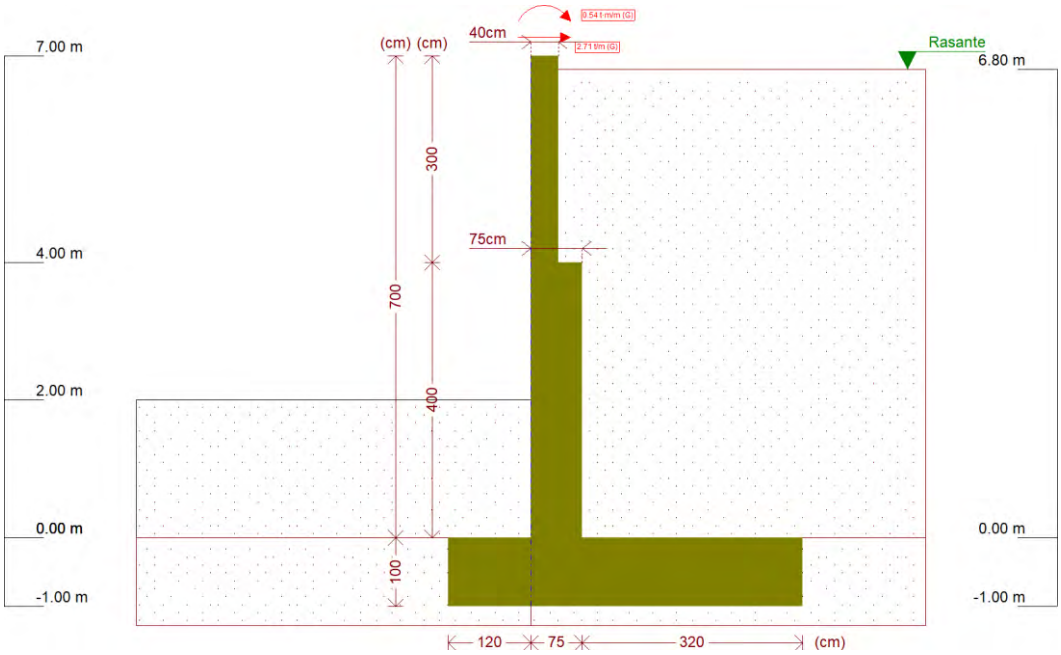
ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 100 cm Vuelos intradós / trasdós: 120.0 / 320.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 1: SIN CUBIERTA Y CON RELLENO 2 m_45º_2T/m3



Fase 2: Fase 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO 2 m_45º_2T/m3

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1: SIN CUBIERTA Y CON RELLENO 2 M_45º_2T/M3

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
6.31	0.69	0.12	0.02	0.50	0.00
5.61	1.39	0.73	0.29	1.22	0.00
4.91	2.09	1.83	1.16	1.94	0.00
4.21	2.79	3.44	2.97	2.66	0.00
3.53	5.08	5.49	6.27	3.36	0.00
2.83	6.39	8.09	11.00	4.08	0.00
2.13	7.71	11.20	17.72	4.80	0.00
1.43	9.02	14.71	26.78	5.18	0.00
0.73	10.33	18.45	38.37	5.49	0.00
0.03	11.64	22.40	52.66	5.80	0.00
Máximos	11.70 Cota: -0.00 m	22.58 Cota: -0.00 m	53.33 Cota: -0.00 m	5.81 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.31	0.69	0.17	0.03	0.55	0.00
5.61	1.39	0.87	0.36	1.34	0.00
4.91	2.09	2.12	1.38	2.13	0.00
4.21	2.79	3.92	3.45	2.92	0.00
3.53	5.08	6.21	7.15	3.68	0.00
2.83	6.39	9.13	12.49	4.47	0.00
2.13	7.71	12.60	20.06	5.26	0.00
1.43	9.02	16.53	30.24	5.73	0.00
0.73	10.33	20.75	43.28	6.14	0.00
0.03	11.64	25.26	59.37	6.55	0.00
Máximos	11.70 Cota: -0.00 m	25.46 Cota: -0.00 m	60.13 Cota: -0.00 m	6.56 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

FASE 2: FASE 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO 2 M_45º_2T/M3

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
7.00	0.00	-2.71	-0.54	0.00	0.00
6.31	0.69	-2.59	-2.39	0.50	0.00
5.61	1.39	-1.98	-4.02	1.22	0.00
4.91	2.09	-0.88	-5.05	1.94	0.00
4.21	2.79	0.73	-5.13	2.66	0.00
3.53	5.08	2.78	-3.67	3.36	0.00
2.83	6.39	5.38	-0.84	4.08	0.00
2.13	7.71	8.49	3.98	4.80	0.00

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
1.43	9.02	12.00	11.14	5.18	0.00
0.73	10.33	15.74	20.84	5.49	0.00
0.03	11.64	19.69	33.23	5.80	0.00
Máximos	11.70 Cota: -0.00 m	19.87 Cota: -0.00 m	33.82 Cota: -0.00 m	5.81 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-2.71 Cota: 7.00 m	-5.23 Cota: 4.50 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

Cota (m)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)	Presión hidrostática (t/m²)
7.00	0.00	-2.71	-0.54	0.00	0.00
6.31	0.69	-2.54	-2.38	0.55	0.00
5.61	1.39	-1.84	-3.94	1.34	0.00
4.91	2.09	-0.59	-4.83	2.13	0.00
4.21	2.79	1.21	-4.65	2.92	0.00
3.53	5.08	3.50	-2.79	3.68	0.00
2.83	6.39	6.42	0.65	4.47	0.00
2.13	7.71	9.89	6.33	5.26	0.00
1.43	9.02	13.82	14.61	5.73	0.00
0.73	10.33	18.04	25.74	6.14	0.00
0.03	11.64	22.55	39.94	6.55	0.00
Máximos	11.70 Cota: -0.00 m	22.75 Cota: -0.00 m	40.62 Cota: -0.00 m	6.56 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-2.71 Cota: 7.00 m	-4.91 Cota: 4.65 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø16: inferior / 2Ø16 Estribos: Ø6c/15 Canto viga: 30 cm Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS

Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/20 Solape: 1.44 m	Ø12c/25	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25
2	Ø20c/20 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=1 m	Ø16c/25	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15

ZAPATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/20	Ø20c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 20 / 20 cm
Inferior	Ø16c/20	Ø16c/15 Patilla intradós / trasdós: 20 / 20 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m 45º_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 52.45 t/m Calculado: 6.03 t/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 278.8 t/m Calculado: 33.86 t/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
-Tramo 1:		
-Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
-Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
-Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
-Trasdós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00178	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00134	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00766	Cumple
-Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00766	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00089	
- Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 3.7 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 22.72 t/m Calculado: 4.65 t/m	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2:	Máximo: 39.49 t/m Calculado: 28 t/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.194 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.78 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 4 cm² Calculado: 4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.20 m, Md: -7.96 t·m/m, Nd: 3.78 t/m, Vd: -0.19 t/m, Tensión máxima del acero: 2.319 t/cm²
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.34 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.50 m, Md: 63.88 t·m/m, Nd: 11.36 t/m, Vd: 29.59 t/m, Tensión máxima del acero: 3.806 t/cm²		
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 0.69 m		
- Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 53.33 t·m/m, N: 11.70 t/m		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 1.93	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 1.72	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.5	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.33	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 3.058 kp/cm² Calculado: 1.087 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 3.822 kp/cm² Calculado: 2.85 kp/cm²	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 3.058 kp/cm² Calculado: 1.087 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 4.587 kp/cm² Calculado: 3.293 kp/cm²	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 18 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 5.99 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 45.97 t/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 31.45 t/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 23.24 t/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 8.42 t/m	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 6.78 t/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 18 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- 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: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, 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: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 2m 45º_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00209	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00033 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00052 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.0008 Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00181 Calculado: 0.00209	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 72.63 t·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 24.02 t·m/m		

12. MEDICIÓN

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15					Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			21x9.86 21x15.56			207.06 326.81
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)				71x4.74 71x11.69		336.54 829.96
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			27x9.86 27x15.56			266.22 420.18
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)			51x3.22 51x5.08			164.22 259.19
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		13x9.86 13x8.75				128.18 113.80
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)			41x3.22 41x5.08			132.02 208.37
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		13x9.86 13x8.75				128.18 113.80
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)			2x9.86 2x15.56			19.72 31.12
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)			2x9.86 2x15.56			19.72 31.12
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)	67x1.18 67x0.26					79.06 17.54
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)			67x5.39 67x8.51			361.13 569.98
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			26x9.86 26x15.56			256.36 404.62
Armadura superior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)				67x5.39 67x13.29		361.13 890.60
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			26x9.86 26x15.56			256.36 404.62

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15					Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	
Armado base transversal	Longitud (m)			34x4.60			156.40
	Peso (kg)			34x7.26			246.85
Arranques	Longitud (m)			41x1.71			70.11
	Peso (kg)			41x2.70			110.66
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)			34x1.79			60.86
	Peso (kg)			34x2.83			96.06
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)				72x2.49		179.28
	Peso (kg)				72x6.14		442.13
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)					70x2.59	181.30
	Peso (kg)					70x9.98	698.62
Totales	Longitud (m)	79.06	256.36	1970.18	876.95	181.30	
	Peso (kg)	17.54	227.60	3109.58	2162.69	698.62	6216.03
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	86.97	282.00	2167.20	964.65	199.43	
	Peso (kg)	19.29	250.36	3420.54	2378.96	768.48	6837.63

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)						Hormigón (m³)	
Elemento	Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: Muro	19.29	250.36	3420.54	2378.96	768.48	6837.63	93.50	5.15
Totales	19.29	250.36	3420.54	2378.96	768.48	6837.63	93.50	5.15

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 4

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 3

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 6

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 7

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 7

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 6.80 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 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: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

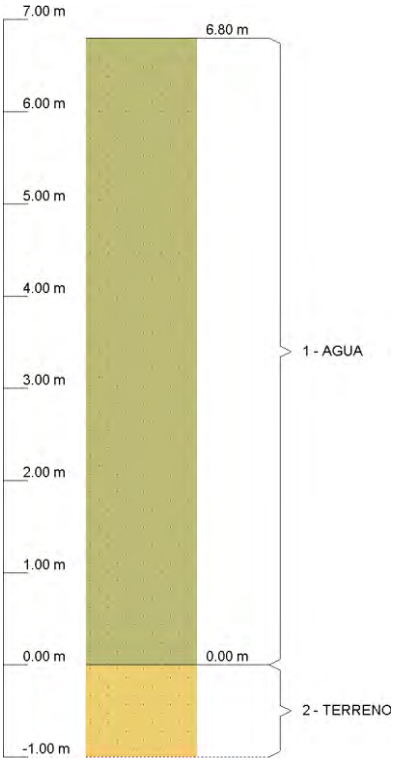
ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - AGUA	6.80 m	Densidad aparente: 12.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 5.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.84 Reposo intradós: 0.91
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
RELLENO TRADÓS	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 35.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.27 Reposo intradós: 0.43

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

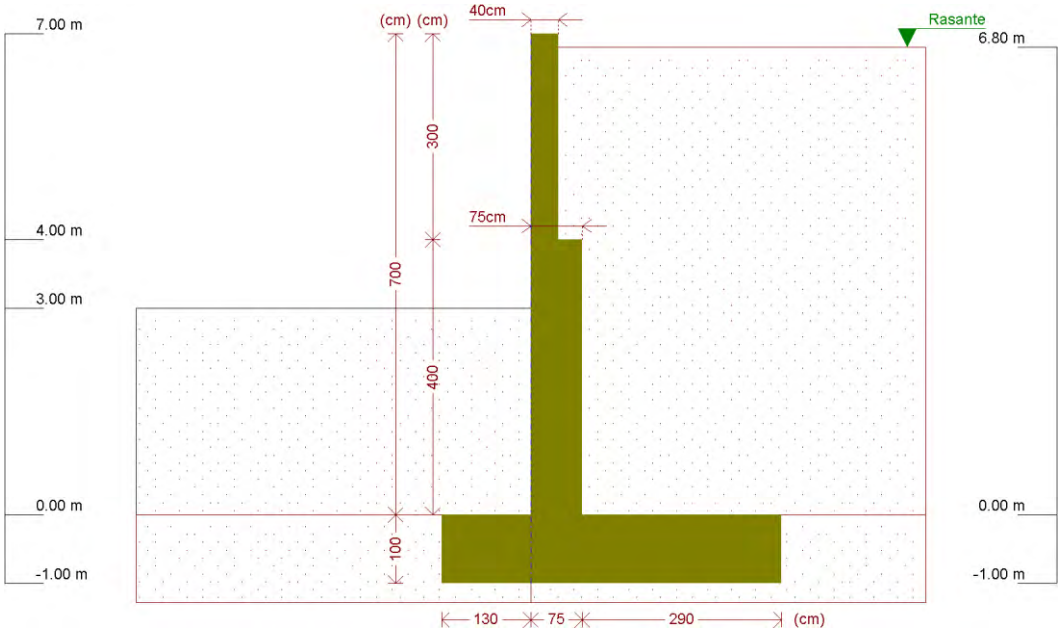
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
7.00 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
4.00 m	Altura: 4.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
Altura total: 7.00 m	

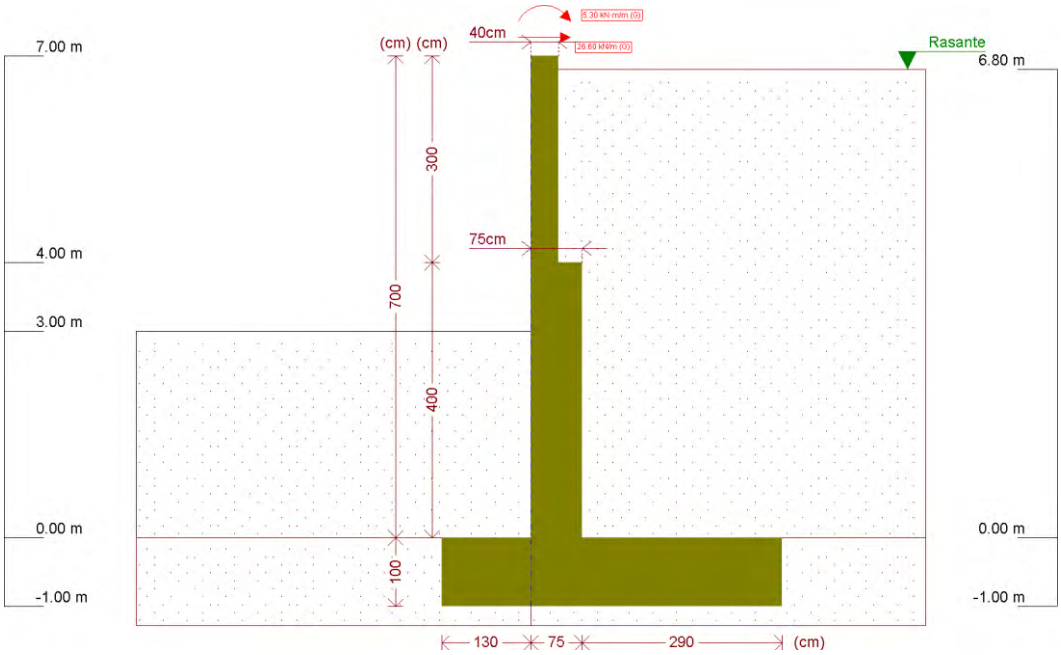
ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 100 cm Vuelos intradós / trasdós: 130.0 / 290.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 1: SIN CUBIERTA



Fase 2: Fase 3: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1: SIN CUBIERTA

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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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)
6.31	6.77	1.21	0.20	4.94	0.00
5.61	13.64	7.13	2.83	11.99	0.00
4.91	20.50	18.00	11.34	19.04	0.00
4.21	27.37	33.80	29.18	26.10	0.00
3.53	49.84	53.87	61.52	32.95	0.00
2.83	62.71	79.29	107.87	38.70	0.00
2.13	75.59	106.97	172.99	40.38	0.00
1.43	88.46	135.82	257.90	42.06	0.00
0.73	101.34	165.85	363.41	43.74	0.00
0.03	114.21	197.05	490.36	45.42	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	198.42 Cota: -0.00 m	496.29 Cota: -0.00 m	45.49 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.31	6.77	1.66	0.33	5.41	0.00
5.61	13.64	8.50	3.58	13.14	0.00
4.91	20.50	20.75	13.50	20.87	0.00
4.21	27.37	38.41	33.89	28.60	0.00
3.53	49.84	60.95	70.16	36.11	0.00
2.83	62.71	89.47	122.52	42.60	0.00
2.13	75.59	120.86	196.02	45.24	0.00
1.43	88.46	154.09	292.15	47.88	0.00
0.73	101.34	189.17	412.18	50.51	0.00
0.03	114.21	226.10	557.42	53.15	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	227.72 Cota: -0.00 m	564.22 Cota: -0.00 m	53.26 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

FASE 2: FASE 3: CON CUBIERTA

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)
7.00	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-25.39	-23.46	4.94	0.00
5.61	13.64	-19.47	-39.44	11.99	0.00
4.91	20.50	-8.60	-49.56	19.04	0.00
4.21	27.37	7.20	-50.34	26.10	0.00
3.53	49.84	27.27	-36.08	32.95	0.00
2.83	62.71	52.69	-8.35	38.70	0.00
2.13	75.59	80.37	38.15	40.38	0.00

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)
1.43	88.46	109.22	104.44	42.06	0.00
0.73	101.34	139.25	191.33	43.74	0.00
0.03	114.21	170.45	299.66	45.42	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	171.82 Cota: -0.00 m	304.79 Cota: -0.00 m	45.49 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.60 Cota: 7.00 m	-51.37 Cota: 4.50 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-24.94	-23.32	5.41	0.00
5.61	13.64	-18.10	-38.70	13.14	0.00
4.91	20.50	-5.85	-47.40	20.87	0.00
4.21	27.37	11.81	-45.63	28.60	0.00
3.53	49.84	34.35	-27.45	36.11	0.00
2.83	62.71	62.87	6.29	42.60	0.00
2.13	75.59	94.26	61.18	45.24	0.00
1.43	88.46	127.49	138.68	47.88	0.00
0.73	101.34	162.57	240.10	50.51	0.00
0.03	114.21	199.50	366.72	53.15	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	201.12 Cota: -0.00 m	372.72 Cota: -0.00 m	53.26 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.60 Cota: 7.00 m	-48.16 Cota: 4.65 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø16: inferior / 2Ø16 Estribos: Ø6c/15 Canto viga: 30 cm Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS

Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/12.5 Solape: 1.44 m	Ø12c/25	Ø12c/15 Solape: 0.8 m	Ø12c/25
2	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15

ZAPATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/20	Ø20c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 20 / 20 cm
Inferior	Ø16c/20	Ø20c/20 Patilla intradós / trasdós: 20 / 20 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 3m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 498.7 kN/m Calculado: 59.2 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 2581.6 kN/m Calculado: 297.6 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 3m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
-Tramo 1:		
-Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
-Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
-Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
-Trasdós:	Mínimo: 0.00037	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Mínimo: 0.00143 Calculado: 0.00178	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00134	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00188	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00715	Cumple
-Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00188	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00715	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 3m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00089	
- Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 12.6 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 4.2 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 223.8 kN/m Calculado: 45.5 kN/m	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 3m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2:	Máximo: 378.9 kN/m Calculado: 251.3 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.198 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.58 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 4 cm² Calculado: 4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.2 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.20 m, Md: -78.19 kN·m/m, Nd: 37.08 kN/m, Vd: -1.85 kN/m, Tensión máxima del acero: 227.680 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.34 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 3m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.50 m, Md: 601.51 kN·m/m, Nd: 111.45 kN/m, Vd: 263.96 kN/m, Tensión máxima del acero: 406.391 MPa - Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 0.69 m - Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 496.29 kN·m/m, N: 114.76 kN/m		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 3m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 1.88	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 1.66	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.6	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.41	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1096 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.2898 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1096 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.3396 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 15.33 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 6.59 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 451 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 281 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 206.5 kN/m	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 3m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 108.5 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 89.3 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 89.4 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 89.4 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 18 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	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: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 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: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 3m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00157	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00209	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00039 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00052 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00087 Calculado: 0.00157	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00166 Calculado: 0.00209	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 608.89 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 258.95 kN·m/m		

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 2

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 5

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 5

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 6

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 6.50 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.50 m

Enrase: Trasdós

Longitud del muro en planta: 10.00 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 %

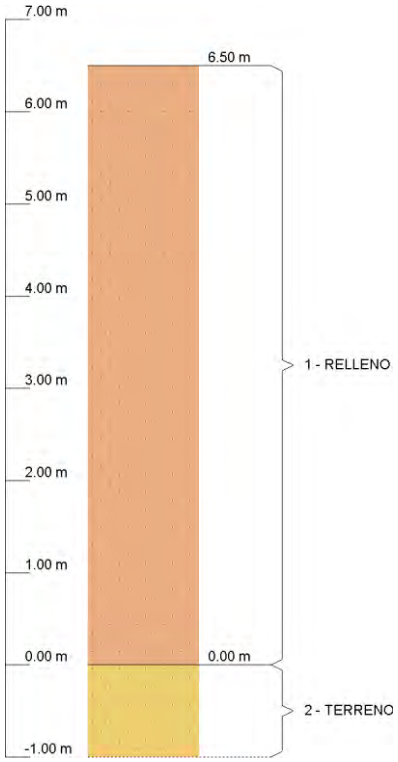
Tensión admisible: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - RELLENO	6.50 m	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 35.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.27 Reposo intradós: 0.43
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

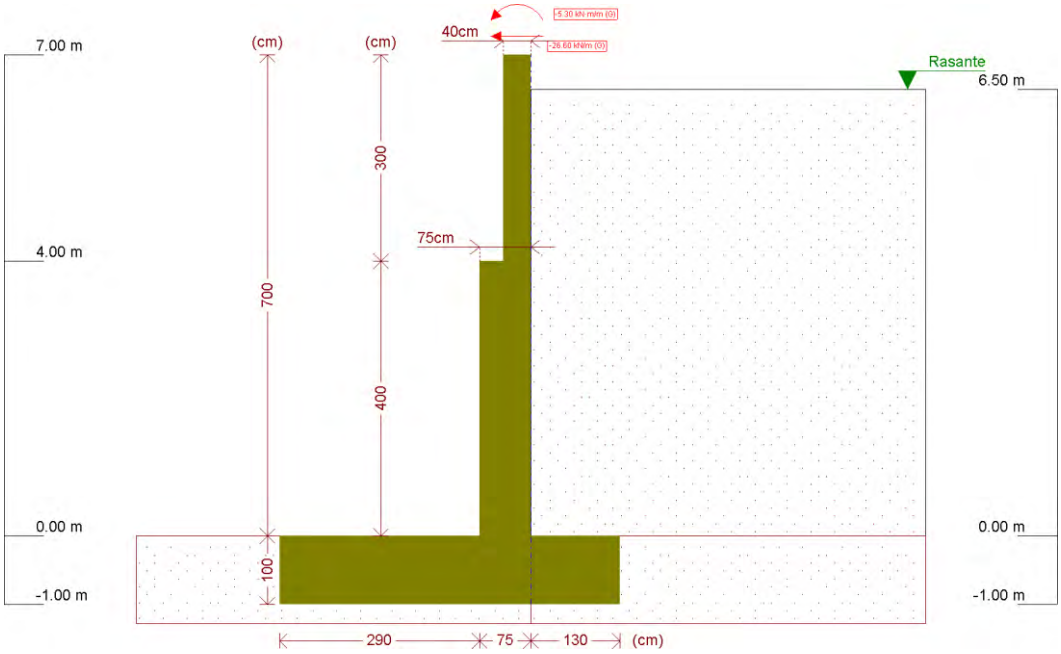
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
7.00 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
4.00 m	Altura: 4.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
Altura total: 7.00 m	

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 100 cm Vuelos intradós / trasdós: 290.0 / 130.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 2: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 2: CON CUBIERTA

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)
7.00	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	26.69	23.66	0.93	0.00
5.61	13.64	28.53	42.85	4.34	0.00
4.91	20.50	32.77	64.16	7.76	0.00
4.21	27.37	39.39	89.28	11.17	0.00
3.53	38.08	48.11	113.75	14.49	0.00
2.83	50.95	59.45	151.26	17.90	0.00
2.13	63.83	73.18	197.54	21.32	0.00
1.43	76.70	89.29	254.26	24.73	0.00
0.73	89.58	107.80	323.10	28.15	0.00
0.03	102.45	128.69	405.74	31.56	0.00
Máximos	103.01 Cota: -0.00 m	129.64 Cota: -0.00 m	409.61 Cota: -0.00 m	31.71 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	26.60 Cota: 7.00 m	5.30 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00

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)
6.31	6.77	27.04	23.78	1.05	0.00
5.61	13.64	29.47	43.40	4.91	0.00
4.91	20.50	34.60	65.66	8.77	0.00
4.21	27.37	42.43	92.46	12.63	0.00
3.53	38.08	52.82	119.53	16.38	0.00
2.83	50.95	66.28	161.06	20.24	0.00
2.13	63.83	82.44	212.96	24.10	0.00
1.43	76.70	101.31	277.11	27.96	0.00
0.73	89.58	122.87	355.42	31.82	0.00
0.03	102.45	147.14	449.76	35.68	0.00
Máximos	103.01 Cota: -0.00 m	148.24 Cota: -0.00 m	454.19 Cota: -0.00 m	35.84 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	26.60 Cota: 7.00 m	5.30 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø16: inferior / 2Ø16
Estribos: Ø6c/15
Canto viga: 30 cm
Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12c/15 Solape: 0.8 m	Ø12c/25	Ø16c/12.5 Solape: 1.44 m	Ø12c/25
2	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/20	Ø20c/20 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm
Inferior	Ø16c/20	Ø20c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
-Tramo 1:	Máximo: 813.5 kN/m Calculado: 58.7 kN/m	Cumple
-Tramo 2:	Máximo: 2581.6 kN/m Calculado: 190.4 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
-Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
-Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
- Tramo 1:		
- Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
- Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
- Trasdós:	Mínimo: 0.0008	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00037	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00178	
- Trasdós:	Mínimo: 0.00143	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00055	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00402	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00715	Cumple
- Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
- Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00402	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00715	Cumple
- Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00188	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Calculado: 0.00279	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00188	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00279	
- Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 9.3 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 12.6 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 4.2 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 11 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 224.1 kN/m Calculado: 52.9 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 380.9 kN/m Calculado: 159.4 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0.176 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.15 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.12 m Calculado: 1.44 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.42 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 1.3 m	
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.72 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 4 cm² Calculado: 4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.2 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.00 m, Md: 133.94 kN·m/m, Nd: 39.73 kN/m, Vd: 58.77 kN/m, Tensión máxima del acero: 256.788 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.34 m
- Tramo 1 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 4.00 m, M: 97.80 kN·m/m, N: 29.43 kN/m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.50 m, Md: 497.02 kN·m/m, Nd: 126.64 kN/m, Vd: 167.61 kN/m, Tensión máxima del acero: 326.907 MPa
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 0.69 m
- Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 409.61 kN·m/m, N: 103.00 kN/m

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 2.32	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 2.08	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.51	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.31	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.076 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.1228 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.076 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.1388 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*	Calculado: 15.7 cm²/m	
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 3.82 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 13.17 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 451 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 59.8 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 45.7 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 223.7 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 176 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 89.4 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 48 cm Calculado: 89.4 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 18 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	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: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00157	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00157	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00039 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00039 Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.0015 Calculado: 0.00157	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00053 Calculado: 0.00157	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 153.91 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 513.01 kN·m/m

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	3
6. GEOMETRÍA	3
7. ESQUEMA DE LAS FASES	3
8. RESULTADOS DE LAS FASES	4
9. COMBINACIONES	6
10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	7
11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	7

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 6.80 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 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: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

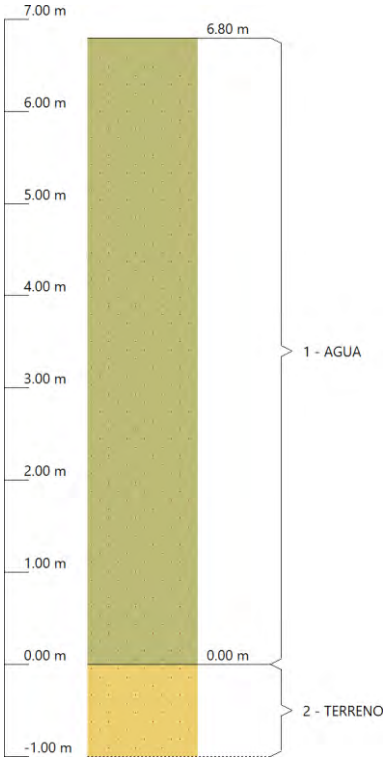
ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - AGUA	6.80 m	Densidad aparente: 12.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 5.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.84 Reposo intradós: 0.91
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
RELLENO CICLÓPEO	Densidad aparente: 22.56 kN/m³ Densidad sumergida: 10.79 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 45.00 grados Cohesión: 490.50 kN/m²	Activo trasdós: 0.17 Reposo intradós: 0.29

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

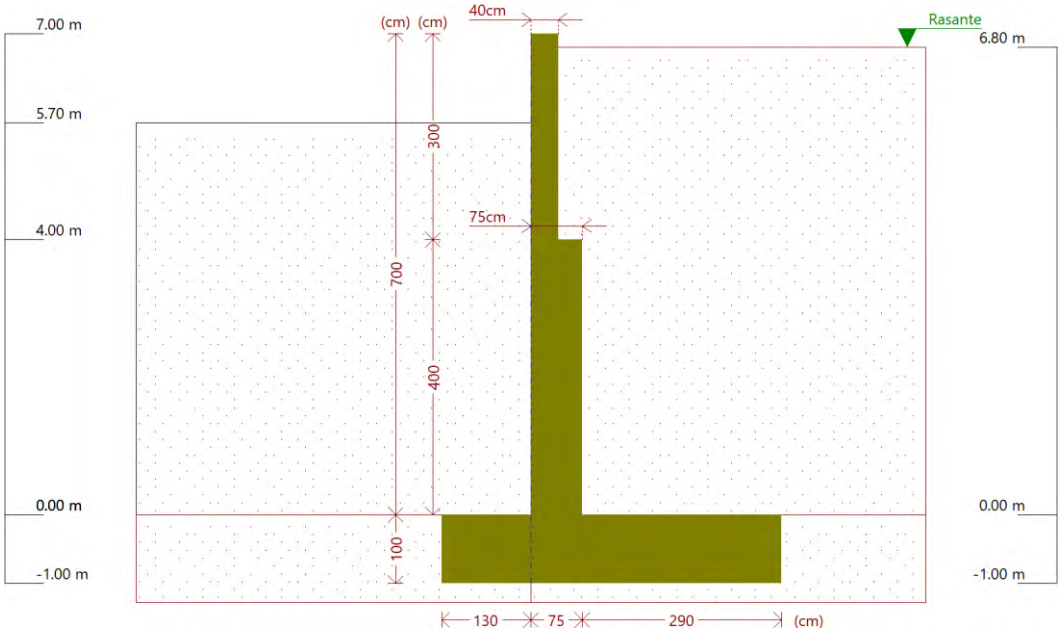
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
7.00 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
4.00 m	Altura: 4.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
Altura total: 7.00 m	

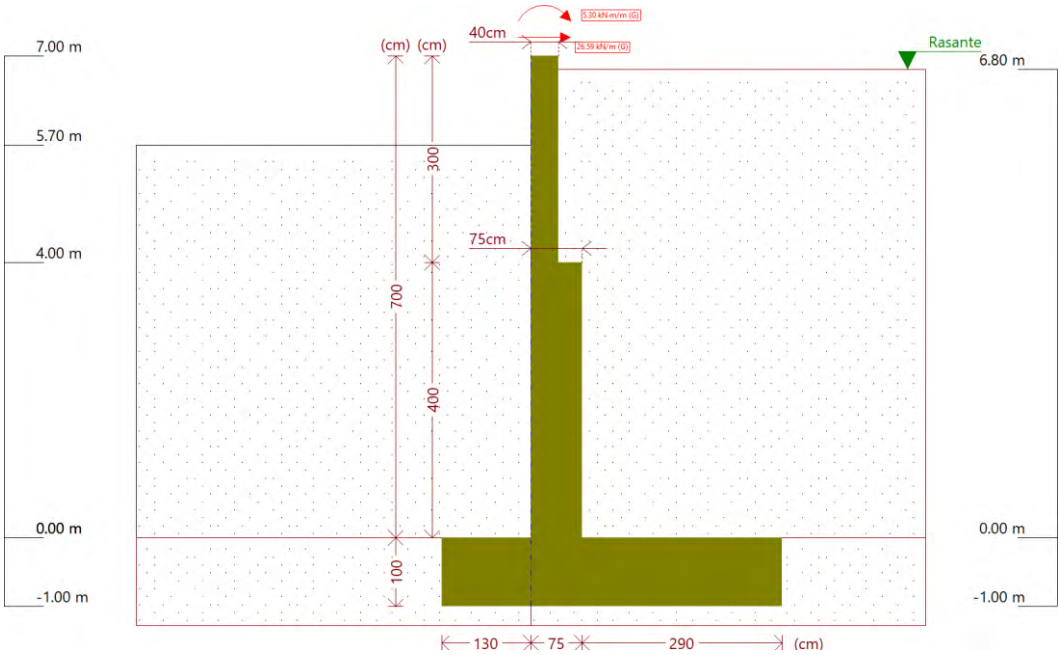
ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 100 cm Vuelos intradós / trasdós: 130.0 / 290.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 1: SIN CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 5,7 m



Fase 2: Fase 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 5,7 m

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1: SIN CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 5,7 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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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)
6.31	6.77	1.21	0.20	4.94	0.00
5.61	13.64	7.11	2.83	11.40	0.00
4.91	20.50	15.93	10.79	13.82	0.00
4.21	27.37	26.46	25.53	16.25	0.00
3.53	49.84	38.31	50.26	18.61	0.00
2.83	62.71	52.19	81.84	21.04	0.00
2.13	75.59	67.76	123.72	23.46	0.00
1.43	88.46	85.03	177.10	25.89	0.00
0.73	101.34	104.01	243.16	28.32	0.00
0.03	114.21	124.68	323.10	30.74	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	125.60 Cota: -0.00 m	326.86 Cota: -0.00 m	30.85 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.31	6.77	1.66	0.33	5.41	0.00
5.61	13.64	8.48	3.57	12.59	0.00
4.91	20.50	18.83	12.99	16.01	0.00
4.21	27.37	31.57	30.49	19.43	0.00
3.53	49.84	46.45	59.67	22.75	0.00
2.83	62.71	64.21	98.26	26.17	0.00
2.13	75.59	84.37	150.12	29.59	0.00
1.43	88.46	106.92	216.93	33.00	0.00
0.73	101.34	131.86	300.36	36.42	0.00
0.03	114.21	159.20	402.09	39.84	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	160.42 Cota: -0.00 m	406.89 Cota: -0.00 m	39.99 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

FASE 2: FASE 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 5,7 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)
7.00	0.00	-26.59	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-25.38	-23.44	4.94	0.00
5.61	13.64	-19.48	-39.42	11.40	0.00
4.91	20.50	-10.65	-50.07	13.82	0.00
4.21	27.37	-0.13	-53.94	16.25	0.00
3.53	49.84	11.73	-47.29	18.61	0.00
2.83	62.71	25.60	-34.32	21.04	0.00
2.13	75.59	41.17	-11.05	23.46	0.00

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)
1.43	88.46	58.45	23.72	25.89	0.00
0.73	101.34	77.42	71.18	28.32	0.00
0.03	114.21	98.09	132.51	30.74	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	99.02 Cota: -0.00 m	135.46 Cota: -0.00 m	30.85 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.59 Cota: 7.00 m	-53.94 Cota: 4.20 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	-26.59	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-24.92	-23.31	5.41	0.00
5.61	13.64	-18.11	-38.68	12.59	0.00
4.91	20.50	-7.76	-47.87	16.01	0.00
4.21	27.37	4.99	-48.98	19.43	0.00
3.53	49.84	19.86	-37.88	22.75	0.00
2.83	62.71	37.62	-17.90	26.17	0.00
2.13	75.59	57.78	15.35	29.59	0.00
1.43	88.46	80.33	63.55	33.00	0.00
0.73	101.34	105.28	128.37	36.42	0.00
0.03	114.21	132.61	211.50	39.84	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	133.84 Cota: -0.00 m	215.49 Cota: -0.00 m	39.99 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.59 Cota: 7.00 m	-49.62 Cota: 4.47 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø16: inferior / 2Ø16 Estribos: Ø6c/15 Canto viga: 30 cm Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS

Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/12.5 Solape: 1.44 m	Ø12c/25	Ø12c/15 Solape: 0.8 m	Ø12c/25
2	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15

ZAPATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/20	Ø20c/15 Patilla Intradós / Trasdós: 20 / 20 cm
Inferior	Ø16c/20	Ø16c/15 Patilla intradós / trasdós: 20 / 20 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0m TR4_AGUA_RELL.CICLP5,7m_CUB70% v3

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 514.5 kN/m Calculado: 44.9 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 2735 kN/m Calculado: 188.4 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0m TR4_AGUA_RELL.CICLP5,7m_CUB70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
-Tramo 1:		
-Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
-Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
-Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
-Trasdós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00178	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00134	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00766	Cumple
-Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00766	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0m TR4_AGUA_RELL.CICLP5,7m_CUB70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00089	
- Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 3.7 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 222.9 kN/m Calculado: 36.5 kN/m	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0m TR4_AGUA_RELL.CICLP5,7m_CUB70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2:	Máximo: 387.4 kN/m Calculado: 157.7 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.092 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.78 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 4 cm² Calculado: 4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.00 m, Md: -83.37 kN·m/m, Nd: 39.73 kN/m, Vd: -5.94 kN/m, Tensión máxima del acero: 242.777 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.34 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0m TR4_AGUA_RELL.CICLP5,7m_CUB70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.00 m, Md: -78.77 kN·m/m, Nd: 51.49 kN/m, Vd: -5.94 kN/m, Tensión máxima del acero: 276.850 MPa - Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 0.69 m - Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 326.86 kN·m/m, N: 114.76 kN/m		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0m TR4_AGUA_RELL.CICLP5,7m_CUB70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 2.3	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 2.02	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.27	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.99	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1292 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.2728 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1292 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.3091 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 10.88 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 3.36 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 451 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 193.9 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 158.8 kN/m	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0m TR4_AGUA_RELL.CICLP5,7m_CUB70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 58.3 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 52.6 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- 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: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, 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: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0m TR4_AGUA_RELL.CICLP5,7m_CUB70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00209	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00033 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00052 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00047 Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00131 Calculado: 0.00209	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 434.40 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 132.75 kN·m/m

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 5

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 3

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 6

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 7

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 7

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 6.80 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 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: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

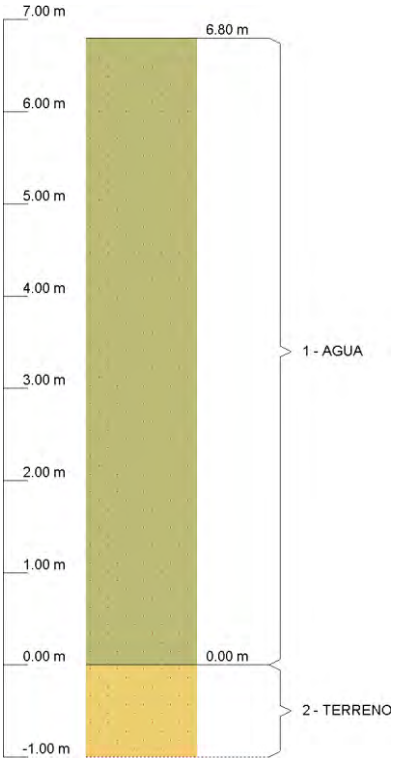
ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - AGUA	6.80 m	Densidad aparente: 12.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 5.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.84 Reposo intradós: 0.91
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
RELLENO TRADÓS	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 35.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.27 Reposo intradós: 0.43

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

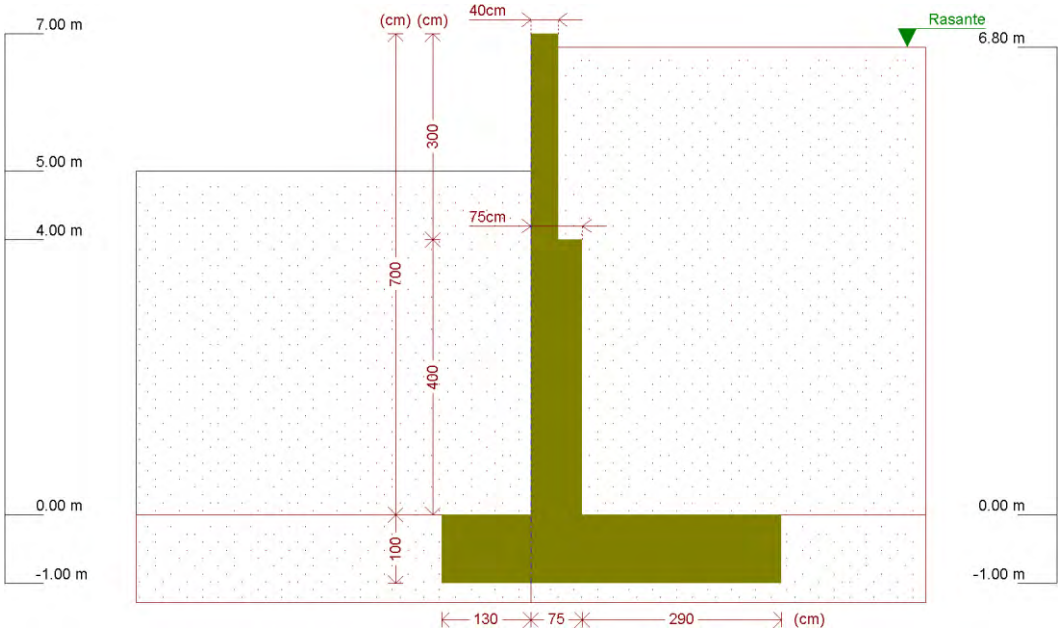
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
7.00 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
4.00 m	Altura: 4.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
Altura total: 7.00 m	

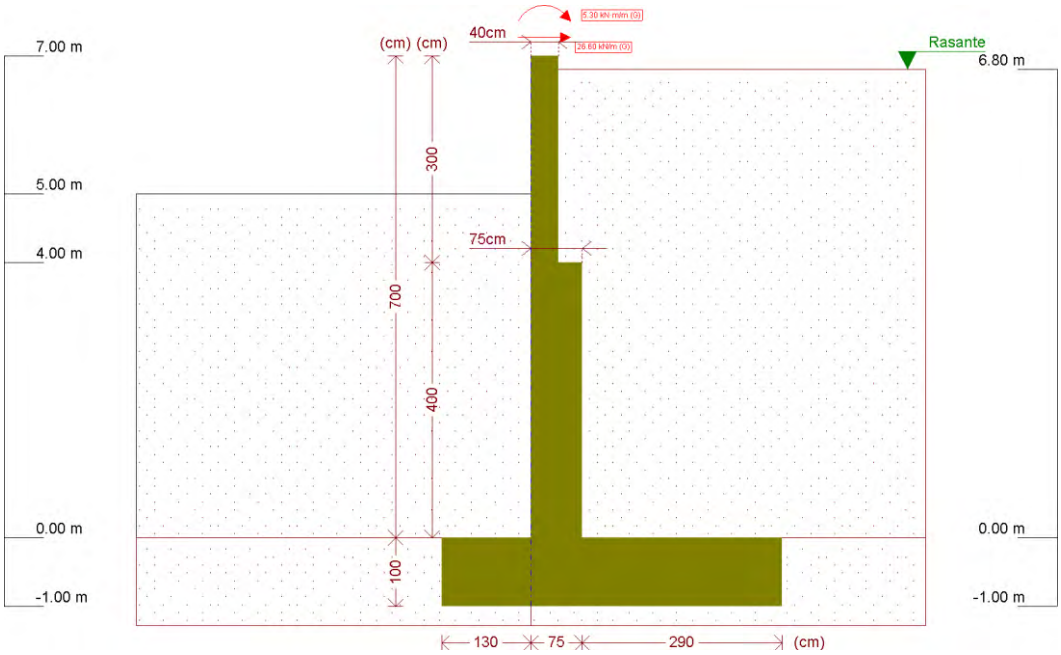
ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 100 cm Vuelos intradós / trasdós: 130.0 / 290.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 1: SIN CUBIERTA



Fase 2: Fase 3: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1: SIN CUBIERTA

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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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)
6.31	6.77	1.21	0.20	4.94	0.00
5.61	13.64	7.13	2.83	11.99	0.00
4.91	20.50	17.97	11.34	18.35	0.00
4.21	27.37	31.40	28.55	20.03	0.00
3.53	49.84	45.58	57.45	21.67	0.00
2.83	62.71	61.33	94.80	23.35	0.00
2.13	75.59	78.26	143.59	25.03	0.00
1.43	88.46	96.37	204.64	26.71	0.00
0.73	101.34	115.65	278.78	28.39	0.00
0.03	114.21	136.11	366.83	30.07	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	137.01 Cota: -0.00 m	370.92 Cota: -0.00 m	30.14 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.31	6.77	1.66	0.33	5.41	0.00
5.61	13.64	8.50	3.58	13.14	0.00
4.91	20.50	20.72	13.50	20.22	0.00
4.21	27.37	36.14	33.29	22.85	0.00
3.53	49.84	53.08	66.30	25.41	0.00
2.83	62.71	72.44	110.13	28.05	0.00
2.13	75.59	93.64	168.14	30.68	0.00
1.43	88.46	116.68	241.65	33.32	0.00
0.73	101.34	141.57	331.93	35.95	0.00
0.03	114.21	168.31	440.28	38.59	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	169.49 Cota: -0.00 m	445.35 Cota: -0.00 m	38.70 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

FASE 2: FASE 3: CON CUBIERTA

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)
7.00	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-25.39	-23.46	4.94	0.00
5.61	13.64	-19.47	-39.44	11.99	0.00
4.91	20.50	-8.63	-49.56	18.35	0.00
4.21	27.37	4.80	-50.97	20.03	0.00
3.53	49.84	18.98	-40.15	21.67	0.00
2.83	62.71	34.73	-21.42	23.35	0.00
2.13	75.59	51.66	8.75	25.03	0.00

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)
1.43	88.46	69.77	51.18	26.71	0.00
0.73	101.34	89.05	106.70	28.39	0.00
0.03	114.21	109.51	176.12	30.07	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	110.41 Cota: -0.00 m	179.42 Cota: -0.00 m	30.14 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.60 Cota: 7.00 m	-51.55 Cota: 4.45 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-24.94	-23.32	5.41	0.00
5.61	13.64	-18.10	-38.70	13.14	0.00
4.91	20.50	-5.88	-47.40	20.22	0.00
4.21	27.37	9.54	-46.23	22.85	0.00
3.53	49.84	26.48	-31.30	25.41	0.00
2.83	62.71	45.84	-6.10	28.05	0.00
2.13	75.59	67.04	33.30	30.68	0.00
1.43	88.46	90.08	88.19	33.32	0.00
0.73	101.34	114.97	159.85	35.95	0.00
0.03	114.21	141.71	249.58	38.59	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	142.89 Cota: -0.00 m	253.85 Cota: -0.00 m	38.70 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.60 Cota: 7.00 m	-48.22 Cota: 4.63 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø16: inferior / 2Ø16 Estribos: Ø6c/15 Canto viga: 30 cm Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS

Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/12.5 Solape: 1.44 m	Ø12c/25	Ø12c/15 Solape: 0.8 m	Ø12c/25
2	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=0.8 m	Ø16c/15

ZAPATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/20	Ø20c/20 Patilla Intradós / Trasdós: 20 / 20 cm
Inferior	Ø16c/20	Ø20c/20 Patilla intradós / trasdós: 20 / 20 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 498.7 kN/m Calculado: 53.4 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 2110.4 kN/m Calculado: 205.5 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
-Tramo 1:		
-Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
-Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
-Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
-Trasdós:	Mínimo: 0.00037	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Mínimo: 0.00111 Calculado: 0.00178	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00134	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00188	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00558	Cumple
-Trasdós (0.80 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00188	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00558	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós (0.80 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Intradós (0.80 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:	Mínimo: 2e-005	
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Intradós (0.80 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 12.6 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 4.5 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 223.8 kN/m Calculado: 43.1 kN/m	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
-Tramo 2:	Máximo: 375.5 kN/m Calculado: 175.1 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
-Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
-Tramo 2:	Calculado: 0.159 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
-Tramo 1:		
-Base trasdós:	Mínimo: 0.58 m Calculado: 0.8 m	Cumple
-Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
-Tramo 2:		
-Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m Calculado: 1.3 m	Cumple
-Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
-Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 4 cm² Calculado: 4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.2 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.10 m, Md: -79.17 kN·m/m, Nd: 38.41 kN/m, Vd: -2.29 kN/m, Tensión máxima del acero: 230.129 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.34 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.00 m, Md: 553.81 kN·m/m, Nd: 120.64 kN/m, Vd: 205.52 kN/m, Tensión máxima del acero: 370.128 MPa - Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 0.69 m - Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 370.92 kN·m/m, N: 114.76 kN/m		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 2.17	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 1.91	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.03	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.78	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1191 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.2566 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1191 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.2919 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*	Calculado: 15.7 cm²/m	
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 11.9 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 4.26 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 451 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 212.3 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 168.4 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 71.1 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 60.7 kN/m	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 24 cm Calculado: 89.4 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 89.4 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 18 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	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: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00157	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00157	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00039 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00039 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00059 Calculado: 0.00157	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.00157	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 474.68 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 168.08 kN·m/m

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	2
6. GEOMETRÍA	3
7. ESQUEMA DE LAS FASES	3
8. RESULTADOS DE LAS FASES	4
9. COMBINACIONES	5
10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	5
11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	6

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 6.50 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.50 m

Enrase: Trasdós

Longitud del muro en planta: 10.00 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 %

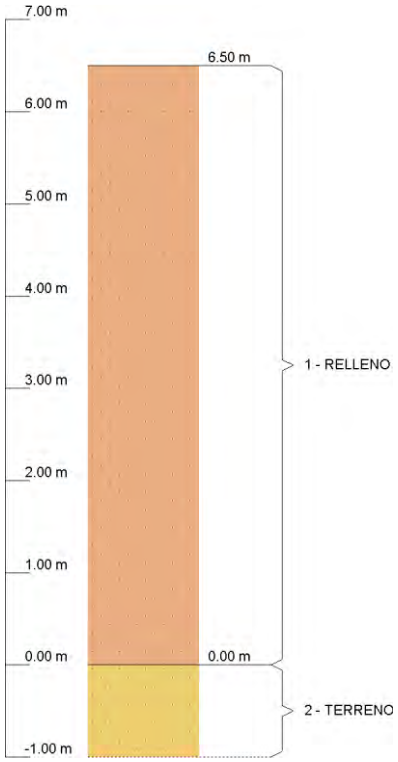
Tensión admisible: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - RELLENO	6.50 m	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 35.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.27 Reposo intradós: 0.43
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

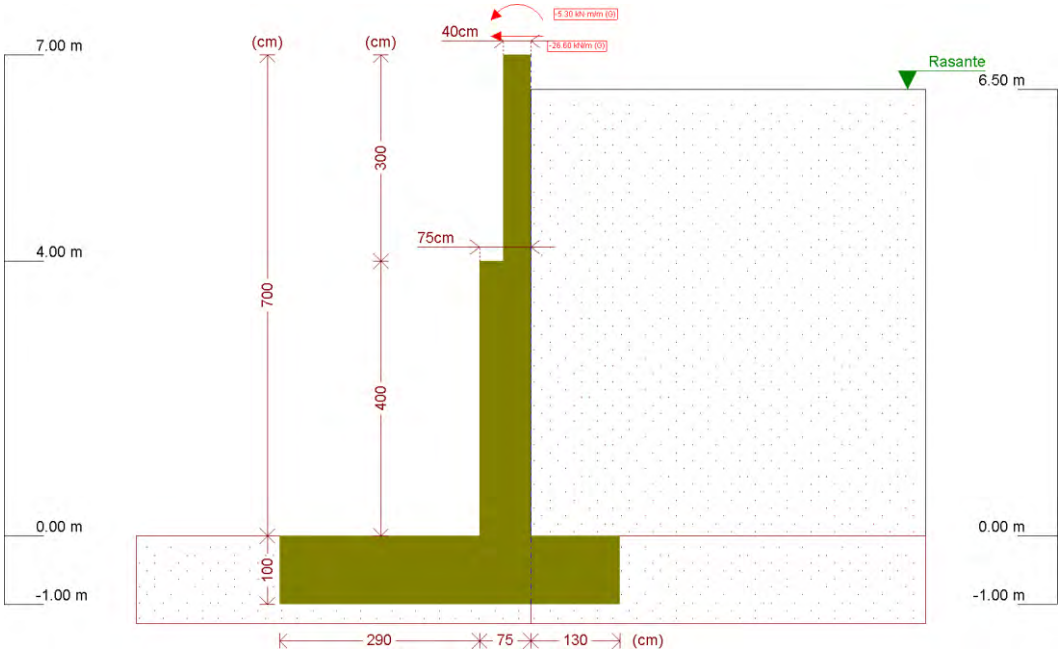
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
7.00 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
4.00 m	Altura: 4.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
Altura total: 7.00 m	

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 100 cm Vuelos intradós / trasdós: 290.0 / 130.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 2: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 2: CON CUBIERTA

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)
7.00	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	26.69	23.66	0.93	0.00
5.61	13.64	28.53	42.85	4.34	0.00
4.91	20.50	32.77	64.16	7.76	0.00
4.21	27.37	39.39	89.28	11.17	0.00
3.53	38.08	48.11	113.75	14.49	0.00
2.83	50.95	59.45	151.26	17.90	0.00
2.13	63.83	73.18	197.54	21.32	0.00
1.43	76.70	89.29	254.26	24.73	0.00
0.73	89.58	107.80	323.10	28.15	0.00
0.03	102.45	128.69	405.74	31.56	0.00
Máximos	103.01 Cota: -0.00 m	129.64 Cota: -0.00 m	409.61 Cota: -0.00 m	31.71 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	26.60 Cota: 7.00 m	5.30 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00

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)
6.31	6.77	27.04	23.78	1.05	0.00
5.61	13.64	29.47	43.40	4.91	0.00
4.91	20.50	34.60	65.66	8.77	0.00
4.21	27.37	42.43	92.46	12.63	0.00
3.53	38.08	52.82	119.53	16.38	0.00
2.83	50.95	66.28	161.06	20.24	0.00
2.13	63.83	82.44	212.96	24.10	0.00
1.43	76.70	101.31	277.11	27.96	0.00
0.73	89.58	122.87	355.42	31.82	0.00
0.03	102.45	147.14	449.76	35.68	0.00
Máximos	103.01 Cota: -0.00 m	148.24 Cota: -0.00 m	454.19 Cota: -0.00 m	35.84 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	26.60 Cota: 7.00 m	5.30 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø16: inferior / 2Ø16
Estribos: Ø6c/15
Canto viga: 30 cm
Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12c/15 Solape: 0.8 m	Ø12c/25	Ø16c/12.5 Solape: 1.44 m	Ø12c/25
2	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=0.8 m	Ø16c/15	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/20	Ø20c/20 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm
Inferior	Ø16c/20	Ø20c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 813.5 kN/m Calculado: 58.7 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 2581.6 kN/m Calculado: 190.4 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
- Tramo 1:		
- Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
- Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
- Trasdós:	Mínimo: 0.0008	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00037	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00178	
- Trasdós:	Mínimo: 0.00143	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00055	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00402	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00715	Cumple
- Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
- Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00402	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00715	Cumple
- Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00188	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Calculado: 0.00279	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00188	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00279	
- Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
- Intradós (1.40 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 9.3 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 12.6 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 4.2 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 11 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 224.1 kN/m Calculado: 52.9 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 380.9 kN/m Calculado: 159.4 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0.176 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.15 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.12 m Calculado: 1.44 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.42 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 1.3 m	
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.72 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 4 cm² Calculado: 4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.2 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 4.00 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.00 m, Md: 133.94 kN·m/m, Nd: 39.73 kN/m, Vd: 58.77 kN/m, Tensión máxima del acero: 256.788 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.34 m
- Tramo 1 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 4.00 m, M: 97.80 kN·m/m, N: 29.43 kN/m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.50 m, Md: 497.02 kN·m/m, Nd: 126.64 kN/m, Vd: 167.61 kN/m, Tensión máxima del acero: 326.907 MPa
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 0.69 m
- Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 409.61 kN·m/m, N: 103.00 kN/m

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 2.32	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 2.08	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.51	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.31	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.076 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.1228 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.076 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.1388 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*	Calculado: 15.7 cm²/m	
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 3.82 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 13.17 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 451 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 59.8 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 45.7 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 223.7 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 176 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 89.4 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 48 cm Calculado: 89.4 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 18 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	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: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00157	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00157	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00039 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00039 Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.0015 Calculado: 0.00157	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00053 Calculado: 0.00157	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 153.91 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 513.01 kN·m/m

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	3
6. GEOMETRÍA	3
7. ESQUEMA DE LAS FASES	3
8. CARGAS	4
9. RESULTADOS DE LAS FASES	5
10. COMBINACIONES	7
11. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	8
12. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	8

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 6.80 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 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: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

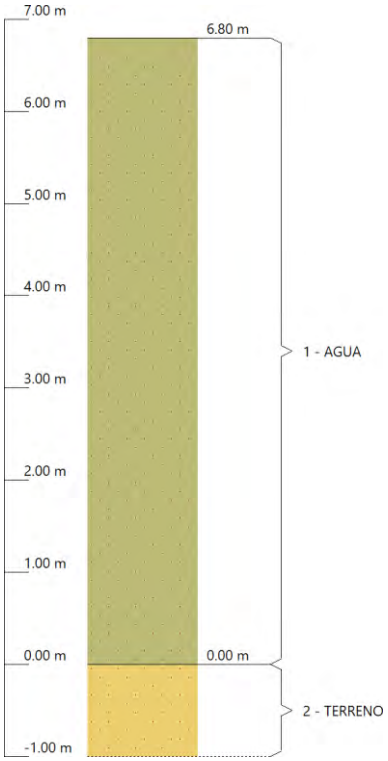
ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - AGUA	6.80 m	Densidad aparente: 12.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 5.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.84 Reposo intradós: 0.91
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
RELLENO 45º	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 45.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.17 Reposo intradós: 0.29

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

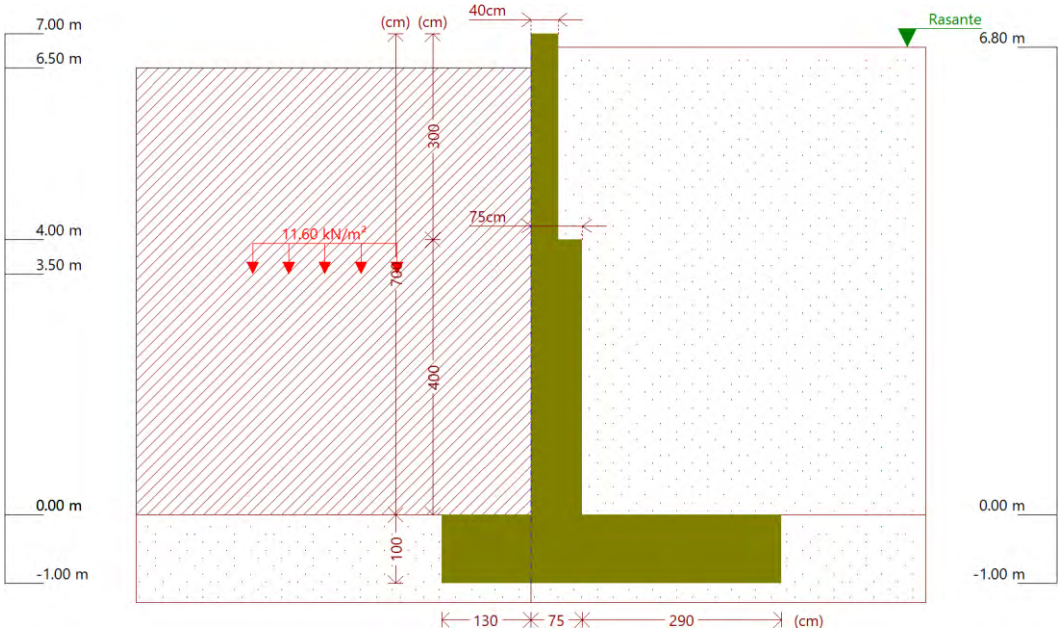
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
7.00 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
4.00 m	Altura: 4.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
Altura total: 7.00 m	

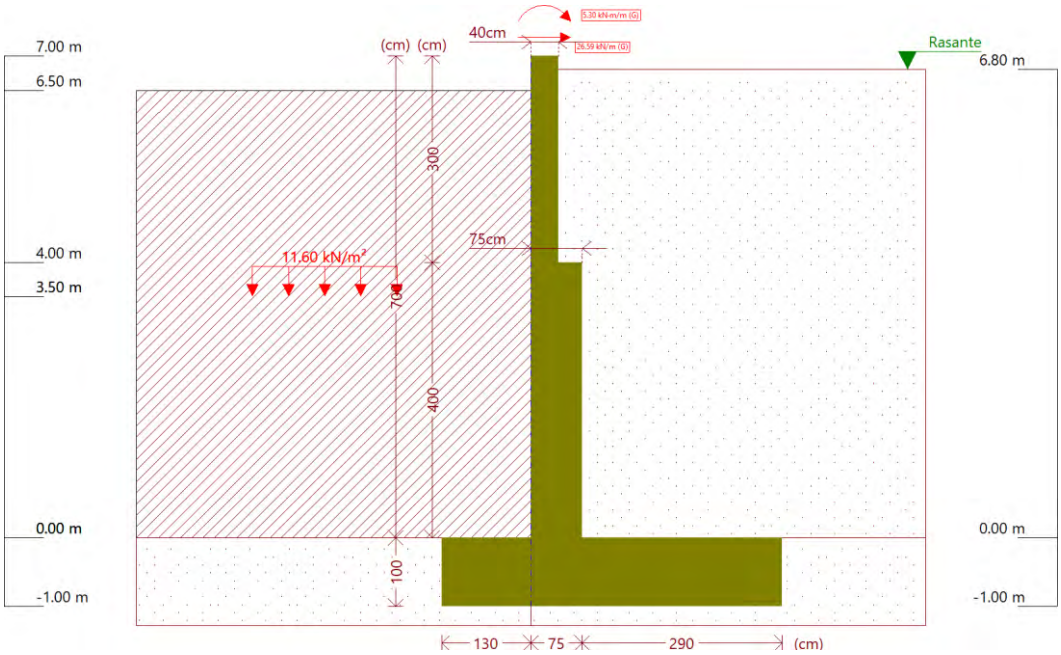
ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 100 cm Vuelos intradós / trasdós: 130.0 / 290.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 1: SIN CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 4,5 m



Fase 2: Fase 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 4,5 m

8. CARGAS

CARGAS EN EL INTRADÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
En banda	3.5 m	Valor: 11.6 kN/m² Ancho: 2.1 m Separación: 3 m	Fase 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 4,5 m	Fase 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 4,5 m

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
En banda	3.5 m	Valor: 11.6 kN/m² Ancho: 2.1 m Separación: 3 m	Fase 1: SIN CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 4,5 m	Fase 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 4,5 m

9. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1: SIN CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 4,5 M

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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.31	6.77	1.11	0.19	3.94	0.00
5.61	13.64	5.05	2.21	7.30	0.00
4.91	20.50	11.33	7.81	10.66	0.00
4.21	27.37	19.97	18.62	14.02	0.00
3.53	49.84	30.62	38.50	17.29	0.00
2.83	62.71	43.07	64.25	18.34	0.00
2.13	75.59	56.64	99.05	20.67	0.00
1.43	88.46	72.28	144.03	24.15	0.00
0.73	101.34	90.55	200.86	28.07	0.00
0.03	114.21	111.58	271.45	32.01	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	112.54 Cota: -0.00 m	274.81 Cota: -0.00 m	32.18 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.31	6.77	1.11	0.19	3.94	0.00
5.61	13.64	5.05	2.21	7.30	0.00
4.91	20.50	11.33	7.81	10.66	0.00
4.21	27.37	19.97	18.62	14.02	0.00
3.53	49.84	30.62	38.50	17.29	0.00
2.83	62.71	43.90	64.44	20.65	0.00
2.13	75.59	59.53	100.50	24.02	0.00
1.43	88.46	77.52	148.34	27.38	0.00
0.73	101.34	97.86	209.58	30.74	0.00
0.03	114.21	120.56	285.89	34.10	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	121.58 Cota: -0.00 m	289.52 Cota: -0.00 m	34.25 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.31	6.77	1.58	0.33	4.48	0.00
5.61	13.64	6.56	3.00	8.77	0.00
4.91	20.50	14.54	10.21	13.06	0.00
4.21	27.37	25.53	24.05	17.35	0.00
3.53	49.84	39.28	48.70	21.52	0.00
2.83	62.71	55.81	81.89	23.91	0.00
2.13	75.59	74.32	127.29	27.36	0.00
1.43	88.46	95.62	186.60	31.75	0.00
0.73	101.34	120.14	261.92	36.49	0.00
0.03	114.21	148.00	355.57	41.26	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	149.27 Cota: -0.00 m	360.03 Cota: -0.00 m	41.46 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

FASE 2: FASE 2: CON CUBIERTA Y CON RELLENO CICLÓPEO 4,5 M

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)
7.00	0.00	-26.59	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-25.47	-23.45	3.94	0.00
5.61	13.64	-21.54	-40.04	7.30	0.00
4.91	20.50	-15.25	-53.05	10.66	0.00
4.21	27.37	-6.61	-60.85	14.02	0.00
3.53	49.84	4.03	-59.05	17.29	0.00
2.83	62.71	15.66	-52.09	16.03	0.00
2.13	75.59	27.16	-37.16	17.32	0.00
1.43	88.46	40.46	-13.65	20.93	0.00
0.73	101.34	56.65	20.16	25.39	0.00
0.03	114.21	76.02	66.41	29.92	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	76.92 Cota: -0.00 m	68.70 Cota: -0.00 m	30.11 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.59 Cota: 7.00 m	-61.92 Cota: 4.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 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)
7.00	0.00	-26.59	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-25.47	-23.45	3.94	0.00
5.61	13.64	-21.54	-40.04	7.30	0.00
4.91	20.50	-15.25	-53.05	10.66	0.00
4.21	27.37	-6.61	-60.85	14.02	0.00
3.53	49.84	4.03	-59.05	17.29	0.00

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)
2.83	62.71	17.31	-51.72	20.65	0.00
2.13	75.59	32.95	-34.26	24.02	0.00
1.43	88.46	50.94	-5.04	27.38	0.00
0.73	101.34	71.28	37.60	30.74	0.00
0.03	114.21	93.97	95.30	34.10	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	95.00 Cota: -0.00 m	98.13 Cota: -0.00 m	34.25 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.59 Cota: 7.00 m	-61.92 Cota: 4.00 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
7.00	0.00	-26.59	-5.30	0.00	0.00
6.31	6.77	-25.01	-23.31	4.48	0.00
5.61	13.64	-20.03	-39.25	8.77	0.00
4.91	20.50	-12.05	-50.65	13.06	0.00
4.21	27.37	-1.06	-55.42	17.35	0.00
3.53	49.84	12.69	-48.85	21.52	0.00
2.83	62.71	28.55	-34.42	22.02	0.00
2.13	75.59	45.36	-8.66	24.61	0.00
1.43	88.46	64.74	29.69	29.10	0.00
0.73	101.34	87.56	82.78	34.30	0.00
0.03	114.21	114.05	153.13	39.54	0.00
Máximos	114.76 Cota: -0.00 m	115.27 Cota: -0.00 m	156.57 Cota: -0.00 m	39.76 Cota: -0.00 m	0.00 Cota: 7.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 7.00 m	-26.59 Cota: 7.00 m	-55.45 Cota: 4.15 m	0.00 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 7.00 m

10. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis			
Combinación	1	2	3	4
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	

	Hipótesis			
Combinación	1	2	3	4
9	1.00	1.00		1.00
10	1.00	1.00	0.80	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

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

11. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN

Armadura superior / 2Ø16: inferior / 2Ø16
Estribos: Ø6c/15
Canto viga: 30 cm
Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS

Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/12.5 Solape: 1.44 m	Ø12c/25	Ø12c/15 Solape: 0.8 m	Ø12c/25
2	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.4 m	Ø16c/15	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=0.8 m	Ø16c/15

ZAPATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/20	Ø20c/20 Patilla Intradós / Trasdós: 20 / 20 cm
Inferior	Ø16c/20	Ø16c/20 Patilla intradós / trasdós: 20 / 20 cm

Longitud de pata en arranque: 30 cm

12. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0m TR5_AGUA_RELL6,5m+SC-MURO_CUB70% v3

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
-Tramo 1:	Máximo: 514.5 kN/m Calculado: 34.5 kN/m	Cumple
-Tramo 2:	Máximo: 705 kN/m Calculado: 58.5 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
-Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
-Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0m TR5_AGUA_RELL6,5m+SC-MURO_CUB70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
- Tramo 1:		
- Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
- Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
- Trasdós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00178	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00134	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0m TR5_AGUA_RELL6,5m+SC-MURO_CUB70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00766	Cumple
-Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
-Tramo 1. Trasdós (4.00 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00766	Cumple
-Trasdós (1.40 m):	Calculado: 0.00299	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
-Tramo 1. Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
-Tramo 2:		
-Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
-Intradós (1.40 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
-Tramo 1.	Mínimo: 1e-005	
Intradós (4.00 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
-Tramo 2:	Calculado: 0.00089	
-Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
-Intradós (1.40 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 3.7 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0m TR5_AGUA_RELL6,5m+SC-MURO_CUB70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 219.5 kN/m Calculado: 35.8 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 387.4 kN/m Calculado: 148.6 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.069 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.78 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 4 cm² Calculado: 4 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		

Referencia: Muro: FONDILLO H=7,0m TR5_AGUA_RELL6,5m+SC-MURO_CUB70% v3

Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 4.00 m		
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 4.00 m		
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.00 m, Md: -91.69 kN·m/m, Nd: 39.73 kN/m, Vd: -12.87 kN/m, Tensión máxima del acero: 269.127 MPa		
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 7.00 m		
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m		
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m		
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 4.00 m, Md: -87.08 kN·m/m, Nd: 51.49 kN/m, Vd: -12.87 kN/m, Tensión máxima del acero: 309.652 MPa		
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 0.69 m		
- Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 289.52 kN·m/m, N: 114.76 kN/m		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0m TR5_AGUA_RELL6,5m+SC-MURO_CUB70% v3

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 2.33	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 2.07	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.23	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.98	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1262 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.2528 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1262 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.2861 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 9.82 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0m TR5_AGUA_RELL6,5m+SC-MURO_CUB70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0.15 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 20.94 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 3.16 cm²/m Calculado: 13.4 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 451 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 173.6 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 145.9 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 54.2 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 49 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 54 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 89.8 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- 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: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=7,0m TR5_AGUA_RELL6,5m+SC-MURO_CUB70% v3		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras:		
Criterio de CYPE, 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: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00209	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00033 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00052 Calculado: 0.001	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00044 Calculado: 0.00134	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00121 Calculado: 0.00209	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 392.79 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 124.82 kN·m/m

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 6

Hipótesis I

Depósito lleno, soportando cargas hidrostáticas del agua contenida

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 3

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 6

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 7

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 7

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 9.30 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 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: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

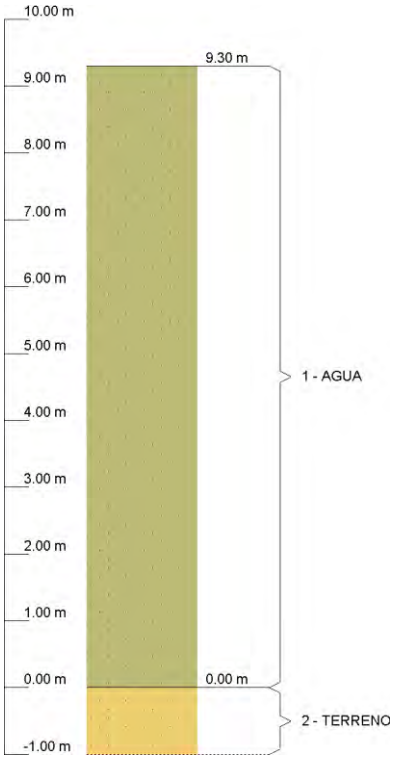
ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - AGUA	9.30 m	Densidad aparente: 12.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 5.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.84 Reposo intradós: 0.91
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
RELLENO TRADÓS	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 35.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.27 Reposo intradós: 0.43

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

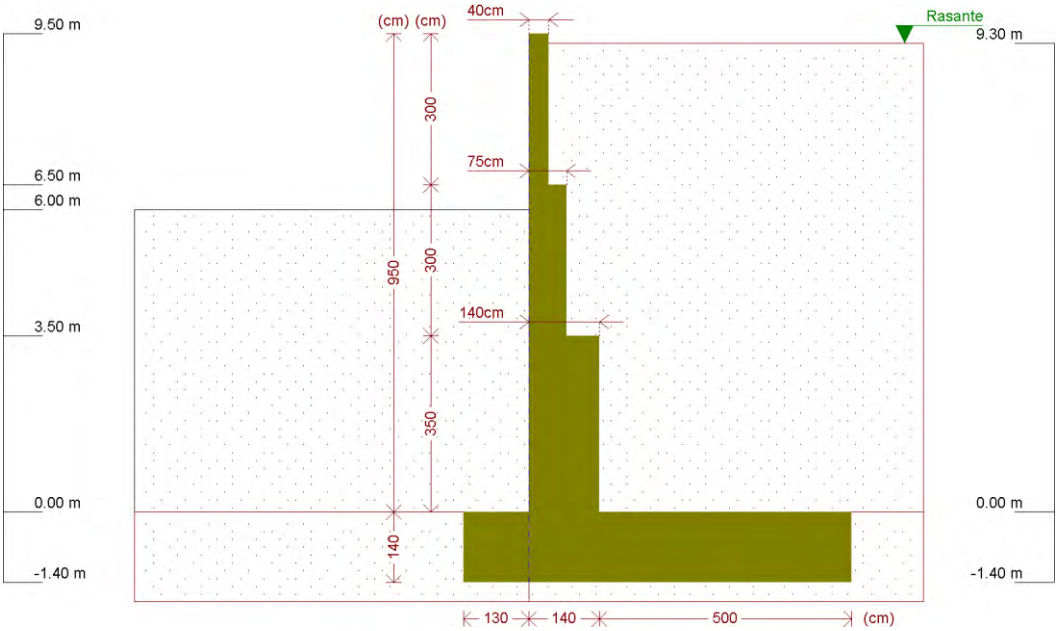
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
9.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
6.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
3.50 m	Altura: 3.50 m Espesor superior: 140.0 cm Espesor inferior: 140.0 cm
Altura total: 9.50 m	

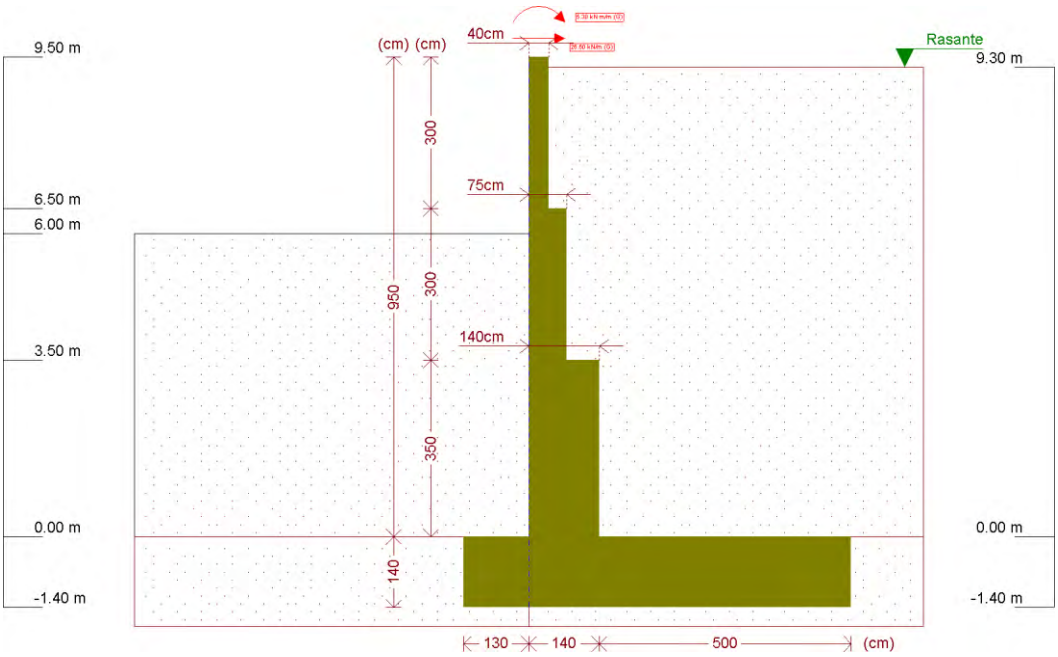
ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 140 cm Vuelos intradós / trasdós: 130.0 / 500.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 1: SIN CUBIERTA



Fase 2: Fase 2: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1: SIN CUBIERTA

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)
9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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)
8.56	9.22	2.76	0.68	7.46	0.00
7.61	18.54	14.39	8.11	17.03	0.00
6.66	27.86	35.11	30.90	26.60	0.00
5.73	55.35	63.93	79.18	33.90	0.00
4.78	72.83	97.22	155.55	36.18	0.00
3.83	90.30	132.67	264.58	38.46	0.00
2.90	162.21	169.47	419.27	40.69	0.00
1.95	194.83	209.21	598.97	42.97	0.00
1.00	227.45	251.12	817.46	45.25	0.00
0.05	260.07	295.19	1076.79	47.53	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	297.57 Cota: 0.00 m	1091.61 Cota: 0.00 m	47.65 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.56	9.22	3.48	0.96	8.17	0.00
7.61	18.54	16.70	9.76	18.66	0.00
6.66	27.86	39.88	35.84	29.15	0.00
5.73	55.35	72.29	90.13	37.46	0.00
4.78	72.83	110.45	176.66	41.04	0.00
3.83	90.30	152.00	301.06	44.61	0.00
2.90	162.21	196.46	477.11	48.11	0.00
1.95	194.83	245.49	686.77	51.69	0.00
1.00	227.45	297.93	944.63	55.27	0.00
0.05	260.07	353.77	1253.91	58.85	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	356.80 Cota: 0.00 m	1271.68 Cota: 0.00 m	59.03 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

FASE 2: FASE 2: CON CUBIERTA

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)
9.50	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
8.56	9.22	-23.84	-29.62	7.46	0.00
7.61	18.54	-12.21	-47.47	17.03	0.00
6.66	27.86	8.51	-49.94	26.60	0.00
5.73	55.35	37.33	-26.40	33.90	0.00
4.78	72.83	70.62	24.70	36.18	0.00
3.83	90.30	106.07	108.46	38.46	0.00
2.90	162.21	142.87	238.41	40.69	0.00

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)
1.95	194.83	182.61	392.84	42.97	0.00
1.00	227.45	224.52	586.06	45.25	0.00
0.05	260.07	268.59	820.12	47.53	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	270.97 Cota: 0.00 m	833.61 Cota: 0.00 m	47.65 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	-26.60 Cota: 9.50 m	-51.37 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
9.50	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
8.56	9.22	-23.12	-29.34	8.17	0.00
7.61	18.54	-9.90	-45.81	18.66	0.00
6.66	27.86	13.28	-45.00	29.15	0.00
5.73	55.35	45.69	-15.45	37.46	0.00
4.78	72.83	83.85	45.81	41.04	0.00
3.83	90.30	125.40	144.93	44.61	0.00
2.90	162.21	169.86	296.25	48.11	0.00
1.95	194.83	218.89	480.64	51.69	0.00
1.00	227.45	271.33	713.23	55.27	0.00
0.05	260.07	327.17	997.24	58.85	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	330.20 Cota: 0.00 m	1013.68 Cota: 0.00 m	59.03 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	-26.60 Cota: 9.50 m	-48.16 Cota: 7.15 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø20: inferior / 2Ø20 Estribos: Ø6c/15 Canto viga: 30 cm Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS

Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/20 Solape: 0.6 m Refuerzo 1: Ø16 h=0.6 m	Ø12c/25	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25
2	Ø20c/20 Solape: 1.45 m Refuerzo 1: Ø16 h=0.6 m	Ø12c/15	Ø20c/20 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=0.7 m	Ø16c/25
3	Ø25c/20 Solape: 2.15 m	Ø12c/15	Ø25c/20 Solape: 1.9 m Refuerzo 1: Ø25 h=1 m	Ø16c/15

ZAPATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/15	Ø25c/12.5 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm
Inferior	Ø16c/15	Ø25c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 6m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 514.5 kN/m Calculado: 59.2 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 1691.5 kN/m Calculado: 218.2 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 2989.3 kN/m Calculado: 446.3 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 140 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 6m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
-Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 23.4 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 18.8 cm	Cumple
-Tramo 3:		
-Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 18.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Tramo 3:		
-Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
-Tramo 1:		
-Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.0016	Cumple
-Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
-Tramo 3:		
-Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
-Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
-Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
-Trasdós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
-Tramo 2:		

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 6m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós:	Mínimo: 0.00083 Calculado: 0.00107	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00075	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00073 Calculado: 0.00095	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 9e-005 Calculado: 0.0004	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00418	Cumple
- Trasdós (4.20 m):	Calculado: 0.00209	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00369	Cumple
- Trasdós (1.00 m):	Calculado: 0.00184	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
- Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00418	Cumple
- Trasdós (4.20 m):	Calculado: 0.00209	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00369	Cumple
- Trasdós (1.00 m):	Calculado: 0.00184	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Intradós (4.20 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Tramo 3:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
- Intradós (1.00 m):	Calculado: 0.00047	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 6m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
- Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.00089	
- Intradós (3.50 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
- Intradós (4.20 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
- Tramo 3:	Mínimo: 2e-005	
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
- Intradós (1.00 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 7 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 5.7 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
- Tramo 3:		Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 6m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 222.9 kN/m Calculado: 45.6 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 373 kN/m Calculado: 178.4 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 633.3 kN/m Calculado: 353.9 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.166 mm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 0.191 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.78 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 3:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.9 m Calculado: 1.9 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 6.2 cm² Calculado: 6.2 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 6m_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 6.50 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 6.50 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.70 m, Md: -78.19 kN·m/m, Nd: 37.08 kN/m, Vd: -1.85 kN/m, Tensión máxima del acero: 227.714 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 6.84 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 3.50 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 3.50 m
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 3.50 m, Md: 463.12 kN·m/m, Nd: 102.25 kN/m, Vd: 218.24 kN/m, Tensión máxima del acero: 427.154 MPa
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.19 m
- Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 3.50 m, M: 310.47 kN·m/m, N: 96.37 kN/m
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m
- Tramo 3 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.00 m, Md: 1621.09 kN·m/m, Nd: 290.28 kN/m, Vd: 446.36 kN/m, Tensión máxima del acero: 395.138 MPa
- Tramo 3 -> Sección crítica a cortante: Cota: 1.33 m
- Tramo 3 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 1091.61 kN·m/m, N: 261.78 kN/m

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 6m_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 2.53	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 2.24	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.06	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.81	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 140 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.159 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.3272 MPa	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 6m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.159 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.3589 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 28.92 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 24.54 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 4.72 cm²/m Calculado: 24.54 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 595.4 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 421.7 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 330.3 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 128.9 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 128.9 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø25	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø25	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_RELLENO TRASDOS 6m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø16	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 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: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00175	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0028	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00043 Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.0007 Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00047 Calculado: 0.00175	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184 Calculado: 0.0028	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 1633.09 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 268.08 kN·m/m

12. MEDICIÓN

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15					Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		19x9.86 19x8.75				187.34 166.33
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)					53x4.89 53x18.84	259.17 998.69

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15					Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			24x9.86 24x15.56			236.64 373.49
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		16x9.86 16x8.75				157.76 140.06
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)				51x3.74 51x9.22		190.74 470.39
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			13x9.86 13x15.56			128.18 202.31
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)			51x3.22 51x5.08			164.22 259.19
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		13x9.86 13x8.75				128.18 113.80
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)			41x3.22 41x5.08			132.02 208.37
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		13x9.86 13x8.75				128.18 113.80
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)				2x9.86 2x24.32		19.72 48.63
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)				2x9.86 2x24.32		19.72 48.63
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)	67x1.18 67x0.26					79.06 17.54
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)					51x8.14 51x31.37	415.14 1599.70
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			51x9.86 51x15.56			502.86 793.67
Armadura superior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)					80x8.14 80x31.37	651.20 2509.34
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			51x9.86 51x15.56			502.86 793.67
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)			34x4.10 34x6.47			139.40 220.02
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)			34x3.60 34x5.68			122.40 193.19
Arranques	Longitud (m) Peso (kg)				51x2.66 51x6.56		135.66 334.56
Arranques	Longitud (m) Peso (kg)				50x2.06 50x5.08		103.00 254.01
Arranques	Longitud (m) Peso (kg)			41x1.71 41x2.70			70.11 110.66
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (kg)			34x2.18 34x3.44			74.12 116.99
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)					53x3.48 53x13.41	184.44 710.72
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)					52x2.58 52x9.94	134.16 516.97
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	79.06 17.54	601.46 533.99	2072.81 3271.56	468.84 1156.22	1644.11 6335.42	 11314.73
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	86.97 19.29	661.61 587.39	2280.09 3598.72	515.72 1271.84	1808.52 6968.96	 12446.20

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)						Hormigón (m³)	
Elemento	Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: Muro	19.29	587.39	3598.72	1271.84	6968.96	12446.20	191.30	7.70

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)						Hormigón (m³)	
Elemento	Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Totales	19.29	587.39	3598.72	1271.84	6968.96	12446.20	191.30	7.70

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 6

Hipótesis II

Depósito vacío, soportando las cargas de tierras del trasdós

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 2

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 5

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 5

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 6

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 9.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.50 m

Enrase: Trasdós

Longitud del muro en planta: 10.00 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 %

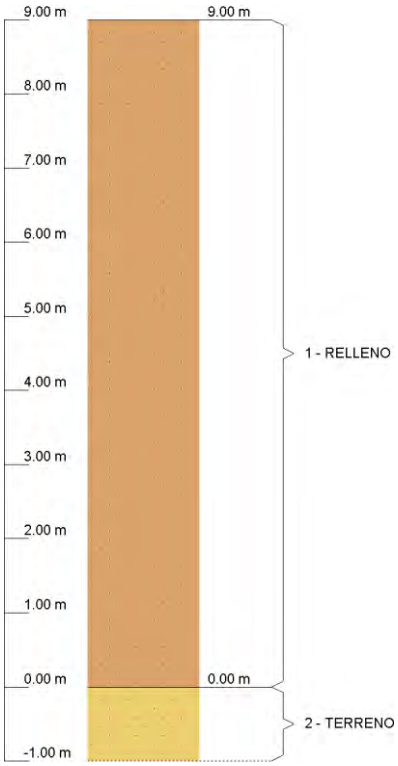
Tensión admisible: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - RELLENO	9.00 m	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 35.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.27 Reposo intradós: 0.43
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

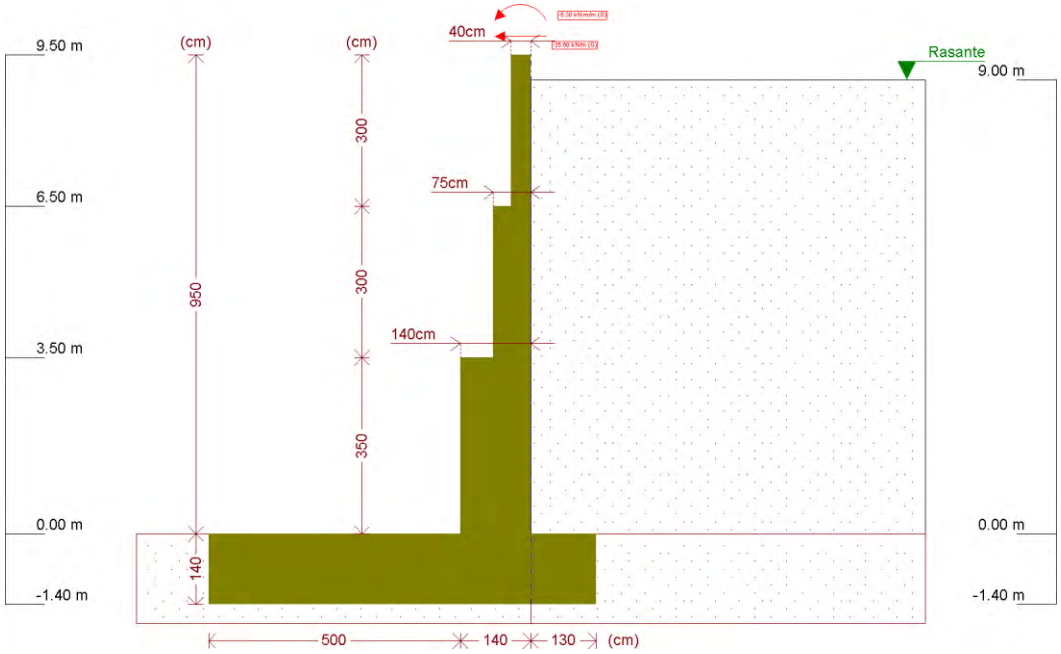
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
9.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
6.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
3.50 m	Altura: 3.50 m Espesor superior: 140.0 cm Espesor inferior: 140.0 cm
Altura total: 9.50 m	

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 140 cm Vuelos intradós / trasdós: 500.0 / 130.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 2: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 2: CON CUBIERTA

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)
9.50	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00
8.56	9.22	27.07	30.37	2.15	0.00
7.61	18.54	31.31	57.76	6.78	0.00
6.66	27.86	39.95	91.26	11.41	0.00
5.73	43.59	52.68	128.86	15.95	0.00
4.78	61.07	70.03	186.80	20.58	0.00
3.83	78.54	91.79	263.31	25.22	0.00
2.90	105.21	117.35	332.74	29.75	0.00
1.95	137.83	147.82	458.35	34.39	0.00
1.00	170.45	182.69	614.99	39.02	0.00
0.05	203.07	221.96	806.85	43.66	0.00
Máximos	204.78 Cota: 0.00 m	224.15 Cota: 0.00 m	818.01 Cota: 0.00 m	43.90 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	26.60 Cota: 9.50 m	5.30 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
9.50	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00

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)
8.56	9.22	27.59	30.60	2.43	0.00
7.61	18.54	32.85	58.92	7.66	0.00
6.66	27.86	43.09	94.60	12.90	0.00
5.73	43.59	58.26	136.18	18.03	0.00
4.78	61.07	78.75	200.87	23.27	0.00
3.83	78.54	104.22	287.39	28.51	0.00
2.90	105.21	134.45	370.42	33.64	0.00
1.95	137.83	170.53	514.90	38.88	0.00
1.00	170.45	211.58	696.00	44.11	0.00
0.05	203.07	257.61	918.47	49.35	0.00
Máximos	204.78 Cota: 0.00 m	260.17 Cota: 0.00 m	931.42 Cota: 0.00 m	49.63 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	26.60 Cota: 9.50 m	5.30 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø20: inferior / 2Ø20
Estribos: Ø6c/15
Canto viga: 30 cm
Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25	Ø16c/20 Solape: 1.15 m Refuerzo 1: Ø16 h=0.6 m	Ø12c/25
2	Ø20c/20 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=0.7 m	Ø16c/25	Ø20c/20 Solape: 1.45 m Refuerzo 1: Ø16 h=0.6 m	Ø12c/15
3	Ø25c/20 Solape: 1.9 m Refuerzo 1: Ø25 h=1 m	Ø16c/15	Ø25c/20 Solape: 2.15 m	Ø12c/15

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/15	Ø25c/12.5 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm
Inferior	Ø16c/15	Ø25c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
-Tramo 1:	Máximo: 962.9 kN/m Calculado: 58.7 kN/m	Cumple
-Tramo 2:	Máximo: 1465.3 kN/m Calculado: 146.5 kN/m	Cumple
-Tramo 3:	Máximo: 1916.2 kN/m Calculado: 332.2 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
-Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
-Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
-Tramo 3:	Calculado: 140 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós:	Calculado: 13.8 cm	Cumple
-Intradós:	Calculado: 23.4 cm	Cumple
-Tramo 3:		

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós:	Calculado: 13.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
- Tramo 1:		
- Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.0015	Cumple
- Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.0016	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.0015	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
- Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
- Trasdós:	Mínimo: 0.001	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00068 Calculado: 0.001	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00041 Calculado: 0.00107	Cumple
- Tramo 3:	Mínimo: 0.00036	
- Trasdós:	Calculado: 0.00053	Cumple
- Intradós:	Calculado: 0.00095	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
-Tramo 1:		
-Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00502	Cumple
-Trasdós (7.10 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00343	Cumple
-Trasdós (4.10 m):	Calculado: 0.00209	Cumple
-Tramo 3. Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00184	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
-Tramo 1:		
-Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00502	Cumple
-Trasdós (7.10 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00343	Cumple
-Trasdós (4.10 m):	Calculado: 0.00209	Cumple
-Tramo 3. Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00184	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
-Tramo 1:		
-Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Intradós (7.10 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2:		
-Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00209	Cumple
-Intradós (4.10 m):	Calculado: 0.00209	Cumple
-Tramo 3. Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00184	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
-Tramo 1:	Calculado: 0.00201	
-Intradós (6.50 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
-Intradós (7.10 m):	Mínimo: 0	Cumple
-Tramo 2:	Mínimo: 1e-005	
-Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00209	Cumple
-Intradós (4.10 m):	Calculado: 0.00209	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 3. Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005 Calculado: 0.00184	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 7.6 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 7.2 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 19 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
- Tramo 3:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 224.1 kN/m Calculado: 52.9 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 374 kN/m Calculado: 120.5 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 629.1 kN/m Calculado: 250.7 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 1:	Calculado: 0.13 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.192 mm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.72 m Calculado: 1.15 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.44 m Calculado: 1.45 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.72 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Tramo 3:		
- Base trasdós:	Mínimo: 2.12 m Calculado: 2.15 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 1.06 m Calculado: 1.9 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 6.2 cm² Calculado: 6.2 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 6.50 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 6.50 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.65 m, Md: 125.32 kN·m/m, Nd: 37.74 kN/m, Vd: 56.11 kN/m, Tensión máxima del acero: 376.956 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 6.84 m
- Tramo 1 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 6.50 m, M: 97.80 kN·m/m, N: 29.43 kN/m

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 3.50 m		
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 3.50 m		
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 3.50 m, Md: 418.55 kN·m/m, Nd: 114.23 kN/m, Vd: 146.58 kN/m, Tensión máxima del acero: 378.881 MPa		
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.19 m		
- Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 3.50 m, M: 295.01 kN·m/m, N: 84.61 kN/m		
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m		
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m		
- Tramo 3 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.00 m, Md: 1193.21 kN·m/m, Nd: 276.46 kN/m, Vd: 332.24 kN/m, Tensión máxima del acero: 278.430 MPa		
- Tramo 3 -> Sección crítica a cortante: Cota: 1.33 m		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 3.07	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 2.69	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.51	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.3	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 140 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0882 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.0999 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0882 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.1171 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 3.87 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 24.54 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 21.22 cm²/m Calculado: 24.54 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 595.4 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 319.3 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 253.4 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 36.3 cm Calculado: 128.9 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 71 cm Calculado: 128.9 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø25	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø25	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: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 6,5m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras:		
Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 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: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00175	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0028	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00043 Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.0007 Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00164 Calculado: 0.00175	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00039 Calculado: 0.0028	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 223.14 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 1187.81 kN·m/m

12. MEDICIÓN

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15					Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)					53x4.89 53x18.84	259.17 998.69
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			24x9.86 24x15.56			236.64 373.49
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		24x9.86 24x8.75				236.64 210.10
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)				51x3.69 51x9.10		188.19 464.11
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			13x9.86 13x15.56			128.18 202.31
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		21x9.86 21x8.75				207.06 183.84
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)			41x3.22 41x5.08			132.02 208.37

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15					Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		13x9.86 13x8.75				128.18 113.80
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)			51x3.22 51x5.08			164.22 259.19
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		13x9.86 13x8.75				128.18 113.80
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)				2x9.86 2x24.32		19.72 48.63
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)				2x9.86 2x24.32		19.72 48.63
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)	67x1.18 67x0.26					79.06 17.54
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)					51x8.14 51x31.37	415.14 1599.70
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			51x9.86 51x15.56			502.86 793.67
Armadura superior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)					80x8.14 80x31.37	651.20 2509.34
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			51x9.86 51x15.56			502.86 793.67
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)					53x4.95 53x19.07	262.35 1010.94
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)				51x4.15 51x10.23		211.65 521.96
Arranques	Longitud (m) Peso (kg)				51x2.66 51x6.56		135.66 334.56
Arranques	Longitud (m) Peso (kg)			50x1.02 50x1.61			51.00 80.49
Arranques	Longitud (m) Peso (kg)			41x1.71 41x2.70			70.11 110.66
Arranques	Longitud (m) Peso (kg)			50x1.02 50x1.61			51.00 80.49
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (kg)					53x3.48 53x13.41	184.44 710.72
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)					53x3.73 53x14.37	197.69 761.78
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	79.06 17.54	700.06 621.54	1838.89 2902.34	574.94 1417.89	1969.99 7591.17	 12550.48
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	86.97 19.29	770.07 683.70	2022.78 3192.57	632.43 1559.68	2166.99 8350.29	 13805.53

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)						Hormigón (m³)	
Elemento	Ø6	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: Muro	19.30	683.69	3192.57	1559.68	8350.29	13805.53	191.30	7.70
Totales	19.30	683.69	3192.57	1559.68	8350.29	13805.53	191.30	7.70

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 7

Hipótesis I

Depósito lleno, soportando cargas hidrostáticas del agua contenida

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 2

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 6

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 7

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 7

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 9.30 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.20 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 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 %

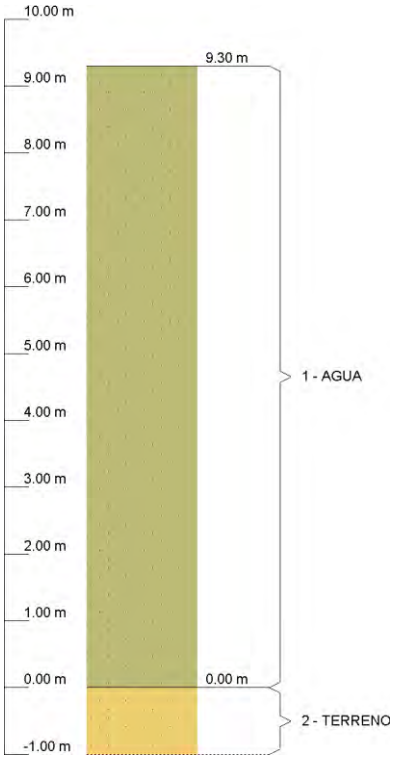
Tensión admisible: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - AGUA	9.30 m	Densidad aparente: 12.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 5.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.84 Reposo intradós: 0.91
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

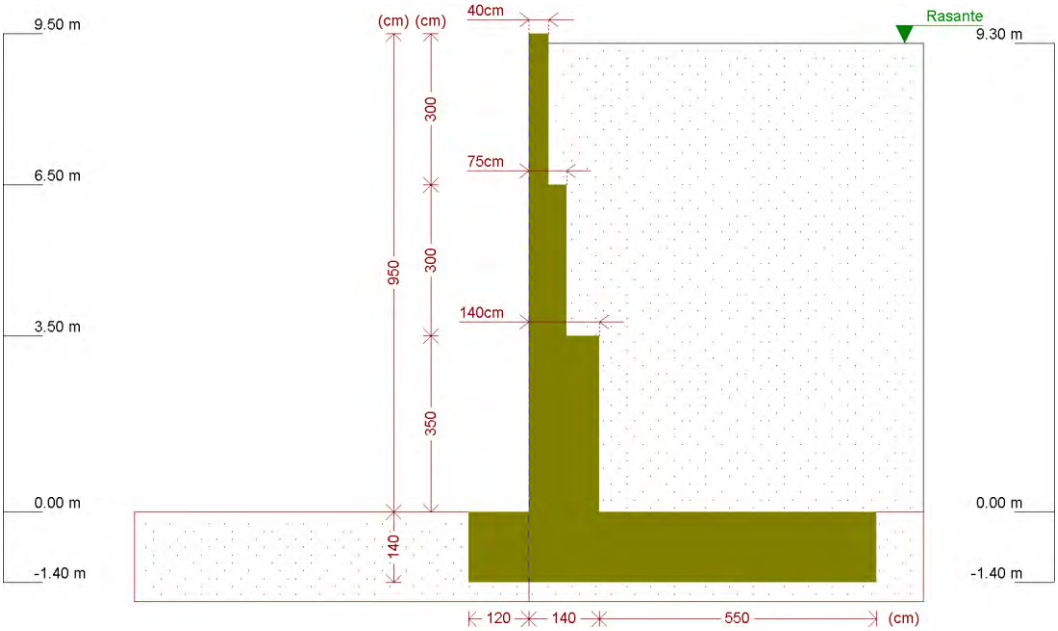
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
9.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
6.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
3.50 m	Altura: 3.50 m Espesor superior: 140.0 cm Espesor inferior: 140.0 cm
Altura total: 9.50 m	

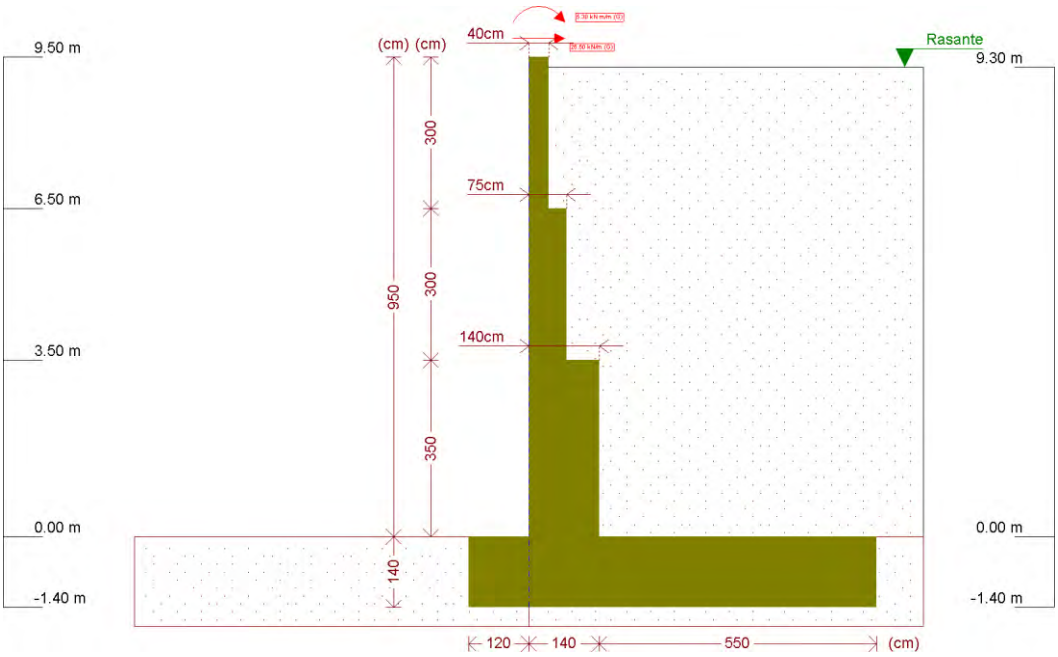
ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 140 cm Vuelos intradós / trasdós: 120.0 / 550.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 1: SIN CUBIERTA



Fase 2: Fase 2: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 1: SIN CUBIERTA

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)
9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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)
8.56	9.22	2.76	0.68	7.46	0.00
7.61	18.54	14.39	8.11	17.03	0.00
6.66	27.86	35.11	30.90	26.60	0.00
5.73	55.35	64.21	79.21	35.97	0.00
4.78	72.83	102.93	157.88	45.54	0.00
3.83	90.30	150.74	277.65	55.12	0.00
2.90	162.21	206.36	457.38	64.49	0.00
1.95	194.83	272.16	683.96	74.06	0.00
1.00	227.45	347.07	977.37	83.63	0.00
0.05	260.07	431.06	1346.26	93.20	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	435.73 Cota: 0.00 m	1367.93 Cota: 0.00 m	93.71 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.56	9.22	3.48	0.96	8.17	0.00
7.61	18.54	16.70	9.76	18.66	0.00
6.66	27.86	39.88	35.84	29.15	0.00
5.73	55.35	72.55	90.16	39.42	0.00
4.78	72.83	115.86	178.86	49.92	0.00
3.83	90.30	169.14	313.45	60.41	0.00
2.90	162.21	231.43	513.25	70.68	0.00
1.95	194.83	305.18	767.35	81.17	0.00
1.00	227.45	388.91	1096.26	91.66	0.00
0.05	260.07	482.60	1509.43	102.15	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	487.81 Cota: 0.00 m	1533.69 Cota: 0.00 m	102.70 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

FASE 2: FASE 2: CON CUBIERTA

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)
9.50	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
8.56	9.22	-23.84	-29.62	7.46	0.00
7.61	18.54	-12.21	-47.47	17.03	0.00
6.66	27.86	8.51	-49.94	26.60	0.00
5.73	55.35	37.61	-26.38	35.97	0.00
4.78	72.83	76.33	27.02	45.54	0.00
3.83	90.30	124.14	121.53	55.12	0.00
2.90	162.21	179.76	276.52	64.49	0.00

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)
1.95	194.83	245.56	477.83	74.06	0.00
1.00	227.45	320.47	745.97	83.63	0.00
0.05	260.07	404.46	1089.59	93.20	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	409.13 Cota: 0.00 m	1109.93 Cota: 0.00 m	93.71 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	-26.60 Cota: 9.50 m	-51.37 Cota: 7.00 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
9.50	0.00	-26.60	-5.30	0.00	0.00
8.56	9.22	-23.12	-29.34	8.17	0.00
7.61	18.54	-9.90	-45.81	18.66	0.00
6.66	27.86	13.28	-45.00	29.15	0.00
5.73	55.35	45.95	-15.43	39.42	0.00
4.78	72.83	89.26	48.01	49.92	0.00
3.83	90.30	142.54	157.33	60.41	0.00
2.90	162.21	204.83	332.39	70.68	0.00
1.95	194.83	278.58	561.22	81.17	0.00
1.00	227.45	362.31	864.86	91.66	0.00
0.05	260.07	456.00	1252.76	102.15	0.00
Máximos	261.78 Cota: 0.00 m	461.21 Cota: 0.00 m	1275.69 Cota: 0.00 m	102.70 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	-26.60 Cota: 9.50 m	-48.16 Cota: 7.15 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø20: inferior / 2Ø20 Estribos: Ø6c/15 Canto viga: 30 cm Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS

Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/15 Solape: 1.15 m	Ø12c/25	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25
2	Ø20c/15 Solape: 1.45 m	Ø12c/20	Ø20c/15 Solape: 1.3 m Refuerzo 1: Ø20 h=1.6 m	Ø16c/15
3	Ø25c/15 Solape: 2.15 m	Ø12c/15	Ø25c/15 Solape: 3 m Refuerzo 1: Ø25 h=1.1 m	Ø20c/15

ZAPATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/15	Ø25c/12.5 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm
Inferior	Ø16c/15	Ø20c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 514.5 kN/m Calculado: 59.2 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 2110.4 kN/m Calculado: 254.2 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 3755.8 kN/m Calculado: 653.6 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 140 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.8 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
- Tramo 1:		
- Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
- Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00418	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
- Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
- Trasdós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00111 Calculado: 0.00178	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Mínimo: 0.00017 Calculado: 0.00075	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00149	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 9e-005 Calculado: 0.0004	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00558	Cumple
- Trasdós (5.10 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.005	Cumple
- Trasdós (1.10 m):	Calculado: 0.0025	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
- Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00558	Cumple
- Trasdós (5.10 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.005	Cumple
- Trasdós (1.10 m):	Calculado: 0.0025	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
- Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00251	Cumple
- Tramo 2:		
- Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Intradós (5.10 m):	Calculado: 0.00089	Cumple
- Tramo 3:		
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
- Intradós (1.10 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
-Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00251	Cumple
-Tramo 2:	Calculado: 0.00089	
-Intradós (3.50 m):	Mínimo: 2e-005	Cumple
-Intradós (5.10 m):	Mínimo: 1e-005	Cumple
-Tramo 3:	Mínimo: 2e-005	
-Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
-Intradós (1.10 m):	Calculado: 0.00047	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 16.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 4.5 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
-Tramo 3:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 3.2 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 26.8 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
-Tramo 1:		
-Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
-Tramo 3:		
-Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
-Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
-Tramo 1:		Cumple
-Tramo 2:		Cumple
-Tramo 3:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 1:	Máximo: 222.9 kN/m Calculado: 45.6 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 373 kN/m Calculado: 197.3 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 633.3 kN/m Calculado: 479.1 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0.128 mm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 0.192 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 0.78 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.29 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
- Tramo 3:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.9 m Calculado: 3 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 6.2 cm² Calculado: 6.2 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 6.50 m		
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 6.50 m		
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.70 m, Md: -78.19 kN·m/m, Nd: 37.08 kN/m, Vd: -1.85 kN/m, Tensión máxima del acero: 227.714 MPa		
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 6.84 m		
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 3.50 m		
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 3.50 m		
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.50 m, Md: -73.42 kN·m/m, Nd: 51.49 kN/m, Vd: 3.59 kN/m, Tensión máxima del acero: 255.528 MPa		
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 4.19 m		
- Tramo 2 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 3.50 m, M: 330.46 kN·m/m, N: 96.37 kN/m		
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m		
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m		
- Tramo 3 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.00 m, Md: 2035.57 kN·m/m, Nd: 290.28 kN/m, Vd: 653.60 kN/m, Tensión máxima del acero: 385.570 MPa		
- Tramo 3 -> Sección crítica a cortante: Cota: 1.33 m		
- Tramo 3 -> Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: 0.00 m, M: 1367.93 kN·m/m, N: 261.78 kN/m		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 2.46	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 2.19	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.52	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.36	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 140 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1424 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.305 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1424 MPa	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.3328 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 39.08 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 6.46 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 595.4 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 524.3 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 392.2 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 129.4 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 37 cm Calculado: 129.4 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø20	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø25	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø16	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_AGUA_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras:		
Norma EHE-08. Artículo 42.3.1	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 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: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00112	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0028	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior:	Mínimo: 0.00028	
Norma EHE-08. Artículo 55	Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Mínimo: 0.0007	
Norma EHE-08. Artículo 55	Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Mínimo: 0.00063	
Norma EHE-08. Artículo 42.3.2	Calculado: 0.00112	Cumple
- Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.00184	
Norma EHE-08. Artículo 42.3.2	Calculado: 0.0028	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 2187.86 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 366.39 kN·m/m

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

TRAMO 7

Hipótesis II

Depósito vacío, soportando las cargas de tierras del trasdós

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES 2

2. ACCIONES 2

3. DATOS GENERALES 2

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO 2

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO 2

6. GEOMETRÍA 3

7. ESQUEMA DE LAS FASES 3

8. RESULTADOS DE LAS FASES 4

9. COMBINACIONES 5

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO 5

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA 6

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15

Tipo de ambiente: Clase IV

Recubrimiento en el intradós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 5.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 7.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 25 mm

2. ACCIONES

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.05 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Reposo

Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 3.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 6.50 m

Enrase: Trasdós

Longitud del muro en planta: 10.00 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 %

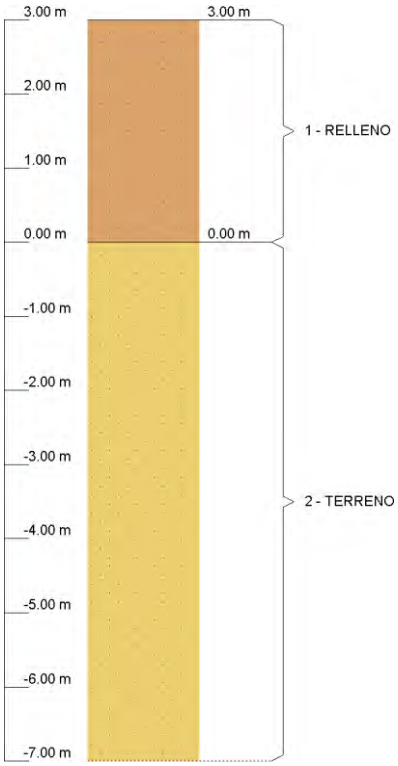
Tensión admisible: 0.300 MPa

Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.62

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - RELLENO	3.00 m	Densidad aparente: 18.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 35.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.27 Reposo intradós: 0.43
2 - TERRENO	0.00 m	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 10.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Reposo intradós: 0.47

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

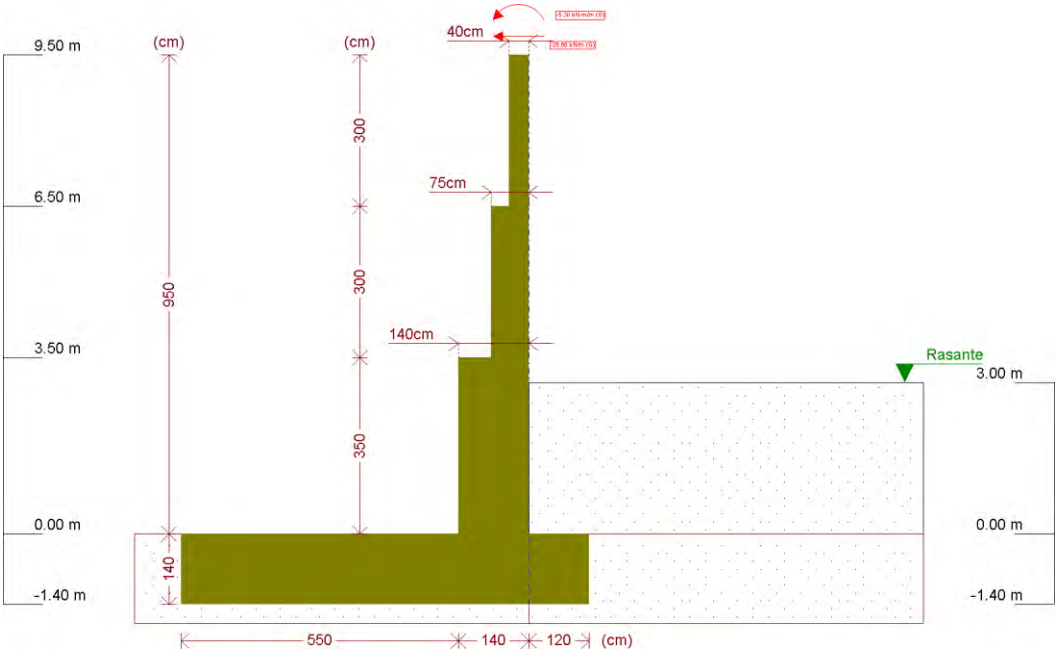
TRAMOS DEL MURO

Cota de la coronación	Descripción
9.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 40.0 cm Espesor inferior: 40.0 cm
6.50 m	Altura: 3.00 m Espesor superior: 75.0 cm Espesor inferior: 75.0 cm
3.50 m	Altura: 3.50 m Espesor superior: 140.0 cm Espesor inferior: 140.0 cm
Altura total: 9.50 m	

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 140 cm Vuelos intradós / trasdós: 550.0 / 120.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Fase 1: Fase 2: CON CUBIERTA

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE 2: CON CUBIERTA

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)
9.50	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00
8.56	9.22	26.60	30.30	0.00	0.00
7.61	18.54	26.60	55.57	0.00	0.00
6.66	27.86	26.60	80.84	0.00	0.00
5.73	43.59	26.60	100.43	0.00	0.00
4.78	61.07	26.60	125.70	0.00	0.00
3.83	78.54	26.60	150.97	0.00	0.00
2.90	105.21	26.62	148.21	0.49	0.00
1.95	137.83	29.29	174.42	5.12	0.00
1.00	170.45	36.36	205.25	9.76	0.00
0.05	203.07	47.82	244.89	14.39	0.00
Máximos	204.78 Cota: 0.00 m	48.55 Cota: 0.00 m	247.30 Cota: 0.00 m	14.63 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	26.60 Cota: 9.50 m	5.30 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

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)
9.50	0.00	26.60	5.30	0.00	0.00

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)
8.56	9.22	27.06	30.52	0.00	0.00
7.61	18.54	27.53	56.45	0.00	0.00
6.66	27.86	27.99	82.82	0.00	0.00
5.73	43.59	28.78	104.04	0.00	0.00
4.78	61.07	29.65	131.80	0.00	0.00
3.83	78.54	30.53	160.39	0.00	0.00
2.90	105.21	31.89	161.82	0.55	0.00
1.95	137.83	36.53	193.93	5.79	0.00
1.00	170.45	46.15	232.81	11.03	0.00
0.05	203.07	60.75	283.19	16.27	0.00
Máximos	204.78 Cota: 0.00 m	61.65 Cota: 0.00 m	286.25 Cota: 0.00 m	16.54 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 9.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 9.50 m	26.60 Cota: 9.50 m	5.30 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m	0.00 Cota: 9.50 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

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

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis		
Combinación	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	1.00

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN
Armadura superior / 2Ø20: inferior / 2Ø20
Estribos: Ø6c/15
Canto viga: 30 cm
Anclaje intradós / trasdós: 28 / 28 cm

TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø16c/25 Solape: 0.8 m	Ø12c/25	Ø16c/15 Solape: 1.15 m	Ø12c/25
2	Ø20c/20 Solape: 1.3 m	Ø16c/15	Ø20c/15 Solape: 1.45 m	Ø12c/20
3	Ø25c/14 Solape: 3 m	Ø20c/15	Ø25c/15 Solape: 2.15 m	Ø12c/15

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø16c/15	Ø25c/12.5 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm
Inferior	Ø16c/15	Ø20c/20 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*		
- Tramo 1:	Máximo: 713.8 kN/m Calculado: 35.9 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 1272.6 kN/m Calculado: 35.9 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 2202.3 kN/m Calculado: 68.8 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm	
- Tramo 1:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 75 cm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 140 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23.8 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 18.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 13.4 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Calculado: 13.8 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 13 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.001	
- Tramo 1:		
- Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00113	Cumple
- Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00268	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.0015	Cumple
- Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.00418	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*		
- Tramo 1:	Calculado: 0.00113	
- Trasdós:	Mínimo: 0.00067	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Tramo 2:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00055 Calculado: 0.00075	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00041 Calculado: 0.00178	Cumple
- Tramo 3:		
- Trasdós:	Mínimo: 0.00046 Calculado: 0.00053	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.0005 Calculado: 0.00149	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
-Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00335	Cumple
-Tramo 2. Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
-Tramo 3. Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00233	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184	
-Tramo 1. Trasdós (6.50 m):	Calculado: 0.00335	Cumple
-Tramo 2. Trasdós (3.50 m):	Calculado: 0.00279	Cumple
-Tramo 3. Trasdós (0.00 m):	Calculado: 0.00233	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027	
-Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2. Intradós (3.50 m):	Calculado: 0.00209	Cumple
-Tramo 3. Intradós (0.00 m):	Calculado: 0.0025	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*		
-Tramo 1. Intradós (6.50 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00201	Cumple
-Tramo 2. Intradós (3.50 m):	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00209	Cumple
-Tramo 3. Intradós (0.00 m):	Mínimo: 2e-005 Calculado: 0.0025	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 3.1 cm	
-Tramo 1:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 11.8 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 21.8 cm	Cumple
-Tramo 2:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 11 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 16 cm	Cumple
-Tramo 3:		
-Trasdós, vertical:	Calculado: 10 cm	Cumple
-Intradós, vertical:	Calculado: 9 cm	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Tramo 1:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Tramo 2:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Tramo 3:		
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 14 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		
- Tramo 1:		Cumple
- Tramo 2:		Cumple
- Tramo 3:		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*		
- Tramo 1:	Máximo: 219.5 kN/m Calculado: 35.9 kN/m	Cumple
- Tramo 2:	Máximo: 366 kN/m Calculado: 35.9 kN/m	Cumple
- Tramo 3:	Máximo: 629.1 kN/m Calculado: 46 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm	
- Tramo 1:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 2:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Tramo 3:	Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*		
- Tramo 1:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.12 m Calculado: 1.15 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.8 m	Cumple
- Tramo 2:		
- Base trasdós:	Mínimo: 1.44 m Calculado: 1.45 m	Cumple

Referencia: Muro: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
- Base intradós:	Mínimo: 0.72 m Calculado: 1.3 m	Cumple
- Tramo 3:		
- Base trasdós:	Mínimo: 2.12 m Calculado: 2.15 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 1.06 m Calculado: 3 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 28 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 6.2 cm² Calculado: 6.2 cm²	Cumple
Canto mínimo viga coronación: *Criterio de CYPE: el canto de la viga debe ser mayor que el ancho de la viga o 25 cm*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Área mínima estribos viga coronación: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 2.16 cm²/m Calculado: 3.76 cm²/m	Cumple
Separación máxima entre estribos: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Máximo: 22.5 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 6.50 m
- Tramo 1 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 6.50 m
- Tramo 1 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.50 m, Md: 114.88 kN·m/m, Nd: 39.73 kN/m, Vd: 35.91 kN/m, Tensión máxima del acero: 248.162 MPa
- Tramo 1 -> Sección crítica a cortante: Cota: 9.50 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 3.50 m
- Tramo 2 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 3.50 m
- Tramo 2 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 6.50 m, Md: 107.93 kN·m/m, Nd: 39.73 kN/m, Vd: 35.91 kN/m, Tensión máxima del acero: 152.915 MPa
- Tramo 2 -> Sección crítica a cortante: Cota: 6.50 m
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: 0.00 m
- Tramo 3 -> Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: 0.00 m
- Tramo 3 -> Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 3.50 m, Md: 178.54 kN·m/m, Nd: 114.23 kN/m, Vd: 35.91 kN/m, Tensión máxima del acero: 67.103 MPa
- Tramo 3 -> Sección crítica a cortante: Cota: 1.33 m

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.8 Calculado: 8.19	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 7.02	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.59	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 4.44	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 140 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0676 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.0991 MPa	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0676 MPa	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 0.45 MPa Calculado: 0.0937 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 0.15 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0.36 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m Calculado: 39.27 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 6.44 cm²/m Calculado: 15.7 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 595.4 kN/m	
- Trasdós (Situaciones persistentes):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Trasdós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 0 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones persistentes):	Calculado: 101.6 kN/m	Cumple
- Intradós (Situaciones accidentales sísmicas):	Calculado: 85.9 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 35 cm Calculado: 129.4 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 71 cm Calculado: 129.4 cm	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento:		
- Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø20	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø16	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø25	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: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 12.5 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: 0.00095	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00112	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.0028	Cumple
Cuantía mecánica mínima:		
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00028 Calculado: 0.00095	Cumple

Referencia: Zapata corrida: FONDILLO H=9,5 m_TIERRAS SIN AGUA 3,0m_CUBIERTA 70%		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.0007 Calculado: 0.00095	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00063 Calculado: 0.00112	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.0028	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 20.90 kN·m/m
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 365.31 kN·m/m

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 1 TRAMOS DE MURO DE DEPÓSITO

APÉNDICE 1

COMPROBACIÓN DE LA LOSA DEL DEPÓSITO

Armados de losas

Cimentación

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza
————————————

Desplazamientos en nudos de losas y reticulares

127 Fecha: 20/01/23

Desp en mm. Giros en radianes x 1000

Cimentación

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-11.606	-8.991	Máx.	-0.0435	0.0088	-0.0006
		Mín.	-0.8854	0.0004	-0.0117
		Dif.	0.8420	0.0083	0.0111
-11.606	-8.741	Máx.	-0.0434	0.0061	-0.0006
		Mín.	-0.8836	0.0003	-0.0118
		Dif.	0.8402	0.0058	0.0112
-11.606	-8.491	Máx.	-0.0433	0.0039	-0.0006
		Mín.	-0.8824	0.0002	-0.0119
		Dif.	0.8391	0.0037	0.0113
-11.606	-8.241	Máx.	-0.0433	0.0022	-0.0006
		Mín.	-0.8817	0.0001	-0.0120
		Dif.	0.8384	0.0021	0.0114
-11.606	-7.991	Máx.	-0.0433	0.0010	-0.0006
		Mín.	-0.8814	0.0000	-0.0120
		Dif.	0.8381	0.0009	0.0114
-11.606	-7.741	Máx.	-0.0433	0.0003	-0.0006
		Mín.	-0.8813	0.0000	-0.0121
		Dif.	0.8380	0.0002	0.0115
-11.606	-7.491	Máx.	-0.0433	-0.0000	-0.0006
		Mín.	-0.8813	-0.0001	-0.0121
		Dif.	0.8380	0.0001	0.0115
-11.606	-7.241	Máx.	-0.0433	-0.0000	-0.0006
		Mín.	-0.8813	-0.0002	-0.0121
		Dif.	0.8381	0.0002	0.0115
-11.606	-6.991	Máx.	-0.0433	-0.0000	-0.0006
		Mín.	-0.8814	-0.0002	-0.0121
		Dif.	0.8381	0.0001	0.0115
-11.606	-6.741	Máx.	-0.0433	-0.0000	-0.0006
		Mín.	-0.8814	-0.0000	-0.0121
		Dif.	0.8381	0.0000	0.0115
-11.606	-6.491	Máx.	-0.0433	0.0002	-0.0006
		Mín.	-0.8814	0.0000	-0.0121
		Dif.	0.8381	0.0001	0.0115
-11.606	-6.241	Máx.	-0.0433	0.0002	-0.0006
		Mín.	-0.8813	0.0000	-0.0121
		Dif.	0.8381	0.0002	0.0115
-11.606	-5.991	Máx.	-0.0433	0.0001	-0.0006
		Mín.	-0.8813	0.0000	-0.0121
		Dif.	0.8380	0.0001	0.0115
-11.606	-5.741	Máx.	-0.0433	-0.0000	-0.0006
		Mín.	-0.8813	-0.0003	-0.0121
		Dif.	0.8380	0.0002	0.0115
-11.606	-5.491	Máx.	-0.0433	-0.0000	-0.0006
		Mín.	-0.8814	-0.0010	-0.0120
		Dif.	0.8381	0.0009	0.0114
-11.606	-5.241	Máx.	-0.0433	-0.0001	-0.0006
		Mín.	-0.8817	-0.0022	-0.0120
		Dif.	0.8384	0.0021	0.0114
-11.606	-4.991	Máx.	-0.0433	-0.0002	-0.0006
		Mín.	-0.8824	-0.0039	-0.0119
		Dif.	0.8391	0.0037	0.0113
-11.606	-4.741	Máx.	-0.0434	-0.0003	-0.0006
		Mín.	-0.8836	-0.0061	-0.0118
		Dif.	0.8402	0.0058	0.0112

ÍNDICE

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA 2

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA 2

3. NORMAS CONSIDERADAS 2

4. ACCIONES CONSIDERADAS 2
- **4.1. Viento** 2
- **4.2. Sismo** 2
- **4.3. Hipótesis de carga** 2
- **4.4. Listado de cargas** 2

5. ESTADOS LÍMITE 2

6. SITUACIONES DE PROYECTO 2
- **6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)** 3
- **6.2. Combinaciones** 4

7. COTA DE CIMENTACIÓN 4

8. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN 5
- **8.1. Losas de cimentación** 5

9. MATERIALES UTILIZADOS 5
- **9.1. Hormigones** 5
- **9.2. Aceros por elemento y posición** 5
  - 9.2.1. Aceros en barras 5
  - 9.2.2. Aceros en perfiles 5

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2023

Número de licencia: 149007

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: 127

Clave: Losa Solera Depósito

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1. Viento

Sin acción de viento

4.2. Sismo

Sin acción de sismo

4.3. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso

4.4. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cimentación	Sobrecarga de uso	Superficial	95.00	(-6.61,-4.24) (-11.61,-4.24) (-11.61,-9.24) (-6.61,-9.24)

5. ESTADOS LÍMITE

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

6. SITUACIONES DE PROYECTO

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

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

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

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

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

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

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

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

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)

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

Desplazamientos

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

6.2. Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio
CM Cargas muertas
Qa Sobrecarga de uso

- **E.L.U. de rotura. Hormigón**

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

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

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

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

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

7. COTA DE CIMENTACIÓN

Grupo	Nombre del grupo	Cota
0	Cimentación	0.00

8. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

8.1. Losas de cimentación

Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
Todas	20	120000.00	0.200	0.300

9. MATERIALES UTILIZADOS

9.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Vigas y losas de cimentación	HA-30	30	1.50	Cuarcita	15	32837
Forjados	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	31476

9.2. Aceros por elemento y posición

9.2.1. Aceros en barras

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

9.2.2. Aceros en perfiles

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

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-11.606	-4.491	Máx.	-0.0435	-0.0004	-0.0006
		Mín.	-0.8854	-0.0088	-0.0117
		Dif.	0.8420	0.0083	0.0111
-11.357	-9.240	Máx.	-0.0435	0.0117	-0.0004
		Mín.	-0.8854	0.0006	-0.0088
		Dif.	0.8420	0.0111	0.0083
-11.357	-8.991	Máx.	-0.0433	0.0088	-0.0004
		Mín.	-0.8829	0.0004	-0.0088
		Dif.	0.8395	0.0083	0.0083
-11.357	-8.741	Máx.	-0.0433	0.0061	-0.0004
		Mín.	-0.8810	0.0003	-0.0088
		Dif.	0.8378	0.0058	0.0084
-11.357	-8.491	Máx.	-0.0432	0.0039	-0.0004
		Mín.	-0.8798	0.0002	-0.0089
		Dif.	0.8366	0.0037	0.0085
-11.357	-8.241	Máx.	-0.0432	0.0022	-0.0004
		Mín.	-0.8791	0.0001	-0.0090
		Dif.	0.8360	0.0021	0.0086
-11.357	-7.991	Máx.	-0.0431	0.0010	-0.0004
		Mín.	-0.8788	0.0000	-0.0091
		Dif.	0.8356	0.0009	0.0086
-11.357	-7.741	Máx.	-0.0431	0.0003	-0.0004
		Mín.	-0.8786	0.0000	-0.0091
		Dif.	0.8355	0.0002	0.0087
-11.357	-7.491	Máx.	-0.0431	-0.0000	-0.0004
		Mín.	-0.8786	-0.0001	-0.0091
		Dif.	0.8355	0.0001	0.0087
-11.357	-7.241	Máx.	-0.0431	-0.0000	-0.0004
		Mín.	-0.8787	-0.0002	-0.0091
		Dif.	0.8355	0.0002	0.0087
-11.357	-6.991	Máx.	-0.0431	-0.0000	-0.0004
		Mín.	-0.8787	-0.0002	-0.0092
		Dif.	0.8356	0.0001	0.0087
-11.357	-6.741	Máx.	-0.0431	-0.0000	-0.0004
		Mín.	-0.8788	-0.0000	-0.0092
		Dif.	0.8356	0.0000	0.0087
-11.357	-6.491	Máx.	-0.0431	0.0002	-0.0004
		Mín.	-0.8787	0.0000	-0.0092
		Dif.	0.8356	0.0001	0.0087
-11.357	-6.241	Máx.	-0.0431	0.0002	-0.0004
		Mín.	-0.8787	0.0000	-0.0091
		Dif.	0.8355	0.0002	0.0087
-11.357	-5.991	Máx.	-0.0431	0.0001	-0.0004
		Mín.	-0.8786	0.0000	-0.0091
		Dif.	0.8355	0.0001	0.0087
-11.357	-5.741	Máx.	-0.0431	-0.0000	-0.0004
		Mín.	-0.8786	-0.0003	-0.0091
		Dif.	0.8355	0.0002	0.0087
-11.357	-5.491	Máx.	-0.0431	-0.0000	-0.0004
		Mín.	-0.8788	-0.0010	-0.0091
		Dif.	0.8356	0.0009	0.0086
-11.357	-5.241	Máx.	-0.0432	-0.0001	-0.0004
		Mín.	-0.8791	-0.0022	-0.0090
		Dif.	0.8360	0.0021	0.0086

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-11.357	-4.991	Máx.	-0.0432	-0.0002	-0.0004
		Mín.	-0.8798	-0.0039	-0.0089
		Dif.	0.8366	0.0037	0.0085
-11.357	-4.741	Máx.	-0.0433	-0.0003	-0.0004
		Mín.	-0.8810	-0.0061	-0.0088
		Dif.	0.8378	0.0058	0.0084
-11.357	-4.491	Máx.	-0.0433	-0.0004	-0.0004
		Mín.	-0.8829	-0.0088	-0.0088
		Dif.	0.8395	0.0083	0.0083
-11.357	-4.241	Máx.	-0.0435	-0.0006	-0.0004
		Mín.	-0.8854	-0.0117	-0.0088
		Dif.	0.8420	0.0111	0.0083
-11.107	-9.240	Máx.	-0.0434	0.0118	-0.0003
		Mín.	-0.8836	0.0006	-0.0061
		Dif.	0.8402	0.0112	0.0058
-11.107	-8.991	Máx.	-0.0433	0.0088	-0.0003
		Mín.	-0.8810	0.0004	-0.0061
		Dif.	0.8378	0.0084	0.0058
-11.107	-8.741	Máx.	-0.0432	0.0062	-0.0003
		Mín.	-0.8792	0.0003	-0.0062
		Dif.	0.8360	0.0059	0.0059
-11.107	-8.491	Máx.	-0.0431	0.0039	-0.0003
		Mín.	-0.8780	0.0002	-0.0062
		Dif.	0.8349	0.0037	0.0059
-11.107	-8.241	Máx.	-0.0431	0.0022	-0.0003
		Mín.	-0.8772	0.0001	-0.0063
		Dif.	0.8342	0.0021	0.0060
-11.107	-7.991	Máx.	-0.0431	0.0010	-0.0003
		Mín.	-0.8769	0.0001	-0.0063
		Dif.	0.8338	0.0010	0.0060
-11.107	-7.741	Máx.	-0.0430	0.0003	-0.0003
		Mín.	-0.8767	0.0000	-0.0064
		Dif.	0.8337	0.0003	0.0061
-11.107	-7.491	Máx.	-0.0430	-0.0000	-0.0003
		Mín.	-0.8767	-0.0001	-0.0064
		Dif.	0.8337	0.0001	0.0061
-11.107	-7.241	Máx.	-0.0430	-0.0000	-0.0003
		Mín.	-0.8768	-0.0002	-0.0064
		Dif.	0.8337	0.0002	0.0061
-11.107	-6.991	Máx.	-0.0430	-0.0000	-0.0003
		Mín.	-0.8768	-0.0001	-0.0064
		Dif.	0.8338	0.0001	0.0061
-11.107	-6.741	Máx.	-0.0430	-0.0000	-0.0003
		Mín.	-0.8768	-0.0000	-0.0064
		Dif.	0.8338	0.0000	0.0061
-11.107	-6.491	Máx.	-0.0430	0.0001	-0.0003
		Mín.	-0.8768	0.0000	-0.0064
		Dif.	0.8338	0.0001	0.0061
-11.107	-6.241	Máx.	-0.0430	0.0002	-0.0003
		Mín.	-0.8768	0.0000	-0.0064
		Dif.	0.8337	0.0002	0.0061
-11.107	-5.991	Máx.	-0.0430	0.0001	-0.0003
		Mín.	-0.8767	0.0000	-0.0064
		Dif.	0.8337	0.0001	0.0061

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-11.107	-5.741	Máx.	-0.0430	-0.0000	-0.0003
		Mín.	-0.8767	-0.0003	-0.0064
		Dif.	0.8337	0.0003	0.0061
-11.107	-5.491	Máx.	-0.0431	-0.0001	-0.0003
		Mín.	-0.8769	-0.0010	-0.0063
		Dif.	0.8338	0.0010	0.0060
-11.107	-5.241	Máx.	-0.0431	-0.0001	-0.0003
		Mín.	-0.8772	-0.0022	-0.0063
		Dif.	0.8342	0.0021	0.0060
-11.107	-4.991	Máx.	-0.0431	-0.0002	-0.0003
		Mín.	-0.8780	-0.0039	-0.0062
		Dif.	0.8349	0.0037	0.0059
-11.107	-4.741	Máx.	-0.0432	-0.0003	-0.0003
		Mín.	-0.8792	-0.0062	-0.0062
		Dif.	0.8360	0.0059	0.0059
-11.107	-4.491	Máx.	-0.0433	-0.0004	-0.0003
		Mín.	-0.8810	-0.0088	-0.0061
		Dif.	0.8378	0.0084	0.0058
-11.107	-4.241	Máx.	-0.0434	-0.0006	-0.0003
		Mín.	-0.8836	-0.0118	-0.0061
		Dif.	0.8402	0.0112	0.0058
-10.857	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0119	-0.0002
		Mín.	-0.8824	0.0006	-0.0039
		Dif.	0.8391	0.0113	0.0037
-10.857	-8.991	Máx.	-0.0432	0.0089	-0.0002
		Mín.	-0.8798	0.0004	-0.0039
		Dif.	0.8366	0.0085	0.0037
-10.857	-8.741	Máx.	-0.0431	0.0062	-0.0002
		Mín.	-0.8780	0.0003	-0.0039
		Dif.	0.8349	0.0059	0.0037
-10.857	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0040	-0.0002
		Mín.	-0.8767	0.0002	-0.0040
		Dif.	0.8337	0.0038	0.0038
-10.857	-8.241	Máx.	-0.0430	0.0023	-0.0002
		Mín.	-0.8760	0.0001	-0.0040
		Dif.	0.8330	0.0022	0.0038
-10.857	-7.991	Máx.	-0.0430	0.0011	-0.0002
		Mín.	-0.8756	0.0001	-0.0041
		Dif.	0.8326	0.0010	0.0039
-10.857	-7.741	Máx.	-0.0430	0.0003	-0.0002
		Mín.	-0.8754	0.0000	-0.0041
		Dif.	0.8325	0.0003	0.0039
-10.857	-7.491	Máx.	-0.0430	-0.0000	-0.0002
		Mín.	-0.8754	-0.0001	-0.0041
		Dif.	0.8324	0.0001	0.0039
-10.857	-7.241	Máx.	-0.0430	-0.0000	-0.0002
		Mín.	-0.8755	-0.0002	-0.0042
		Dif.	0.8325	0.0002	0.0039
-10.857	-6.991	Máx.	-0.0430	-0.0000	-0.0002
		Mín.	-0.8755	-0.0001	-0.0042
		Dif.	0.8325	0.0001	0.0040
-10.857	-6.741	Máx.	-0.0430	-0.0000	-0.0002
		Mín.	-0.8755	-0.0000	-0.0042
		Dif.	0.8326	0.0000	0.0040

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-10.857	-6.491	Máx.	-0.0430	0.0001	-0.0002
		Mín.	-0.8755	0.0000	-0.0042
		Dif.	0.8325	0.0001	0.0040
-10.857	-6.241	Máx.	-0.0430	0.0002	-0.0002
		Mín.	-0.8755	0.0000	-0.0042
		Dif.	0.8325	0.0002	0.0039
-10.857	-5.991	Máx.	-0.0430	0.0001	-0.0002
		Mín.	-0.8754	0.0000	-0.0041
		Dif.	0.8324	0.0001	0.0039
-10.857	-5.741	Máx.	-0.0430	-0.0000	-0.0002
		Mín.	-0.8754	-0.0003	-0.0041
		Dif.	0.8325	0.0003	0.0039
-10.857	-5.491	Máx.	-0.0430	-0.0001	-0.0002
		Mín.	-0.8756	-0.0011	-0.0041
		Dif.	0.8326	0.0010	0.0039
-10.857	-5.241	Máx.	-0.0430	-0.0001	-0.0002
		Mín.	-0.8760	-0.0023	-0.0040
		Dif.	0.8330	0.0022	0.0038
-10.857	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	-0.0002
		Mín.	-0.8767	-0.0040	-0.0040
		Dif.	0.8337	0.0038	0.0038
-10.857	-4.741	Máx.	-0.0431	-0.0003	-0.0002
		Mín.	-0.8780	-0.0062	-0.0039
		Dif.	0.8349	0.0059	0.0037
-10.857	-4.491	Máx.	-0.0432	-0.0004	-0.0002
		Mín.	-0.8798	-0.0089	-0.0039
		Dif.	0.8366	0.0085	0.0037
-10.857	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	-0.0002
		Mín.	-0.8824	-0.0119	-0.0039
		Dif.	0.8391	0.0113	0.0037
-10.607	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0120	-0.0001
		Mín.	-0.8817	0.0006	-0.0022
		Dif.	0.8384	0.0114	0.0021
-10.607	-8.991	Máx.	-0.0432	0.0090	-0.0001
		Mín.	-0.8791	0.0004	-0.0022
		Dif.	0.8360	0.0086	0.0021
-10.607	-8.741	Máx.	-0.0431	0.0063	-0.0001
		Mín.	-0.8772	0.0003	-0.0022
		Dif.	0.8342	0.0060	0.0021
-10.607	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0040	-0.0001
		Mín.	-0.8760	0.0002	-0.0023
		Dif.	0.8330	0.0038	0.0022
-10.607	-8.241	Máx.	-0.0430	0.0023	-0.0001
		Mín.	-0.8752	0.0001	-0.0023
		Dif.	0.8322	0.0022	0.0022
-10.607	-7.991	Máx.	-0.0430	0.0011	-0.0001
		Mín.	-0.8748	0.0001	-0.0023
		Dif.	0.8319	0.0010	0.0022
-10.607	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0003	-0.0001
		Mín.	-0.8747	0.0000	-0.0024
		Dif.	0.8317	0.0003	0.0023
-10.607	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0001
		Mín.	-0.8746	-0.0001	-0.0024
		Dif.	0.8317	0.0001	0.0023

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-10.607	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0001
		Mín.	-0.8747	-0.0002	-0.0024
		Dif.	0.8317	0.0002	0.0023
-10.607	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0001
		Mín.	-0.8747	-0.0001	-0.0024
		Dif.	0.8318	0.0001	0.0023
-10.607	-6.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0001
		Mín.	-0.8747	-0.0000	-0.0024
		Dif.	0.8318	0.0000	0.0023
-10.607	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	-0.0001
		Mín.	-0.8747	0.0000	-0.0024
		Dif.	0.8318	0.0001	0.0023
-10.607	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	-0.0001
		Mín.	-0.8747	0.0000	-0.0024
		Dif.	0.8317	0.0002	0.0023
-10.607	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0001	-0.0001
		Mín.	-0.8746	0.0000	-0.0024
		Dif.	0.8317	0.0001	0.0023
-10.607	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0001
		Mín.	-0.8747	-0.0003	-0.0024
		Dif.	0.8317	0.0003	0.0023
-10.607	-5.491	Máx.	-0.0430	-0.0001	-0.0001
		Mín.	-0.8748	-0.0011	-0.0023
		Dif.	0.8319	0.0010	0.0022
-10.607	-5.241	Máx.	-0.0430	-0.0001	-0.0001
		Mín.	-0.8752	-0.0023	-0.0023
		Dif.	0.8322	0.0022	0.0022
-10.607	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	-0.0001
		Mín.	-0.8760	-0.0040	-0.0023
		Dif.	0.8330	0.0038	0.0022
-10.607	-4.741	Máx.	-0.0431	-0.0003	-0.0001
		Mín.	-0.8772	-0.0063	-0.0022
		Dif.	0.8342	0.0060	0.0021
-10.607	-4.491	Máx.	-0.0432	-0.0004	-0.0001
		Mín.	-0.8791	-0.0090	-0.0022
		Dif.	0.8360	0.0086	0.0021
-10.607	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	-0.0001
		Mín.	-0.8817	-0.0120	-0.0022
		Dif.	0.8384	0.0114	0.0021
-10.357	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0120	-0.0000
		Mín.	-0.8814	0.0006	-0.0010
		Dif.	0.8381	0.0114	0.0009
-10.357	-8.991	Máx.	-0.0431	0.0091	-0.0000
		Mín.	-0.8788	0.0004	-0.0010
		Dif.	0.8356	0.0086	0.0009
-10.357	-8.741	Máx.	-0.0431	0.0063	-0.0001
		Mín.	-0.8769	0.0003	-0.0010
		Dif.	0.8338	0.0060	0.0010
-10.357	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0041	-0.0001
		Mín.	-0.8756	0.0002	-0.0011
		Dif.	0.8326	0.0039	0.0010
-10.357	-8.241	Máx.	-0.0430	0.0023	-0.0001
		Mín.	-0.8748	0.0001	-0.0011
		Dif.	0.8319	0.0022	0.0010

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-10.357	-7.991	Máx.	-0.0429	0.0011	-0.0001
		Mín.	-0.8744	0.0001	-0.0011
		Dif.	0.8315	0.0011	0.0011
-10.357	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0004	-0.0001
		Mín.	-0.8742	0.0000	-0.0012
		Dif.	0.8313	0.0003	0.0011
-10.357	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0001
		Mín.	-0.8742	-0.0000	-0.0012
		Dif.	0.8313	0.0000	0.0011
-10.357	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0001
		Mín.	-0.8743	-0.0002	-0.0012
		Dif.	0.8313	0.0002	0.0011
-10.357	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0001
		Mín.	-0.8743	-0.0001	-0.0012
		Dif.	0.8314	0.0001	0.0011
-10.357	-6.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0001
		Mín.	-0.8743	-0.0000	-0.0012
		Dif.	0.8314	0.0000	0.0011
-10.357	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	-0.0001
		Mín.	-0.8743	0.0000	-0.0012
		Dif.	0.8314	0.0001	0.0011
-10.357	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	-0.0001
		Mín.	-0.8743	0.0000	-0.0012
		Dif.	0.8313	0.0002	0.0011
-10.357	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0000	-0.0001
		Mín.	-0.8742	0.0000	-0.0012
		Dif.	0.8313	0.0000	0.0011
-10.357	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0001
		Mín.	-0.8742	-0.0004	-0.0012
		Dif.	0.8313	0.0003	0.0011
-10.357	-5.491	Máx.	-0.0429	-0.0001	-0.0001
		Mín.	-0.8744	-0.0011	-0.0011
		Dif.	0.8315	0.0011	0.0011
-10.357	-5.241	Máx.	-0.0430	-0.0001	-0.0001
		Mín.	-0.8748	-0.0023	-0.0011
		Dif.	0.8319	0.0022	0.0010
-10.357	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	-0.0001
		Mín.	-0.8756	-0.0041	-0.0011
		Dif.	0.8326	0.0039	0.0010
-10.357	-4.741	Máx.	-0.0431	-0.0003	-0.0001
		Mín.	-0.8769	-0.0063	-0.0010
		Dif.	0.8338	0.0060	0.0010
-10.357	-4.491	Máx.	-0.0431	-0.0004	-0.0000
		Mín.	-0.8788	-0.0091	-0.0010
		Dif.	0.8356	0.0086	0.0009
-10.357	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	-0.0000
		Mín.	-0.8814	-0.0120	-0.0010
		Dif.	0.8381	0.0114	0.0009
-10.107	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0121	-0.0000
		Mín.	-0.8813	0.0006	-0.0003
		Dif.	0.8380	0.0115	0.0002
-10.107	-8.991	Máx.	-0.0431	0.0091	-0.0000
		Mín.	-0.8786	0.0004	-0.0003
		Dif.	0.8355	0.0087	0.0002

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-10.107	-8.741	Máx.	-0.0430	0.0064	-0.0000
		Mín.	-0.8767	0.0003	-0.0003
		Dif.	0.8337	0.0061	0.0003
-10.107	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0041	-0.0000
		Mín.	-0.8754	0.0002	-0.0003
		Dif.	0.8325	0.0039	0.0003
-10.107	-8.241	Máx.	-0.0429	0.0024	-0.0000
		Mín.	-0.8747	0.0001	-0.0003
		Dif.	0.8317	0.0023	0.0003
-10.107	-7.991	Máx.	-0.0429	0.0012	-0.0000
		Mín.	-0.8742	0.0001	-0.0004
		Dif.	0.8313	0.0011	0.0003
-10.107	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0004	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0004
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0004
-10.107	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0000	-0.0004
		Dif.	0.8311	0.0000	0.0004
-10.107	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0002	-0.0004
		Dif.	0.8312	0.0002	0.0004
-10.107	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0001	-0.0004
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0004
-10.107	-6.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8742	-0.0000	-0.0004
		Dif.	0.8312	0.0000	0.0004
-10.107	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0004
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0004
-10.107	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0004
		Dif.	0.8312	0.0002	0.0004
-10.107	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0004
		Dif.	0.8311	0.0000	0.0004
-10.107	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0004	-0.0004
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0004
-10.107	-5.491	Máx.	-0.0429	-0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8742	-0.0012	-0.0004
		Dif.	0.8313	0.0011	0.0003
-10.107	-5.241	Máx.	-0.0429	-0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8747	-0.0024	-0.0003
		Dif.	0.8317	0.0023	0.0003
-10.107	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	-0.0000
		Mín.	-0.8754	-0.0041	-0.0003
		Dif.	0.8325	0.0039	0.0003
-10.107	-4.741	Máx.	-0.0430	-0.0003	-0.0000
		Mín.	-0.8767	-0.0064	-0.0003
		Dif.	0.8337	0.0061	0.0003
-10.107	-4.491	Máx.	-0.0431	-0.0004	-0.0000
		Mín.	-0.8786	-0.0091	-0.0003
		Dif.	0.8355	0.0087	0.0002

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-10.107	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	-0.0000
		Mín.	-0.8813	-0.0121	-0.0003
		Dif.	0.8380	0.0115	0.0002
-9.857	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0121	0.0001
		Mín.	-0.8813	0.0006	0.0000
		Dif.	0.8380	0.0115	0.0001
-9.857	-8.991	Máx.	-0.0431	0.0091	0.0001
		Mín.	-0.8786	0.0004	0.0000
		Dif.	0.8355	0.0087	0.0001
-9.857	-8.741	Máx.	-0.0430	0.0064	0.0001
		Mín.	-0.8767	0.0003	0.0000
		Dif.	0.8337	0.0061	0.0001
-9.857	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0041	0.0001
		Mín.	-0.8754	0.0002	0.0000
		Dif.	0.8324	0.0039	0.0001
-9.857	-8.241	Máx.	-0.0429	0.0024	0.0001
		Mín.	-0.8746	0.0001	0.0000
		Dif.	0.8317	0.0023	0.0001
-9.857	-7.991	Máx.	-0.0429	0.0012	0.0000
		Mín.	-0.8742	0.0001	0.0000
		Dif.	0.8313	0.0011	0.0000
-9.857	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0004	0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8311	0.0004	0.0000
-9.857	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0000
		Mín.	-0.8740	-0.0000	0.0000
		Dif.	0.8311	0.0000	0.0000
-9.857	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0002	0.0000
		Dif.	0.8311	0.0002	0.0000
-9.857	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0001	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0000
-9.857	-6.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0000	0.0000
-9.857	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0000
-9.857	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8311	0.0002	0.0000
-9.857	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0000	0.0000
		Mín.	-0.8740	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8311	0.0000	0.0000
-9.857	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0004	0.0000
		Dif.	0.8311	0.0004	0.0000
-9.857	-5.491	Máx.	-0.0429	-0.0001	0.0000
		Mín.	-0.8742	-0.0012	0.0000
		Dif.	0.8313	0.0011	0.0000
-9.857	-5.241	Máx.	-0.0429	-0.0001	0.0001
		Mín.	-0.8746	-0.0024	0.0000
		Dif.	0.8317	0.0023	0.0001

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-9.857	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	0.0001
		Mín.	-0.8754	-0.0041	0.0000
		Dif.	0.8324	0.0039	0.0001
-9.857	-4.741	Máx.	-0.0430	-0.0003	0.0001
		Mín.	-0.8767	-0.0064	0.0000
		Dif.	0.8337	0.0061	0.0001
-9.857	-4.491	Máx.	-0.0431	-0.0004	0.0001
		Mín.	-0.8786	-0.0091	0.0000
		Dif.	0.8355	0.0087	0.0001
-9.857	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	0.0001
		Mín.	-0.8813	-0.0121	0.0000
		Dif.	0.8380	0.0115	0.0001
-9.607	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0121	0.0002
		Mín.	-0.8813	0.0006	0.0000
		Dif.	0.8381	0.0115	0.0002
-9.607	-8.991	Máx.	-0.0431	0.0091	0.0002
		Mín.	-0.8787	0.0004	0.0000
		Dif.	0.8355	0.0087	0.0002
-9.607	-8.741	Máx.	-0.0430	0.0064	0.0002
		Mín.	-0.8768	0.0003	0.0000
		Dif.	0.8337	0.0061	0.0002
-9.607	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0042	0.0002
		Mín.	-0.8755	0.0002	0.0000
		Dif.	0.8325	0.0039	0.0002
-9.607	-8.241	Máx.	-0.0429	0.0024	0.0002
		Mín.	-0.8747	0.0001	0.0000
		Dif.	0.8317	0.0023	0.0002
-9.607	-7.991	Máx.	-0.0429	0.0012	0.0002
		Mín.	-0.8743	0.0001	0.0000
		Dif.	0.8313	0.0011	0.0002
-9.607	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0004	0.0002
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0002
-9.607	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0002
		Mín.	-0.8741	-0.0000	0.0000
		Dif.	0.8311	0.0000	0.0002
-9.607	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0002
		Mín.	-0.8741	-0.0002	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0001
-9.607	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0002
		Mín.	-0.8741	-0.0001	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0001
-9.607	-6.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0002
		Mín.	-0.8742	-0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0000	0.0001
-9.607	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	0.0002
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0001
-9.607	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	0.0002
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0001
-9.607	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0000	0.0002
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8311	0.0000	0.0002

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-9.607	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0002
		Mín.	-0.8741	-0.0004	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0002
-9.607	-5.491	Máx.	-0.0429	-0.0001	0.0002
		Mín.	-0.8743	-0.0012	0.0000
		Dif.	0.8313	0.0011	0.0002
-9.607	-5.241	Máx.	-0.0429	-0.0001	0.0002
		Mín.	-0.8747	-0.0024	0.0000
		Dif.	0.8317	0.0023	0.0002
-9.607	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	0.0002
		Mín.	-0.8755	-0.0042	0.0000
		Dif.	0.8325	0.0039	0.0002
-9.607	-4.741	Máx.	-0.0430	-0.0003	0.0002
		Mín.	-0.8768	-0.0064	0.0000
		Dif.	0.8337	0.0061	0.0002
-9.607	-4.491	Máx.	-0.0431	-0.0004	0.0002
		Mín.	-0.8787	-0.0091	0.0000
		Dif.	0.8355	0.0087	0.0002
-9.607	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	0.0002
		Mín.	-0.8813	-0.0121	0.0000
		Dif.	0.8381	0.0115	0.0002
-9.357	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0121	0.0002
		Mín.	-0.8814	0.0006	0.0000
		Dif.	0.8381	0.0115	0.0001
-9.357	-8.991	Máx.	-0.0431	0.0092	0.0002
		Mín.	-0.8787	0.0004	0.0000
		Dif.	0.8356	0.0087	0.0001
-9.357	-8.741	Máx.	-0.0430	0.0064	0.0001
		Mín.	-0.8768	0.0003	0.0000
		Dif.	0.8338	0.0061	0.0001
-9.357	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0042	0.0001
		Mín.	-0.8755	0.0002	0.0000
		Dif.	0.8325	0.0040	0.0001
-9.357	-8.241	Máx.	-0.0429	0.0024	0.0001
		Mín.	-0.8747	0.0001	0.0000
		Dif.	0.8318	0.0023	0.0001
-9.357	-7.991	Máx.	-0.0429	0.0012	0.0001
		Mín.	-0.8743	0.0001	0.0000
		Dif.	0.8314	0.0011	0.0001
-9.357	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0004	0.0001
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0001
-9.357	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0001
		Mín.	-0.8741	-0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0000	0.0001
-9.357	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0001
		Mín.	-0.8741	-0.0002	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0001
-9.357	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0001
		Mín.	-0.8742	-0.0001	0.0000
		Dif.	0.8313	0.0001	0.0001
-9.357	-6.741	Máx.	-0.0429	0.0000	0.0001
		Mín.	-0.8742	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8313	0.0000	0.0001

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-9.357	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	0.0001
		Mín.	-0.8742	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8313	0.0001	0.0001
-9.357	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	0.0001
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0001
-9.357	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0000	0.0001
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0000	0.0001
-9.357	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0001
		Mín.	-0.8741	-0.0004	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0001
-9.357	-5.491	Máx.	-0.0429	-0.0001	0.0001
		Mín.	-0.8743	-0.0012	0.0000
		Dif.	0.8314	0.0011	0.0001
-9.357	-5.241	Máx.	-0.0429	-0.0001	0.0001
		Mín.	-0.8747	-0.0024	0.0000
		Dif.	0.8318	0.0023	0.0001
-9.357	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	0.0001
		Mín.	-0.8755	-0.0042	0.0000
		Dif.	0.8325	0.0040	0.0001
-9.357	-4.741	Máx.	-0.0430	-0.0003	0.0001
		Mín.	-0.8768	-0.0064	0.0000
		Dif.	0.8338	0.0061	0.0001
-9.357	-4.491	Máx.	-0.0431	-0.0004	0.0002
		Mín.	-0.8787	-0.0092	0.0000
		Dif.	0.8356	0.0087	0.0001
-9.357	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	0.0002
		Mín.	-0.8814	-0.0121	0.0000
		Dif.	0.8381	0.0115	0.0001
-9.107	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0121	-0.0000
		Mín.	-0.8814	0.0006	-0.0000
		Dif.	0.8381	0.0115	0.0000
-9.107	-8.991	Máx.	-0.0431	0.0092	-0.0000
		Mín.	-0.8788	0.0004	-0.0000
		Dif.	0.8356	0.0087	0.0000
-9.107	-8.741	Máx.	-0.0430	0.0064	-0.0000
		Mín.	-0.8768	0.0003	-0.0000
		Dif.	0.8338	0.0061	0.0000
-9.107	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0042	-0.0000
		Mín.	-0.8755	0.0002	-0.0000
		Dif.	0.8326	0.0040	0.0000
-9.107	-8.241	Máx.	-0.0429	0.0024	-0.0000
		Mín.	-0.8747	0.0001	-0.0000
		Dif.	0.8318	0.0023	0.0000
-9.107	-7.991	Máx.	-0.0429	0.0012	-0.0000
		Mín.	-0.8743	0.0001	-0.0000
		Dif.	0.8314	0.0011	0.0000
-9.107	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0004	-0.0000
		Mín.	-0.8742	0.0000	-0.0000
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0000
-9.107	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0000	-0.0000
		Dif.	0.8312	0.0000	0.0000

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-9.107	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8742	-0.0002	-0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0000
-9.107	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8742	-0.0001	-0.0000
		Dif.	0.8313	0.0001	0.0000
-9.107	-6.741	Máx.	-0.0429	0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8742	0.0000	-0.0000
		Dif.	0.8313	0.0000	0.0000
-9.107	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8742	0.0000	-0.0000
		Dif.	0.8313	0.0001	0.0000
-9.107	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	-0.0000
		Mín.	-0.8742	0.0000	-0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0000
-9.107	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0000
		Dif.	0.8312	0.0000	0.0000
-9.107	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0000
		Mín.	-0.8742	-0.0004	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0000
-9.107	-5.491	Máx.	-0.0429	-0.0001	0.0000
		Mín.	-0.8743	-0.0012	0.0000
		Dif.	0.8314	0.0011	0.0000
-9.107	-5.241	Máx.	-0.0429	-0.0001	0.0000
		Mín.	-0.8747	-0.0024	0.0000
		Dif.	0.8318	0.0023	0.0000
-9.107	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	0.0000
		Mín.	-0.8755	-0.0042	0.0000
		Dif.	0.8326	0.0040	0.0000
-9.107	-4.741	Máx.	-0.0430	-0.0003	0.0000
		Mín.	-0.8768	-0.0064	0.0000
		Dif.	0.8338	0.0061	0.0000
-9.107	-4.491	Máx.	-0.0431	-0.0004	0.0000
		Mín.	-0.8788	-0.0092	0.0000
		Dif.	0.8356	0.0087	0.0000
-9.107	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	0.0000
		Mín.	-0.8814	-0.0121	0.0000
		Dif.	0.8381	0.0115	0.0000
-8.857	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0121	-0.0000
		Mín.	-0.8814	0.0006	-0.0002
		Dif.	0.8381	0.0115	0.0001
-8.857	-8.991	Máx.	-0.0431	0.0092	-0.0000
		Mín.	-0.8787	0.0004	-0.0002
		Dif.	0.8356	0.0087	0.0001
-8.857	-8.741	Máx.	-0.0430	0.0064	-0.0000
		Mín.	-0.8768	0.0003	-0.0001
		Dif.	0.8338	0.0061	0.0001
-8.857	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0042	-0.0000
		Mín.	-0.8755	0.0002	-0.0001
		Dif.	0.8325	0.0040	0.0001
-8.857	-8.241	Máx.	-0.0429	0.0024	-0.0000
		Mín.	-0.8747	0.0001	-0.0001
		Dif.	0.8318	0.0023	0.0001

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-8.857	-7.991	Máx.	-0.0429	0.0012	-0.0000
		Mín.	-0.8743	0.0001	-0.0001
		Dif.	0.8314	0.0011	0.0001
-8.857	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0004	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0001
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0001
-8.857	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0000	-0.0001
		Dif.	0.8312	0.0000	0.0001
-8.857	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0002	-0.0001
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0001
-8.857	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8742	-0.0001	-0.0001
		Dif.	0.8313	0.0001	0.0001
-8.857	-6.741	Máx.	-0.0429	0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8742	0.0000	-0.0001
		Dif.	0.8313	0.0000	0.0001
-8.857	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8742	0.0000	-0.0001
		Dif.	0.8313	0.0001	0.0001
-8.857	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0001
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0001
-8.857	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0001
		Dif.	0.8312	0.0000	0.0001
-8.857	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0004	-0.0001
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0001
-8.857	-5.491	Máx.	-0.0429	-0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8743	-0.0012	-0.0001
		Dif.	0.8314	0.0011	0.0001
-8.857	-5.241	Máx.	-0.0429	-0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8747	-0.0024	-0.0001
		Dif.	0.8318	0.0023	0.0001
-8.857	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	-0.0000
		Mín.	-0.8755	-0.0042	-0.0001
		Dif.	0.8325	0.0040	0.0001
-8.857	-4.741	Máx.	-0.0430	-0.0003	-0.0000
		Mín.	-0.8768	-0.0064	-0.0001
		Dif.	0.8338	0.0061	0.0001
-8.857	-4.491	Máx.	-0.0431	-0.0004	-0.0000
		Mín.	-0.8787	-0.0092	-0.0002
		Dif.	0.8356	0.0087	0.0001
-8.857	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	-0.0000
		Mín.	-0.8814	-0.0121	-0.0002
		Dif.	0.8381	0.0115	0.0001
-8.607	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0121	-0.0000
		Mín.	-0.8813	0.0006	-0.0002
		Dif.	0.8381	0.0115	0.0002
-8.607	-8.991	Máx.	-0.0431	0.0091	-0.0000
		Mín.	-0.8787	0.0004	-0.0002
		Dif.	0.8355	0.0087	0.0002

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-8.607	-8.741	Máx.	-0.0430	0.0064	-0.0000
		Mín.	-0.8768	0.0003	-0.0002
		Dif.	0.8337	0.0061	0.0002
-8.607	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0042	-0.0000
		Mín.	-0.8755	0.0002	-0.0002
		Dif.	0.8325	0.0039	0.0002
-8.607	-8.241	Máx.	-0.0429	0.0024	-0.0000
		Mín.	-0.8747	0.0001	-0.0002
		Dif.	0.8317	0.0023	0.0002
-8.607	-7.991	Máx.	-0.0429	0.0012	-0.0000
		Mín.	-0.8743	0.0001	-0.0002
		Dif.	0.8313	0.0011	0.0002
-8.607	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0004	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0002
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0002
-8.607	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0000	-0.0002
		Dif.	0.8311	0.0000	0.0002
-8.607	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0002	-0.0002
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0001
-8.607	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0001	-0.0002
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0001
-8.607	-6.741	Máx.	-0.0429	0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8742	0.0000	-0.0002
		Dif.	0.8312	0.0000	0.0001
-8.607	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0002
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0001
-8.607	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0002
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0001
-8.607	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0002
		Dif.	0.8311	0.0000	0.0002
-8.607	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0004	-0.0002
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0002
-8.607	-5.491	Máx.	-0.0429	-0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8743	-0.0012	-0.0002
		Dif.	0.8313	0.0011	0.0002
-8.607	-5.241	Máx.	-0.0429	-0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8747	-0.0024	-0.0002
		Dif.	0.8317	0.0023	0.0002
-8.607	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	-0.0000
		Mín.	-0.8755	-0.0042	-0.0002
		Dif.	0.8325	0.0039	0.0002
-8.607	-4.741	Máx.	-0.0430	-0.0003	-0.0000
		Mín.	-0.8768	-0.0064	-0.0002
		Dif.	0.8337	0.0061	0.0002
-8.607	-4.491	Máx.	-0.0431	-0.0004	-0.0000
		Mín.	-0.8787	-0.0091	-0.0002
		Dif.	0.8355	0.0087	0.0002

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-8.607	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	-0.0000
		Mín.	-0.8813	-0.0121	-0.0002
		Dif.	0.8381	0.0115	0.0002
-8.357	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0121	-0.0000
		Mín.	-0.8813	0.0006	-0.0001
		Dif.	0.8380	0.0115	0.0001
-8.357	-8.991	Máx.	-0.0431	0.0091	-0.0000
		Mín.	-0.8786	0.0004	-0.0001
		Dif.	0.8355	0.0087	0.0001
-8.357	-8.741	Máx.	-0.0430	0.0064	-0.0000
		Mín.	-0.8767	0.0003	-0.0001
		Dif.	0.8337	0.0061	0.0001
-8.357	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0041	-0.0000
		Mín.	-0.8754	0.0002	-0.0001
		Dif.	0.8324	0.0039	0.0001
-8.357	-8.241	Máx.	-0.0429	0.0024	-0.0000
		Mín.	-0.8746	0.0001	-0.0001
		Dif.	0.8317	0.0023	0.0001
-8.357	-7.991	Máx.	-0.0429	0.0012	-0.0000
		Mín.	-0.8742	0.0001	-0.0000
		Dif.	0.8313	0.0011	0.0000
-8.357	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0004	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0000
		Dif.	0.8311	0.0004	0.0000
-8.357	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8740	-0.0000	-0.0000
		Dif.	0.8311	0.0000	0.0000
-8.357	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0002	-0.0000
		Dif.	0.8311	0.0002	0.0000
-8.357	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0001	-0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0000
-8.357	-6.741	Máx.	-0.0429	0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0000
		Dif.	0.8312	0.0000	0.0000
-8.357	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0000
-8.357	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	-0.0000
		Mín.	-0.8741	0.0000	-0.0000
		Dif.	0.8311	0.0002	0.0000
-8.357	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8740	0.0000	-0.0000
		Dif.	0.8311	0.0000	0.0000
-8.357	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	-0.0000
		Mín.	-0.8741	-0.0004	-0.0000
		Dif.	0.8311	0.0004	0.0000
-8.357	-5.491	Máx.	-0.0429	-0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8742	-0.0012	-0.0000
		Dif.	0.8313	0.0011	0.0000
-8.357	-5.241	Máx.	-0.0429	-0.0001	-0.0000
		Mín.	-0.8746	-0.0024	-0.0001
		Dif.	0.8317	0.0023	0.0001

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-8.357	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	-0.0000
		Mín.	-0.8754	-0.0041	-0.0001
		Dif.	0.8324	0.0039	0.0001
-8.357	-4.741	Máx.	-0.0430	-0.0003	-0.0000
		Mín.	-0.8767	-0.0064	-0.0001
		Dif.	0.8337	0.0061	0.0001
-8.357	-4.491	Máx.	-0.0431	-0.0004	-0.0000
		Mín.	-0.8786	-0.0091	-0.0001
		Dif.	0.8355	0.0087	0.0001
-8.357	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	-0.0000
		Mín.	-0.8813	-0.0121	-0.0001
		Dif.	0.8380	0.0115	0.0001
-8.107	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0121	0.0003
		Mín.	-0.8813	0.0006	0.0000
		Dif.	0.8380	0.0115	0.0002
-8.107	-8.991	Máx.	-0.0431	0.0091	0.0003
		Mín.	-0.8786	0.0004	0.0000
		Dif.	0.8355	0.0087	0.0002
-8.107	-8.741	Máx.	-0.0430	0.0064	0.0003
		Mín.	-0.8767	0.0003	0.0000
		Dif.	0.8337	0.0061	0.0003
-8.107	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0041	0.0003
		Mín.	-0.8754	0.0002	0.0000
		Dif.	0.8325	0.0039	0.0003
-8.107	-8.241	Máx.	-0.0429	0.0024	0.0003
		Mín.	-0.8747	0.0001	0.0000
		Dif.	0.8317	0.0023	0.0003
-8.107	-7.991	Máx.	-0.0429	0.0012	0.0004
		Mín.	-0.8742	0.0001	0.0000
		Dif.	0.8313	0.0011	0.0003
-8.107	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0004	0.0004
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0004
-8.107	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0004
		Mín.	-0.8741	-0.0000	0.0000
		Dif.	0.8311	0.0000	0.0004
-8.107	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0004
		Mín.	-0.8741	-0.0002	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0002	0.0004
-8.107	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0004
		Mín.	-0.8741	-0.0001	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0004
-8.107	-6.741	Máx.	-0.0429	0.0000	0.0004
		Mín.	-0.8742	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0000	0.0004
-8.107	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	0.0004
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0001	0.0004
-8.107	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	0.0004
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0002	0.0004
-8.107	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0000	0.0004
		Mín.	-0.8741	0.0000	0.0000
		Dif.	0.8311	0.0000	0.0004

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-8.107	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0004
		Mín.	-0.8741	-0.0004	0.0000
		Dif.	0.8312	0.0004	0.0004
-8.107	-5.491	Máx.	-0.0429	-0.0001	0.0004
		Mín.	-0.8742	-0.0012	0.0000
		Dif.	0.8313	0.0011	0.0003
-8.107	-5.241	Máx.	-0.0429	-0.0001	0.0003
		Mín.	-0.8747	-0.0024	0.0000
		Dif.	0.8317	0.0023	0.0003
-8.107	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	0.0003
		Mín.	-0.8754	-0.0041	0.0000
		Dif.	0.8325	0.0039	0.0003
-8.107	-4.741	Máx.	-0.0430	-0.0003	0.0003
		Mín.	-0.8767	-0.0064	0.0000
		Dif.	0.8337	0.0061	0.0003
-8.107	-4.491	Máx.	-0.0431	-0.0004	0.0003
		Mín.	-0.8786	-0.0091	0.0000
		Dif.	0.8355	0.0087	0.0002
-8.107	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	0.0003
		Mín.	-0.8813	-0.0121	0.0000
		Dif.	0.8380	0.0115	0.0002
-7.857	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0120	0.0010
		Mín.	-0.8814	0.0006	0.0000
		Dif.	0.8381	0.0114	0.0009
-7.857	-8.991	Máx.	-0.0431	0.0091	0.0010
		Mín.	-0.8788	0.0004	0.0000
		Dif.	0.8356	0.0086	0.0009
-7.857	-8.741	Máx.	-0.0431	0.0063	0.0010
		Mín.	-0.8769	0.0003	0.0001
		Dif.	0.8338	0.0060	0.0010
-7.857	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0041	0.0011
		Mín.	-0.8756	0.0002	0.0001
		Dif.	0.8326	0.0039	0.0010
-7.857	-8.241	Máx.	-0.0430	0.0023	0.0011
		Mín.	-0.8748	0.0001	0.0001
		Dif.	0.8319	0.0022	0.0010
-7.857	-7.991	Máx.	-0.0429	0.0011	0.0011
		Mín.	-0.8744	0.0001	0.0001
		Dif.	0.8315	0.0011	0.0011
-7.857	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0004	0.0012
		Mín.	-0.8742	0.0000	0.0001
		Dif.	0.8313	0.0003	0.0011
-7.857	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0012
		Mín.	-0.8742	-0.0000	0.0001
		Dif.	0.8313	0.0000	0.0011
-7.857	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0012
		Mín.	-0.8743	-0.0002	0.0001
		Dif.	0.8313	0.0002	0.0011
-7.857	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0012
		Mín.	-0.8743	-0.0001	0.0001
		Dif.	0.8314	0.0001	0.0011
-7.857	-6.741	Máx.	-0.0429	0.0000	0.0012
		Mín.	-0.8743	0.0000	0.0001
		Dif.	0.8314	0.0000	0.0011

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-7.857	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	0.0012
		Mín.	-0.8743	0.0000	0.0001
		Dif.	0.8314	0.0001	0.0011
-7.857	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	0.0012
		Mín.	-0.8743	0.0000	0.0001
		Dif.	0.8313	0.0002	0.0011
-7.857	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0000	0.0012
		Mín.	-0.8742	0.0000	0.0001
		Dif.	0.8313	0.0000	0.0011
-7.857	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0012
		Mín.	-0.8742	-0.0004	0.0001
		Dif.	0.8313	0.0003	0.0011
-7.857	-5.491	Máx.	-0.0429	-0.0001	0.0011
		Mín.	-0.8744	-0.0011	0.0001
		Dif.	0.8315	0.0011	0.0011
-7.857	-5.241	Máx.	-0.0430	-0.0001	0.0011
		Mín.	-0.8748	-0.0023	0.0001
		Dif.	0.8319	0.0022	0.0010
-7.857	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	0.0011
		Mín.	-0.8756	-0.0041	0.0001
		Dif.	0.8326	0.0039	0.0010
-7.857	-4.741	Máx.	-0.0431	-0.0003	0.0010
		Mín.	-0.8769	-0.0063	0.0001
		Dif.	0.8338	0.0060	0.0010
-7.857	-4.491	Máx.	-0.0431	-0.0004	0.0010
		Mín.	-0.8788	-0.0091	0.0000
		Dif.	0.8356	0.0086	0.0009
-7.857	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	0.0010
		Mín.	-0.8814	-0.0120	0.0000
		Dif.	0.8381	0.0114	0.0009
-7.607	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0120	0.0022
		Mín.	-0.8817	0.0006	0.0001
		Dif.	0.8384	0.0114	0.0021
-7.607	-8.991	Máx.	-0.0432	0.0090	0.0022
		Mín.	-0.8791	0.0004	0.0001
		Dif.	0.8360	0.0086	0.0021
-7.607	-8.741	Máx.	-0.0431	0.0063	0.0022
		Mín.	-0.8772	0.0003	0.0001
		Dif.	0.8342	0.0060	0.0021
-7.607	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0040	0.0023
		Mín.	-0.8760	0.0002	0.0001
		Dif.	0.8330	0.0038	0.0022
-7.607	-8.241	Máx.	-0.0430	0.0023	0.0023
		Mín.	-0.8752	0.0001	0.0001
		Dif.	0.8322	0.0022	0.0022
-7.607	-7.991	Máx.	-0.0430	0.0011	0.0023
		Mín.	-0.8748	0.0001	0.0001
		Dif.	0.8319	0.0010	0.0022
-7.607	-7.741	Máx.	-0.0429	0.0003	0.0024
		Mín.	-0.8747	0.0000	0.0001
		Dif.	0.8317	0.0003	0.0023
-7.607	-7.491	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0024
		Mín.	-0.8746	-0.0001	0.0001
		Dif.	0.8317	0.0001	0.0023

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-7.607	-7.241	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0024
		Mín.	-0.8747	-0.0002	0.0001
		Dif.	0.8317	0.0002	0.0023
-7.607	-6.991	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0024
		Mín.	-0.8747	-0.0001	0.0001
		Dif.	0.8318	0.0001	0.0023
-7.607	-6.741	Máx.	-0.0429	0.0000	0.0024
		Mín.	-0.8747	0.0000	0.0001
		Dif.	0.8318	0.0000	0.0023
-7.607	-6.491	Máx.	-0.0429	0.0001	0.0024
		Mín.	-0.8747	0.0000	0.0001
		Dif.	0.8318	0.0001	0.0023
-7.607	-6.241	Máx.	-0.0429	0.0002	0.0024
		Mín.	-0.8747	0.0000	0.0001
		Dif.	0.8317	0.0002	0.0023
-7.607	-5.991	Máx.	-0.0429	0.0001	0.0024
		Mín.	-0.8746	0.0000	0.0001
		Dif.	0.8317	0.0001	0.0023
-7.607	-5.741	Máx.	-0.0429	-0.0000	0.0024
		Mín.	-0.8747	-0.0003	0.0001
		Dif.	0.8317	0.0003	0.0023
-7.607	-5.491	Máx.	-0.0430	-0.0001	0.0023
		Mín.	-0.8748	-0.0011	0.0001
		Dif.	0.8319	0.0010	0.0022
-7.607	-5.241	Máx.	-0.0430	-0.0001	0.0023
		Mín.	-0.8752	-0.0023	0.0001
		Dif.	0.8322	0.0022	0.0022
-7.607	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	0.0023
		Mín.	-0.8760	-0.0040	0.0001
		Dif.	0.8330	0.0038	0.0022
-7.607	-4.741	Máx.	-0.0431	-0.0003	0.0022
		Mín.	-0.8772	-0.0063	0.0001
		Dif.	0.8342	0.0060	0.0021
-7.607	-4.491	Máx.	-0.0432	-0.0004	0.0022
		Mín.	-0.8791	-0.0090	0.0001
		Dif.	0.8360	0.0086	0.0021
-7.607	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	0.0022
		Mín.	-0.8817	-0.0120	0.0001
		Dif.	0.8384	0.0114	0.0021
-7.357	-9.240	Máx.	-0.0433	0.0119	0.0039
		Mín.	-0.8824	0.0006	0.0002
		Dif.	0.8391	0.0113	0.0037
-7.357	-8.991	Máx.	-0.0432	0.0089	0.0039
		Mín.	-0.8798	0.0004	0.0002
		Dif.	0.8366	0.0085	0.0037
-7.357	-8.741	Máx.	-0.0431	0.0062	0.0039
		Mín.	-0.8780	0.0003	0.0002
		Dif.	0.8349	0.0059	0.0037
-7.357	-8.491	Máx.	-0.0430	0.0040	0.0040
		Mín.	-0.8767	0.0002	0.0002
		Dif.	0.8337	0.0038	0.0038
-7.357	-8.241	Máx.	-0.0430	0.0023	0.0040
		Mín.	-0.8760	0.0001	0.0002
		Dif.	0.8330	0.0022	0.0038

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-7.357	-7.991	Máx.	-0.0430	0.0011	0.0041
		Mín.	-0.8756	0.0001	0.0002
		Dif.	0.8326	0.0010	0.0039
-7.357	-7.741	Máx.	-0.0430	0.0003	0.0041
		Mín.	-0.8754	0.0000	0.0002
		Dif.	0.8325	0.0003	0.0039
-7.357	-7.491	Máx.	-0.0430	-0.0000	0.0041
		Mín.	-0.8754	-0.0001	0.0002
		Dif.	0.8324	0.0001	0.0039
-7.357	-7.241	Máx.	-0.0430	-0.0000	0.0042
		Mín.	-0.8755	-0.0002	0.0002
		Dif.	0.8325	0.0002	0.0039
-7.357	-6.991	Máx.	-0.0430	-0.0000	0.0042
		Mín.	-0.8755	-0.0001	0.0002
		Dif.	0.8325	0.0001	0.0040
-7.357	-6.741	Máx.	-0.0430	0.0000	0.0042
		Mín.	-0.8755	0.0000	0.0002
		Dif.	0.8326	0.0000	0.0040
-7.357	-6.491	Máx.	-0.0430	0.0001	0.0042
		Mín.	-0.8755	0.0000	0.0002
		Dif.	0.8325	0.0001	0.0040
-7.357	-6.241	Máx.	-0.0430	0.0002	0.0042
		Mín.	-0.8755	0.0000	0.0002
		Dif.	0.8325	0.0002	0.0039
-7.357	-5.991	Máx.	-0.0430	0.0001	0.0041
		Mín.	-0.8754	0.0000	0.0002
		Dif.	0.8324	0.0001	0.0039
-7.357	-5.741	Máx.	-0.0430	-0.0000	0.0041
		Mín.	-0.8754	-0.0003	0.0002
		Dif.	0.8325	0.0003	0.0039
-7.357	-5.491	Máx.	-0.0430	-0.0001	0.0041
		Mín.	-0.8756	-0.0011	0.0002
		Dif.	0.8326	0.0010	0.0039
-7.357	-5.241	Máx.	-0.0430	-0.0001	0.0040
		Mín.	-0.8760	-0.0023	0.0002
		Dif.	0.8330	0.0022	0.0038
-7.357	-4.991	Máx.	-0.0430	-0.0002	0.0040
		Mín.	-0.8767	-0.0040	0.0002
		Dif.	0.8337	0.0038	0.0038
-7.357	-4.741	Máx.	-0.0431	-0.0003	0.0039
		Mín.	-0.8780	-0.0062	0.0002
		Dif.	0.8349	0.0059	0.0037
-7.357	-4.491	Máx.	-0.0432	-0.0004	0.0039
		Mín.	-0.8798	-0.0089	0.0002
		Dif.	0.8366	0.0085	0.0037
-7.357	-4.241	Máx.	-0.0433	-0.0006	0.0039
		Mín.	-0.8824	-0.0119	0.0002
		Dif.	0.8391	0.0113	0.0037
-7.107	-9.240	Máx.	-0.0434	0.0118	0.0061
		Mín.	-0.8836	0.0006	0.0003
		Dif.	0.8402	0.0112	0.0058
-7.107	-8.991	Máx.	-0.0433	0.0088	0.0061
		Mín.	-0.8810	0.0004	0.0003
		Dif.	0.8378	0.0084	0.0058

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-7.107	-8.741	Máx.	-0.0432	0.0062	0.0062
		Mín.	-0.8792	0.0003	0.0003
		Dif.	0.8360	0.0059	0.0059
-7.107	-8.491	Máx.	-0.0431	0.0039	0.0062
		Mín.	-0.8780	0.0002	0.0003
		Dif.	0.8349	0.0037	0.0059
-7.107	-8.241	Máx.	-0.0431	0.0022	0.0063
		Mín.	-0.8772	0.0001	0.0003
		Dif.	0.8342	0.0021	0.0060
-7.107	-7.991	Máx.	-0.0431	0.0010	0.0063
		Mín.	-0.8769	0.0001	0.0003
		Dif.	0.8338	0.0010	0.0060
-7.107	-7.741	Máx.	-0.0430	0.0003	0.0064
		Mín.	-0.8767	0.0000	0.0003
		Dif.	0.8337	0.0003	0.0061
-7.107	-7.491	Máx.	-0.0430	-0.0000	0.0064
		Mín.	-0.8767	-0.0001	0.0003
		Dif.	0.8337	0.0001	0.0061
-7.107	-7.241	Máx.	-0.0430	-0.0000	0.0064
		Mín.	-0.8768	-0.0002	0.0003
		Dif.	0.8337	0.0002	0.0061
-7.107	-6.991	Máx.	-0.0430	-0.0000	0.0064
		Mín.	-0.8768	-0.0001	0.0003
		Dif.	0.8338	0.0001	0.0061
-7.107	-6.741	Máx.	-0.0430	0.0000	0.0064
		Mín.	-0.8768	0.0000	0.0003
		Dif.	0.8338	0.0000	0.0061
-7.107	-6.491	Máx.	-0.0430	0.0001	0.0064
		Mín.	-0.8768	0.0000	0.0003
		Dif.	0.8338	0.0001	0.0061
-7.107	-6.241	Máx.	-0.0430	0.0002	0.0064
		Mín.	-0.8768	0.0000	0.0003
		Dif.	0.8337	0.0002	0.0061
-7.107	-5.991	Máx.	-0.0430	0.0001	0.0064
		Mín.	-0.8767	0.0000	0.0003
		Dif.	0.8337	0.0001	0.0061
-7.107	-5.741	Máx.	-0.0430	-0.0000	0.0064
		Mín.	-0.8767	-0.0003	0.0003
		Dif.	0.8337	0.0003	0.0061
-7.107	-5.491	Máx.	-0.0431	-0.0001	0.0063
		Mín.	-0.8769	-0.0010	0.0003
		Dif.	0.8338	0.0010	0.0060
-7.107	-5.241	Máx.	-0.0431	-0.0001	0.0063
		Mín.	-0.8772	-0.0022	0.0003
		Dif.	0.8342	0.0021	0.0060
-7.107	-4.991	Máx.	-0.0431	-0.0002	0.0062
		Mín.	-0.8780	-0.0039	0.0003
		Dif.	0.8349	0.0037	0.0059
-7.107	-4.741	Máx.	-0.0432	-0.0003	0.0062
		Mín.	-0.8792	-0.0062	0.0003
		Dif.	0.8360	0.0059	0.0059
-7.107	-4.491	Máx.	-0.0433	-0.0004	0.0061
		Mín.	-0.8810	-0.0088	0.0003
		Dif.	0.8378	0.0084	0.0058

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-7.107	-4.241	Máx.	-0.0434	-0.0006	0.0061
		Mín.	-0.8836	-0.0118	0.0003
		Dif.	0.8402	0.0112	0.0058
-6.857	-9.240	Máx.	-0.0435	0.0117	0.0088
		Mín.	-0.8854	0.0006	0.0004
		Dif.	0.8420	0.0111	0.0083
-6.857	-8.991	Máx.	-0.0433	0.0088	0.0088
		Mín.	-0.8829	0.0004	0.0004
		Dif.	0.8395	0.0083	0.0083
-6.857	-8.741	Máx.	-0.0433	0.0061	0.0088
		Mín.	-0.8810	0.0003	0.0004
		Dif.	0.8378	0.0058	0.0084
-6.857	-8.491	Máx.	-0.0432	0.0039	0.0089
		Mín.	-0.8798	0.0002	0.0004
		Dif.	0.8366	0.0037	0.0085
-6.857	-8.241	Máx.	-0.0432	0.0022	0.0090
		Mín.	-0.8791	0.0001	0.0004
		Dif.	0.8360	0.0021	0.0086
-6.857	-7.991	Máx.	-0.0431	0.0010	0.0091
		Mín.	-0.8788	0.0000	0.0004
		Dif.	0.8356	0.0009	0.0086
-6.857	-7.741	Máx.	-0.0431	0.0003	0.0091
		Mín.	-0.8786	0.0000	0.0004
		Dif.	0.8355	0.0002	0.0087
-6.857	-7.491	Máx.	-0.0431	-0.0000	0.0091
		Mín.	-0.8786	-0.0001	0.0004
		Dif.	0.8355	0.0001	0.0087
-6.857	-7.241	Máx.	-0.0431	-0.0000	0.0091
		Mín.	-0.8787	-0.0002	0.0004
		Dif.	0.8355	0.0002	0.0087
-6.857	-6.991	Máx.	-0.0431	-0.0000	0.0092
		Mín.	-0.8787	-0.0002	0.0004
		Dif.	0.8356	0.0001	0.0087
-6.857	-6.741	Máx.	-0.0431	0.0000	0.0092
		Mín.	-0.8788	0.0000	0.0004
		Dif.	0.8356	0.0000	0.0087
-6.857	-6.491	Máx.	-0.0431	0.0002	0.0092
		Mín.	-0.8787	0.0000	0.0004
		Dif.	0.8356	0.0001	0.0087
-6.857	-6.241	Máx.	-0.0431	0.0002	0.0091
		Mín.	-0.8787	0.0000	0.0004
		Dif.	0.8355	0.0002	0.0087
-6.857	-5.991	Máx.	-0.0431	0.0001	0.0091
		Mín.	-0.8786	0.0000	0.0004
		Dif.	0.8355	0.0001	0.0087
-6.857	-5.741	Máx.	-0.0431	-0.0000	0.0091
		Mín.	-0.8786	-0.0003	0.0004
		Dif.	0.8355	0.0002	0.0087
-6.857	-5.491	Máx.	-0.0431	-0.0000	0.0091
		Mín.	-0.8788	-0.0010	0.0004
		Dif.	0.8356	0.0009	0.0086
-6.857	-5.241	Máx.	-0.0432	-0.0001	0.0090
		Mín.	-0.8791	-0.0022	0.0004
		Dif.	0.8360	0.0021	0.0086

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-6.857	-4.991	Máx.	-0.0432	-0.0002	0.0089
		Mín.	-0.8798	-0.0039	0.0004
		Dif.	0.8366	0.0037	0.0085
-6.857	-4.741	Máx.	-0.0433	-0.0003	0.0088
		Mín.	-0.8810	-0.0061	0.0004
		Dif.	0.8378	0.0058	0.0084
-6.857	-4.491	Máx.	-0.0433	-0.0004	0.0088
		Mín.	-0.8829	-0.0088	0.0004
		Dif.	0.8395	0.0083	0.0083
-6.857	-4.241	Máx.	-0.0435	-0.0006	0.0088
		Mín.	-0.8854	-0.0117	0.0004
		Dif.	0.8420	0.0111	0.0083
-6.607	-8.991	Máx.	-0.0435	0.0088	0.0117
		Mín.	-0.8854	0.0004	0.0006
		Dif.	0.8420	0.0083	0.0111
-6.607	-8.741	Máx.	-0.0434	0.0061	0.0118
		Mín.	-0.8836	0.0003	0.0006
		Dif.	0.8402	0.0058	0.0112
-6.607	-8.491	Máx.	-0.0433	0.0039	0.0119
		Mín.	-0.8824	0.0002	0.0006
		Dif.	0.8391	0.0037	0.0113
-6.607	-8.241	Máx.	-0.0433	0.0022	0.0120
		Mín.	-0.8817	0.0001	0.0006
		Dif.	0.8384	0.0021	0.0114
-6.607	-7.991	Máx.	-0.0433	0.0010	0.0120
		Mín.	-0.8814	0.0000	0.0006
		Dif.	0.8381	0.0009	0.0114
-6.607	-7.741	Máx.	-0.0433	0.0003	0.0121
		Mín.	-0.8813	0.0000	0.0006
		Dif.	0.8380	0.0002	0.0115
-6.607	-7.491	Máx.	-0.0433	-0.0000	0.0121
		Mín.	-0.8813	-0.0001	0.0006
		Dif.	0.8380	0.0001	0.0115
-6.607	-7.241	Máx.	-0.0433	-0.0000	0.0121
		Mín.	-0.8813	-0.0002	0.0006
		Dif.	0.8381	0.0002	0.0115
-6.607	-6.991	Máx.	-0.0433	-0.0000	0.0121
		Mín.	-0.8814	-0.0002	0.0006
		Dif.	0.8381	0.0001	0.0115
-6.607	-6.741	Máx.	-0.0433	0.0000	0.0121
		Mín.	-0.8814	0.0000	0.0006
		Dif.	0.8381	0.0000	0.0115
-6.607	-6.491	Máx.	-0.0433	0.0002	0.0121
		Mín.	-0.8814	0.0000	0.0006
		Dif.	0.8381	0.0001	0.0115
-6.607	-6.241	Máx.	-0.0433	0.0002	0.0121
		Mín.	-0.8813	0.0000	0.0006
		Dif.	0.8381	0.0002	0.0115
-6.607	-5.991	Máx.	-0.0433	0.0001	0.0121
		Mín.	-0.8813	0.0000	0.0006
		Dif.	0.8380	0.0001	0.0115
-6.607	-5.741	Máx.	-0.0433	-0.0000	0.0121
		Mín.	-0.8813	-0.0003	0.0006
		Dif.	0.8380	0.0002	0.0115

Coord. X	Coord. Y		Desp. Z	Giro X	Giro Y
-6.607	-5.491	Máx.	-0.0433	-0.0000	0.0120
		Mín.	-0.8814	-0.0010	0.0006
		Dif.	0.8381	0.0009	0.0114
-6.607	-5.241	Máx.	-0.0433	-0.0001	0.0120
		Mín.	-0.8817	-0.0022	0.0006
		Dif.	0.8384	0.0021	0.0114
-6.607	-4.991	Máx.	-0.0433	-0.0002	0.0119
		Mín.	-0.8824	-0.0039	0.0006
		Dif.	0.8391	0.0037	0.0113
-6.607	-4.741	Máx.	-0.0434	-0.0003	0.0118
		Mín.	-0.8836	-0.0061	0.0006
		Dif.	0.8402	0.0058	0.0112
-6.607	-4.491	Máx.	-0.0435	-0.0004	0.0117
		Mín.	-0.8854	-0.0088	0.0006
		Dif.	0.8420	0.0083	0.0111

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO DE CÁLCULO 2

COMPROBACIÓN DE LOS MUROS DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN CICLÓPEO

Muro de cierre de talud de recubrimiento de tramo 1. Sección más desfavorable

Datos generales

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Tipo de cimentación: Zapata corrida

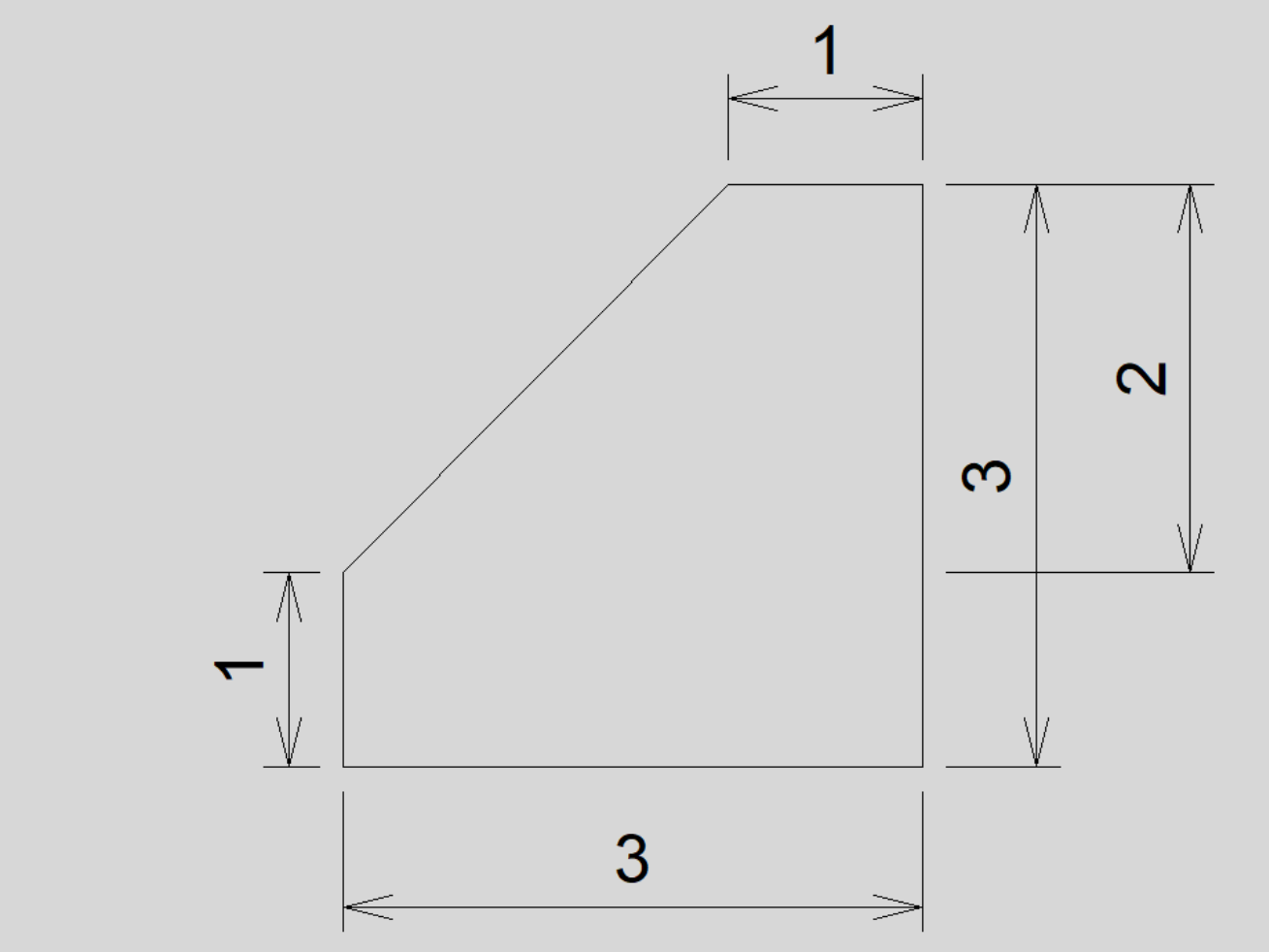
Geometría

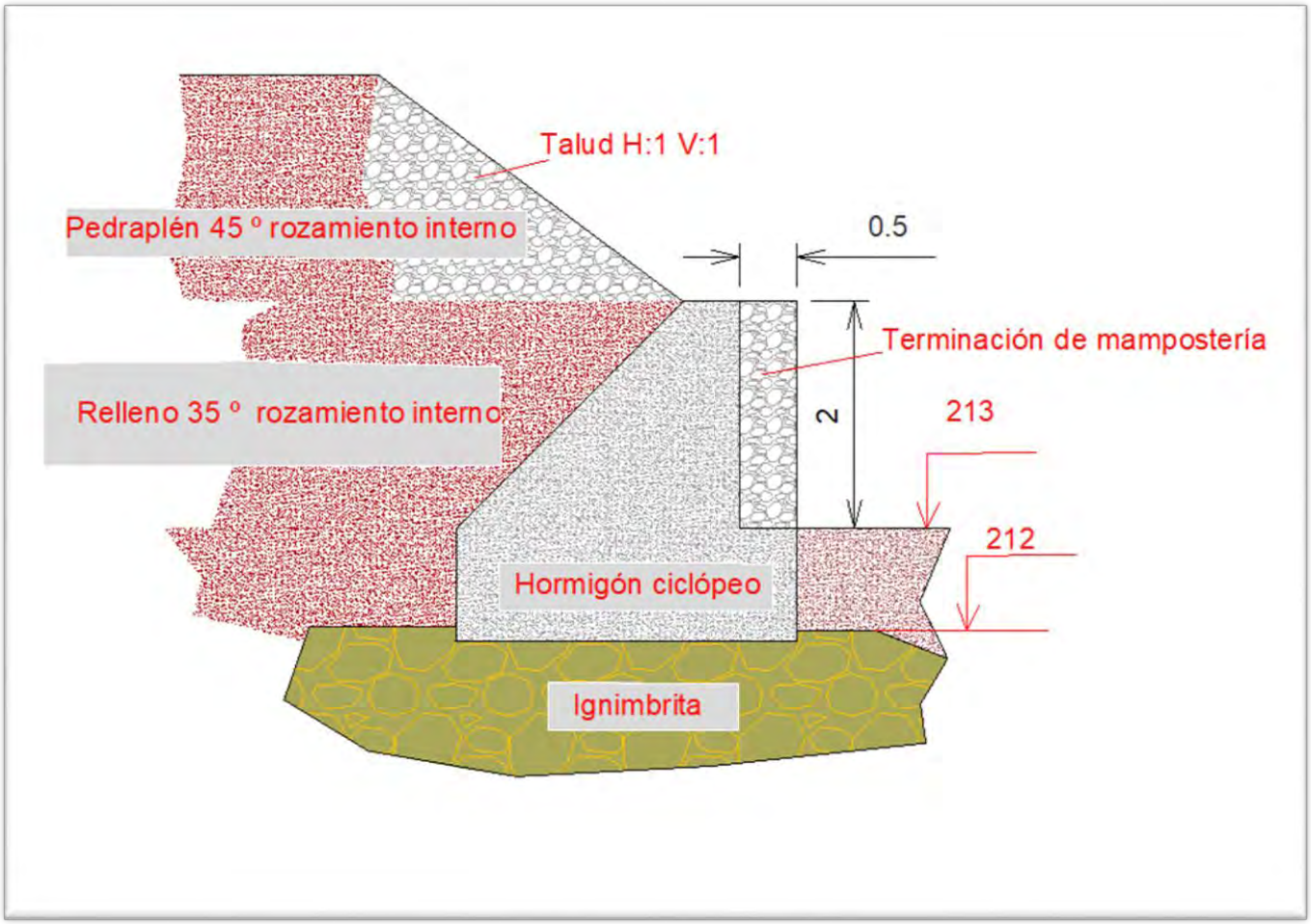
MURO

Altura: 2.00 m
Espesor superior: 100.0 cm
Espesor inferior: 230.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 100 cm
Vuelos intradós / trasdós: 5.0 / 5.0 cm
Hormigón ciclópeo 2 T/m3


1
2
3
1
3



El muro se encastra en un horizonte compacto de ignimbrita

Se calcula la estabilidad por medio del método de Coulomb

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Zapata corrida): nuevo		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: Valor introducido por el usuario. -Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 1,8 Calculado: 1.87	cumple
-Coeficiente de seguridad al deslizamiento(*):	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.18	No cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Zapata corrida): nuevo		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media:	Máximo: 2 kp/cm² Calculado: 0.803 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 2.107 kp/cm²	Cumple

(*) Se considera que como el muro va a estar encastrado en la ignimbrita, el coeficiente de seguridad de deslizamiento 1,18 es suficiente

Muro en el cauce del barranco

Datos generales

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Tipo de cimentación: Zapata corrida

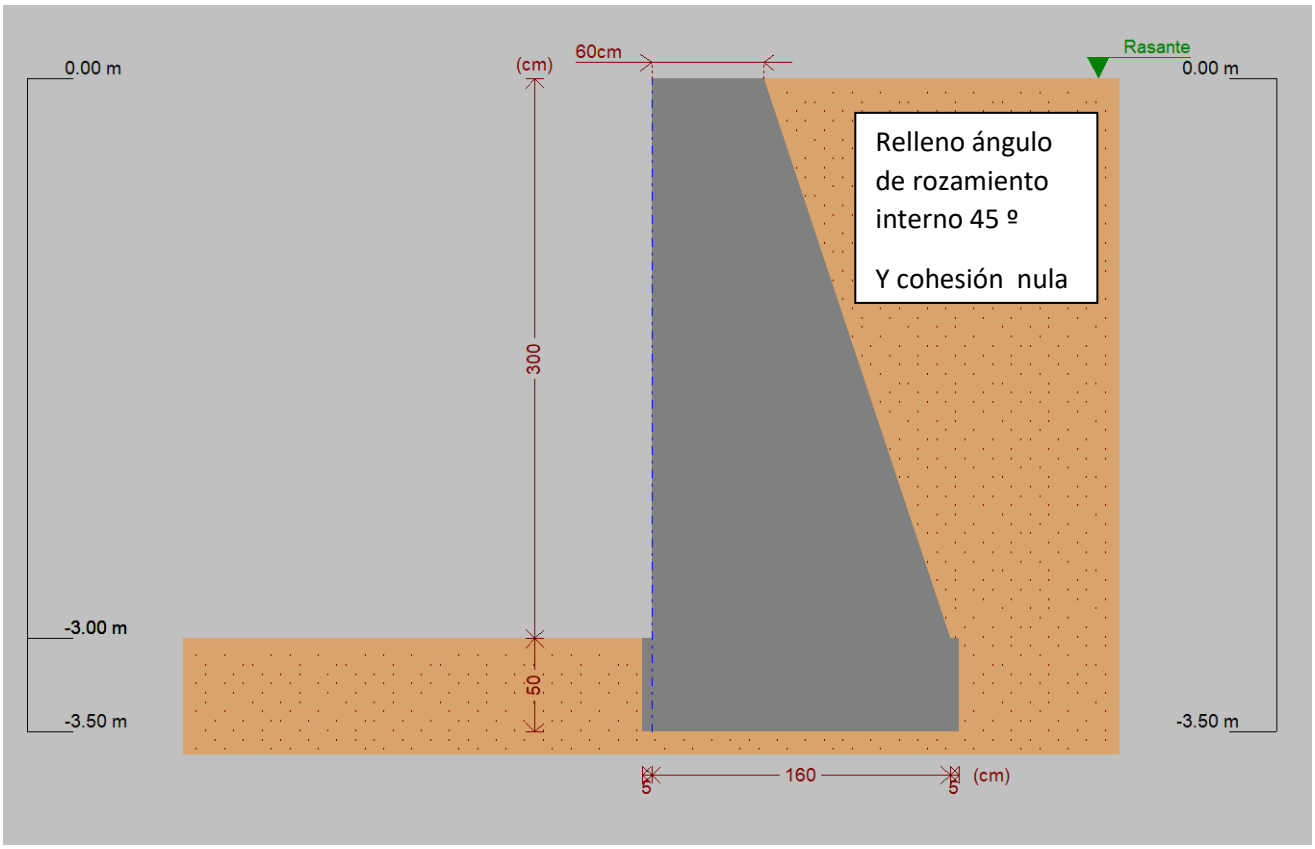
Geometría

MURO

Altura: 3.00 m
Espesor superior: 60.0 cm
Espesor inferior: 160.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 50 cm
Vuelos intradós / trasdós: 5.0 / 5.0 cm
Hormigón ciclópeo 2 T/m3



Se calcula la estabilidad por medio del método de Coulomb

- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 2.33	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.33 Calculado: 1.57	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.33	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.1 Calculado: 1.64	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media (Situaciones persistentes):	Máximo: 2 kp/cm² Calculado: 0.672 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones persistentes):	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 1.781 kp/cm²	Cumple
- Tensión media (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 2 kp/cm² Calculado: 0.681 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima (Situaciones accidentales sísmicas):	Máximo: 3 kp/cm² Calculado: 2.784 kp/cm²	Cumple

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO DE CÁLCULO 3

ANCLAJE CALDERÍN EN BARRANCO SECO

Índice:

1. INTRODUCCIÓN 2

2. CÁLCULO DE ESFUERZOS 3

3. DISEÑO DE ANCLAJE 3

3. CÁLCULO DE REACCIÓN 5

4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA 6

5. RESISTENCIA DEL ELEMENTO 3 7

6. ELEMENTOS DE ESTRUCTURA 7

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tipología de depósito

Debajo del calderín de Barranco Seco hay que realizar una instalación hidráulica determinada para que cumpla adecuadamente con su función.

Dicho calderín se conecta a la conducción principal por medio de una té, tal como se muestra en esta ilustración.

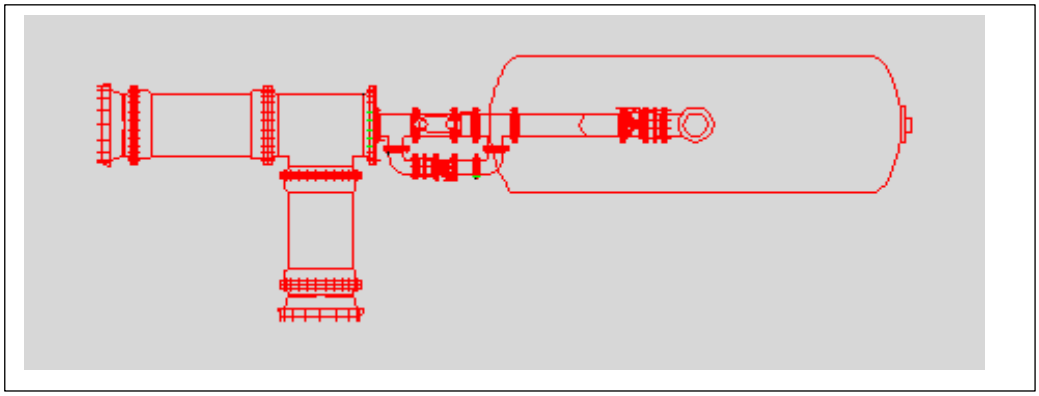
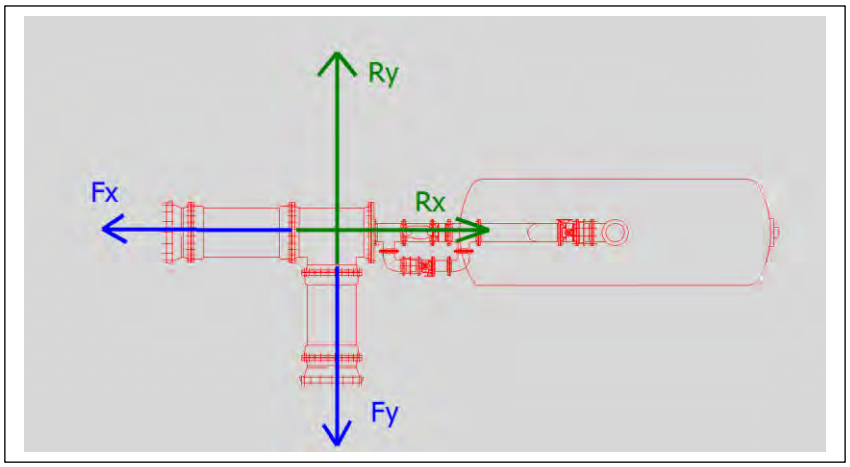


Figura 1. Planta de la instalación hidráulica de conexión del calderín

Durante el funcionamiento, dicha té tiende a funcionar como un codo de 90º, recibiendo unos empujes (F) que provocan una reacción (R) tal como se muestra en la ilustración. Estos empujes se maximizan durante el golpe de ariete.



Esta reacción, si no se inmoviliza puede afectar a la conducción de conexión o llegar a desplazar la pieza en té, la cual está sujeta por bridas enchufe.

Para provocar esta inmovilización se calcula un anclaje de hormigón armado que traslada los esfuerzos hacia un muerto de hormigón situado debajo del calderín.

1.2. Normativa

La normativa aplicada para el dimensionamiento de la estructura es la siguiente:

- Documento básico SE-AE Acciones en la edificación. Código Técnico de la edificación (CTE).
- Instrucción de Hormigón Estructural. (EHE 08).
- Documento básico SE-C Cimientos. Código Técnico de la Edificación (CTE).

- Los materiales considerados son los siguientes: Hormigón:
- Hormigón en estructura: HA-25 /B/20/IV
- Acero para armaduras y pernos:
- Tipo de acero: B500 S

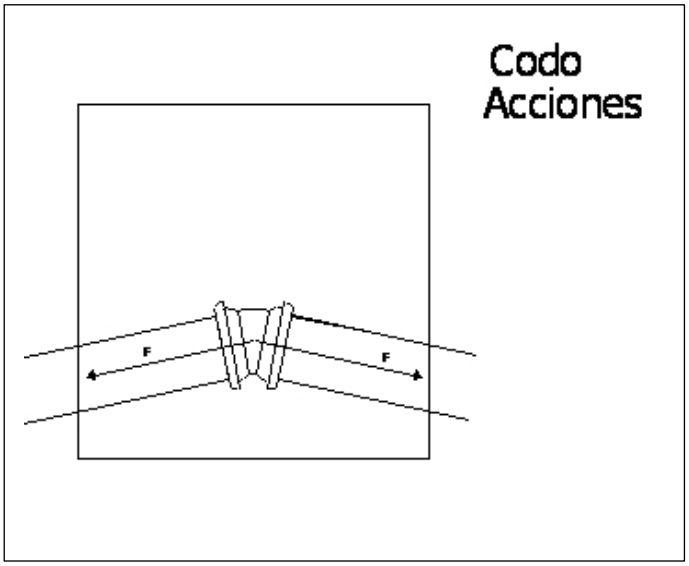
2. CÁLCULO DE ESFUERZOS

Presión máxima en estática

P1=presión en cada punto en m.c.a.

Q= 0 m3/s (en el momento del golpe de ariete)

W_2= 0,389 m2 (para DN 700)
Luego los empujes serían:



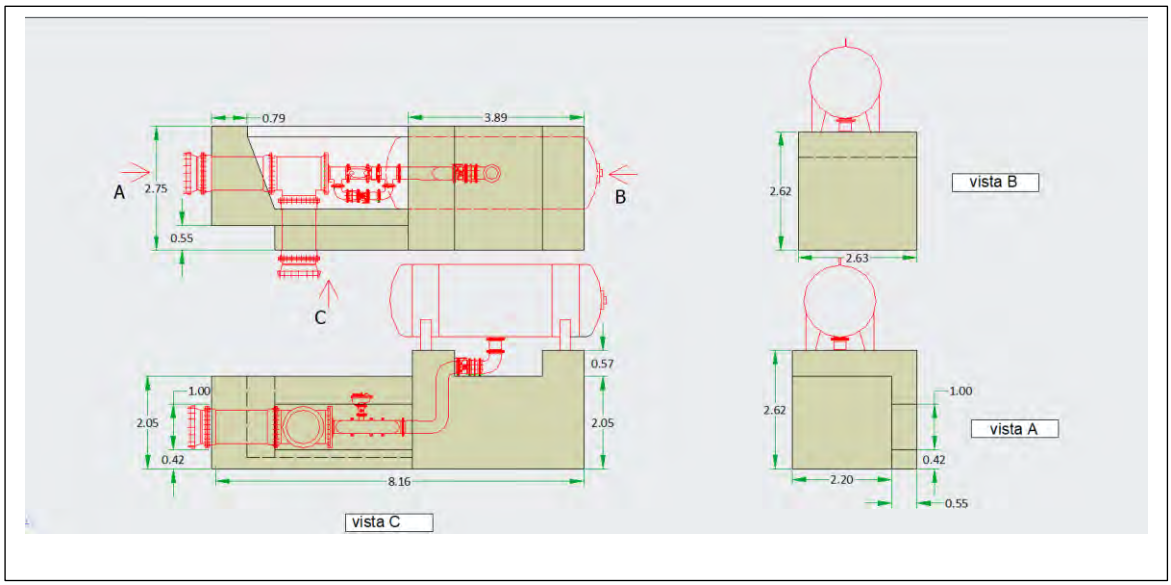
$$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot \overset{0}{U_2}$$

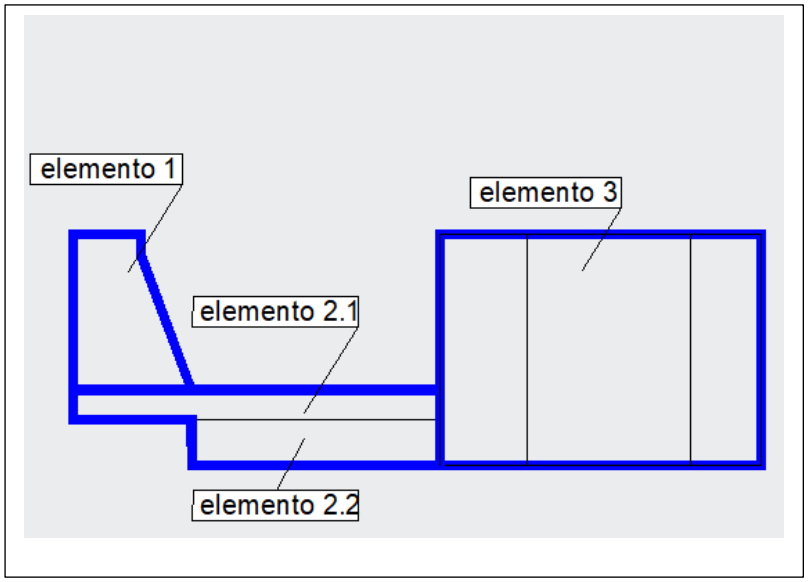
Para = 200 m.c.a.

Fx= Fy= 778.800 Nw

3. DISEÑO DE ANCLAJE

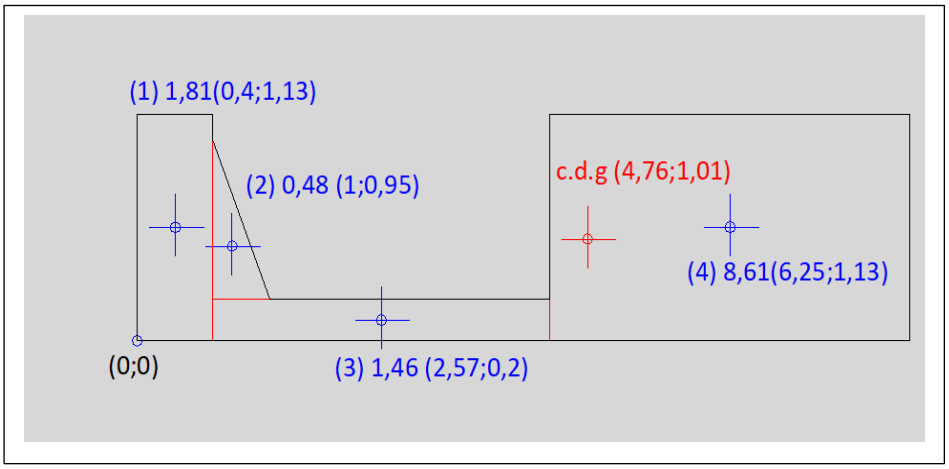
Se diseña un anclaje combinando 4 elementos que trasladan las cargas hacia un muerto de hormigón bajo el calderín que las absorbe quedando el conjunto inmovilizado con la ayuda del terrno circundante, especialmente consolidado por los taludes colindantes.



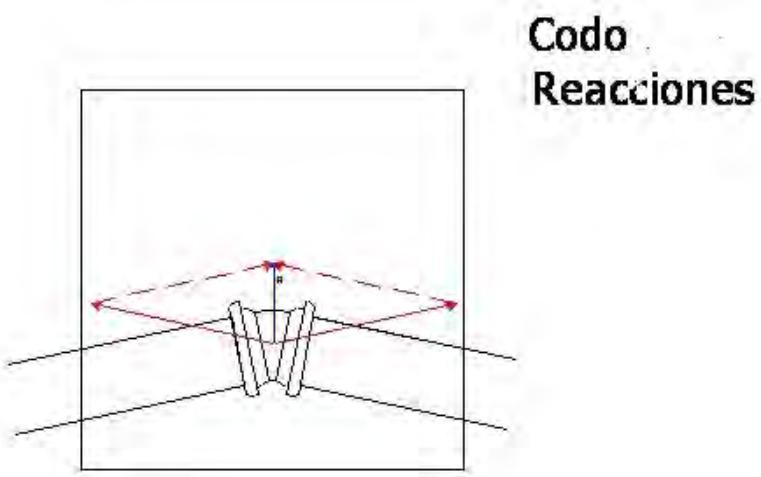


- Los elementos 1, 2.1 y 2.2 llevan la reacción hasta el c.d.g.del anclaje donde es contrarrestada por la fuerza de rozamiento y la resistencia desplazamiento lateral (empuje pasivo).
- Los elementos 1, 2.1 y 2,2 se construirá en HA-25 y el elmento 3 con HM 20

Se calcula el cdg de la pieza a partir de los c.d.g de cada elemento



3. CÁLCULO DE REACCIÓN

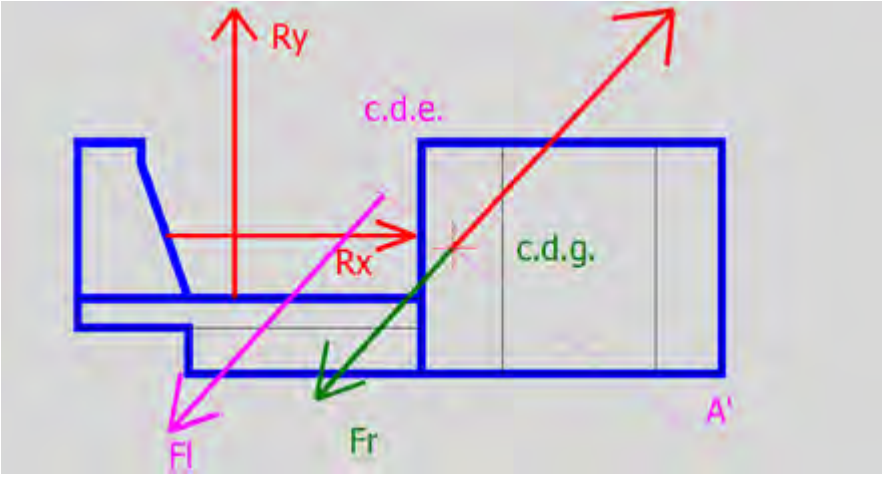


Las reacciones obedecen a:

$$R = F \text{ sen } \frac{\alpha}{2} + F \text{ sen } \frac{\alpha}{2}$$

Que para 90 º y F =778.800 Nw ; R=1.100.258 Nw

Esta reacción estará aplicada en el c.d.g de la pieza y estará contrarrestada por la fuerza de rozamiento y la resistencia lateral del suelo.



La fuerza de rozamiento (Fr) se aplica sobre el c.d.g y la de resistencia lateral (Fl) sobre el centro del plano A-A'

4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA

A la reacción del codo se contrapone:

- Fuerza de rozamiento:

$$Fr = FN * tg\varphi$$

FN = fuerza normal = peso del bloque ± carga vertical

φ = ángulo de rozamiento interno del terreno 35º

densidad del bloque = 20.000 N/m³

- Peso de bloque de A x L x H x DENSIDAD (N) El bloque tiene 33,34 m3 de hormigón a la que hay que sumar los 80.000 Nw de carga de agua dando 666. 800 N

  Fr= 466898 N

- Resistencia lateral del suelo (es un empuje pasivo):

$$Fl = \frac{1}{2}\gamma \times L \times H^2 \times \left(\frac{1+sen\varphi}{1-sen\varphi}\right) =$$

L = anchura de bloque (Plano A-A`) = 9 m

H = profundidad del bloque= 2,5

γ = densidad del suelo = 18.000 N/m³

FL= 18000/2 x 9x 6.25x2,42= 1.225.125 N

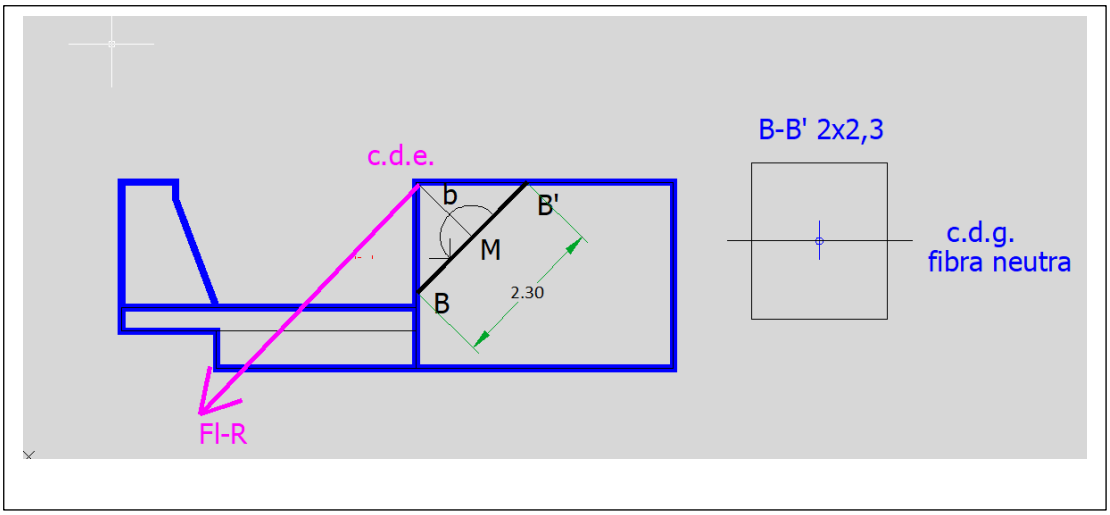
Fr + FL =466898 + 1.225.125= 1.692.023

Se deberá cumplir:

- (Fr +Fl)/ R > 1,3
- 1.692.023/1.100.258= 1,53 luego cumple y la pieza queda inmovilizada

5. RESISTENCIA DEL ELEMENTO 3

Al ser Fr<R; actúa Fl incrementando su magnitud hasta compensar R. Sin embargo, al no coincidir el c.d.e con el c.d.g (hay una separación b=1 m.) se producirá un momento de (R-Fr) x b= 633.360 N x m



Al estar la pieza inmovilizada, el momento M genera un axil en la sección B-B'

$$\sigma_m = \frac{6M}{b \times h^2} = \frac{6 \times 633360}{2 \times 2{,}3^2} = 359.183 N/m^2; \text{ esto es 36 T/m2}$$

El elemento 3 se construye en HM-20

Como la resistencia a tracción del hormigón HM20 $fct,d = \frac{0{,}21x\sqrt[3]{fck^2}}{1{,}5}$ = 103 T/m2 la pieza no parte.

6. ELEMENTOS DE ESTRUCTURA

El elemento 1 se ha modelizado como una ménsula corta que recoge la reacción Rx y la transmite al elemento 2.1. Dicho elemento se modeliza como una viga de gran canto que transmite la reacción Rx al elemento 3.

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 3 ELEMENTOS DEL ANCLAJE 1 DE BARRANCO SECO

ELEMENTO 1: Ménsulas cortas

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA 2

2. DESCRIPCIÓN DE MÉNSULAS 2

3. DESCRIPCIÓN DE CARGAS 2

4. MEDICIÓN DETALLADA 2

5. COMPROBACIÓN 2

1. DATOS DE OBRA

Hormigón: HA-25, Yc=1.5

Acero: B 500 S, Ys=1.15

Ambiente: Clase I

Recubrimiento: 4.00 cm

Tamaño máximo del árido: 20.0 mm

Estados límite

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

2. DESCRIPCIÓN DE MÉNSULAS

Referencias	Geometría	Carga	Armado
P-1	Canto mayor: 1.40 m Canto menor: 0.80 m Vuelo: 1.60 m Ancho: 1.70 m	Vuelo: 0.80 m Ancho de vuelo: 0.70 m Ancho de apoyo: 0.70 m	Principal: 18Ø16 Estribos: 6Ø8 Anclaje en pilar: 91.0 cm Anclaje en ménsula: 16.0 cm

3. DESCRIPCIÓN DE CARGAS

Tabla de cargas

Referencias	Peso propio	Q 1
P-1	Horizontal: 0.00 t Vertical: 0.00 t	Horizontal: 0.00 t Vertical: 78.00 t

4. MEDICIÓN DETALLADA

Referencia: P-1		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø16	
Armadura principal	Longitud (m) Peso (kg)		18x5.27 18x8.32	94.86 149.72
Armado de estribos	Longitud (m) Peso (kg)	6x(6.57-7.11) 6x(2.59-2.81)		42.12 16.62
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	42.12 16.62	94.86 149.72	 166.34
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	46.33 18.28	104.35 164.69	 182.97

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)
Elemento	Ø8	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5
Referencia: P-1	18.28	164.69	182.97	2.99
Totales	18.28	164.69	182.97	2.99

5. COMPROBACIÓN

Referencia: P-1		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelo de la carga (a): *Norma EHE-08. Artículo 64.1.1*	Máximo: 1.35 m Calculado: 0.8 m	Cumple

Referencia: P-1 Comprobación	Valores	Estado
Canto útil de la sección adyacente al soporte (d): *Norma EHE-08. Artículo 64.1.2.1*	Mínimo: 1.31 m Calculado: 1.35 m	Cumple
Canto útil en borde de apoyo (d1): *Norma EHE-08. Artículo 64.1.1*	Mínimo: 0.67 m Calculado: 0.92 m	Cumple
Relación de esfuerzos: Fhd / Fvd: *Norma EHE-08. Artículo 64.1.2.1.2*	Máximo: 0.15 Calculado: 0	Cumple
Área armadura principal necesaria: *Norma EHE-08. Artículo 64.1.2.1*	Mínimo: 35.3 cm² Calculado: 36.2 cm²	Cumple
Resistencia de la biela de compresión: *Norma EHE-08. Artículo 64.1.2.1.2*	Máximo: 582.73 t Calculado: 117 t	Cumple
Área armadura estribos necesaria: *Norma EHE-08. Artículo 64.1.2.1.1*	Mínimo: 5.73 cm² Calculado: 6.03 cm²	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armaduras principales:	Calculado: 9.3 cm	Cumple
- Estribos:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación libre mínima de las armaduras: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 2.5 cm	
- Armaduras principales:	Calculado: 7.7 cm	Cumple
- Estribos:	Calculado: 14.2 cm	Cumple
Longitud anclaje arm. principal en pilar: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*	Mínimo: 91 cm Calculado: 91 cm	Cumple
Longitud anclaje arm. principal en ménsula: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Distancia borde apoyo-quiebro arm. principal: *Norma EHE-98. Artículo 61.3*	Mínimo: 1.6 cm Calculado: 33.8 cm	Cumple
Vuelo desde el borde de apoyo: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón". Capítulo 60.2.2.c*	Mínimo: 5 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- La relación (Fhd / Fvd) calculada corresponde al valor máximo de todas las hipótesis introducidas
- Fuerza vertical de cálculo pésima(Fvd): 117 t
- Fuerza horizontal de cálculo pésima(Fhd): 0 t

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 3 ELEMENTOS DEL ANCLAJE 1 DE BARRANCO SECO

ELEMENTO 2.1: Vigas

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA 2

2. DESCRIPCIÓN DE VIGAS 2

3. MEDICIÓN DETALLADA 2

4. COMPROBACIÓN 3

1. DATOS DE OBRA

Hormigón: HA-25, Yc=1.5

Acero: B 500 S, Ys=1.15

Recubrimiento: 4.00 cm

Estados límite

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

2. DESCRIPCIÓN DE VIGAS

Geometría de vigas

Ref.	Canto (m)	Ancho apoyo (m)		Luz entre ejes (m)	Ancho (m)	Tipo de apoyo
		Izquierdo	Derecho			
V-1	3.65	0.20	0.20	1.85	0.36	Rigidizado en toda su altura

Cargas en vigas

Ref.	Hipótesis	Pp	Qs (t/m)
V-1	Peso propio	Sí	
	Q 1	No	77.80

Abreviaturas utilizadas

- Pp: Se genera el peso propio en esta hipótesis
- Qs: Carga superior

Armado de vigas

Ref.	A. Longitudinal	A. Base del alma		A. Refuerzo del alma
		Vertical	Horizontal	
V-1	4Ø20 Ancho: 0.36 m	Ø12c/15	Ø12c/15	Longit. horiz.: 0.90 m Longit. vert.: 1.49 m Ancho: 0.60 m

3. MEDICIÓN DETALLADA

Referencia: V-1		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø20	
Base alma - Armadura vertical	Longitud (m) Peso (kg)	28x4.11 28x3.65		115.08 102.17
Base alma - Armadura horizontal	Longitud (m) Peso (kg)	50x2.46 50x2.18		123.00 109.20
Base alma - Refuerzo vertical	Longitud (m) Peso (kg)	10x3.26 10x2.89		32.60 28.94
Base alma - Refuerzo horizontal izquierdo	Longitud (m) Peso (kg)	5x2.44 5x2.17		12.20 10.83
Base alma - Refuerzo horizontal derecho	Longitud (m) Peso (kg)	5x2.44 5x2.17		12.20 10.83
Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		8x3.27 8x8.06	26.16 64.51
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	295.08 261.97	26.16 64.51	 326.48
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	324.59 288.17	28.78 70.96	 359.13

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)
	Ø12	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5
Referencia: V-1	288.17	70.96	359.13	2.69
Totales	288.17	70.96	359.13	2.69

4. COMPROBACIÓN

Referencia: V-1		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 2.5 cm	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 9.9 cm	Cumple
- Armado base del alma vertical:	Calculado: 13.8 cm	Cumple
- Armado base del alma horizontal:	Calculado: 13.8 cm	Cumple
- Armadura base del alma:	Calculado: 23.2 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 11.9 cm	Cumple
- Armado base del alma vertical:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado base del alma horizontal:	Calculado: 15 cm	Cumple
Ancho mínimo viga: *Artículo 59.2 de la norma EH-91*	Mínimo: 35.6 cm Calculado: 36 cm	Cumple
Armadura longitudinal inferior:		
- Área: *Norma EHE-08. Artículo 63.3*	Mínimo: 11.4 cm² Calculado: 25.2 cm²	Cumple
- Ancho de disposición de las barras: *Norma EHE-08. Artículo 63.3*	Mínimo: 22.2 cm Calculado: 35.9 cm	Cumple
- Disposición de la armadura:		Cumple
Armadura base del alma: *Norma EHE-08. Artículo 63.3*	Mínimo: 7.2 cm²/m	
- Área barras verticales:	Calculado: 15.1 cm²/m	Cumple
- Área barras horizontales:	Calculado: 15.1 cm²/m	Cumple
Armadura de refuerzo del alma:		
- Longitud de barras horizontales: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 55.5 cm Calculado: 89.7 cm	Cumple
- Longitud de barras verticales: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 92.5 cm Calculado: 149.5 cm	Cumple
- Ancho de disposición de las barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 37 cm Calculado: 59.8 cm	Cumple
- Disposición de la armadura:		Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 3 ELEMENTOS DEL ANCLAJE 1 DE BARRANCO SECO

ELEMENTO 2.2: Vigas apoyo

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA 2
1.1. Normas consideradas 2
1.2. Estados límite 2
1.2.1. Situaciones de proyecto 2

2. ESTRUCTURA 3
2.1. Pórtico 1 3
2.1.1. Geometría 3
2.1.2. Cargas 4

3. RESULTADOS 4
3.1. Pórtico 1 4
3.1.1. Resultados por hipótesis 4
3.1.2. Comprobaciones 4
3.1.3. Resumen de las comprobaciones 40
3.1.4. Listado de armados 40

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Hormigón: EHE-08

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Donde:

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

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Temperatura (T)	0.000	1.500	1.000	0.600

E.L.S. Fisuración. Hormigón: EHE-08

Cuasipermanente

	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Temperatura (T)	1.000	1.000	0.000	0.000

E.L.S. Flecha. Hormigón: EHE-08

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Temperatura (T)	0.000	1.000	1.000	0.600

Frecuente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Temperatura (T)	0.000	1.000	0.500	0.000

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Temperatura (T)	0.000	1.000	0.000	0.000

2. ESTRUCTURA

2.1. Pórtico 1

2.1.1. Geometría

2.1.1.1. Nudos

Nudos	
Nudo	Descripción
P1	Voladizo
P2	Pilar de última planta

2.1.1.2. Vigas

Vigas			
Viga	Descripción	Luz libre (m)	Longitud libre de la viga (m)
P1/P2	100x55	3.04	3.04

2.1.2. Cargas

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeciales: t/m.

P1/P2									
Hipótesis	Tipo	Valores		Posiciones		Dirección			
		P1	P2	L1	L2	Ejes	X	Y	Z
Peso propio	Puntual	77.800	--	2.11	--	Globales	0.0	0.0	-1.0

3. RESULTADOS

3.1. Pórtico 1

3.1.1. Resultados por hipótesis

3.1.1.1. Vigas

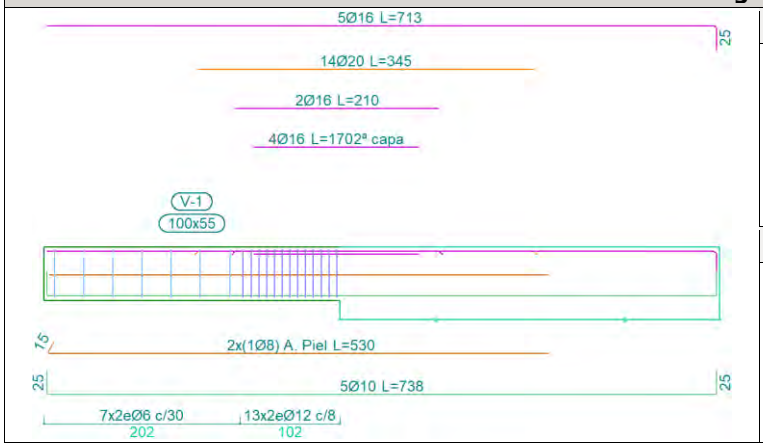
Viga P1/P2																					
Hipótesis	Esf.	Posiciones																			
		0.00	0.19	0.38	0.51	0.57	0.76	0.95	1.14	1.33	1.52	1.71	1.90	2.09	2.11	2.11	2.28	2.47	2.53	2.66	2.85	3.04
Peso propio	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-77.80	-77.80	-77.80	-77.80	-77.80	-77.80	-77.80
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.08	-13.23	-28.01	-32.83	-42.79	-57.57	-72.35
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T 1	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3.1.2. Comprobaciones

3.1.2.1. V-1: P1 - P2

3.1.2.1.1. Descripción

Datos de la viga



Geometría	
Dimensiones	: 100x55
Luz libre	: 3.0 m
Recubrimiento geométrico superior	: 3.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	: 3.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	: 3.0 cm

Materiales	
Hormigón	: HA-25, Yc=1.5
Armadura longitudinal	: B 500 S, Ys=1.15
Armadura transversal	: B 500 S, Ys=1.15

3.1.2.1.2. Comprobaciones de resistencia

V-1: P1 - P2

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

Armadura longitudinal

La distancia libre d_l, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

28 mm ≥ 20 mm ✓

Donde:

s_{min}: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. — **s_{min}** : *20* mm

s_1 : *20* mm

s_2 : *19* mm

s_3 : *20* mm

Siendo:

d_a: Tamaño máximo del árido. — **d_a** : *15* mm

$Ø_{max}$: Diámetro de la barra más gruesa. — **$Ø_{max}$** : *20* mm

La armadura pasiva longitudinal resistente habrá de quedar distribuida convenientemente para evitar que queden zonas de hormigón sin armaduras, de forma que la distancia entre dos barras longitudinales consecutivas (s) cumpla las siguientes limitaciones (Artículo 42.3.1):

234 mm ≤ 300 mm ✓

Siendo:

b_0: Espesor bruto del elemento. — **b_0** : *550* mm

Estribos

La distancia libre d_l, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

294 mm ≥ 20 mm ✓

Donde:

s_{min}: Valor máximo de s_1, s_2, s_3.

s_{min} : *20* mm

s_1 : *20* mm

s_2 : *19* mm

s_3 : *6* mm

Siendo:

d_a: Tamaño máximo del árido. **d_a** : *15* mm

$Ø_{max}$: Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal. **$Ø_{max}$** : *6* mm

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

Flexión negativa alrededor del eje x:

En secciones sometidas a flexión simple o compuesta, la cuantía geométrica de armadura principal de tracción ρ_l con barras de acero f_{yk}=5096.84 kp/cm² debe cumplir:

0.01202 ≥ 0.00280 ✓

Donde:

$\rho_{l,min}$: *0.00280*

Armadura longitudinal mínima para secciones en flexión simple o compuesta (Artículo 42.3.2)

Flexión negativa alrededor del eje x:

En secciones sometidas a flexión simple, la armadura principal de tracción debe cumplir la siguiente limitación:

50.71 cm² ≥ 8.43 cm² ✓

Donde:

$A_{s,min}$: *8.43* cm²

Siendo:

A_c: Área total de la sección de hormigón. **A_c** : *5500.00* cm²

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. **f_{cd}** : *169.89* kp/cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *4432.03* kp/cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

η : **0.410** ✓

Donde:

$V_{rd1,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{rd1,y}$: 105.030 t

$V_{u1,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma. $V_{u1,y}$: 256.371 t

η : **0.915** ✓

Donde:

$V_{rd2,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{rd2,y}$: 105.030 t

$V_{u2,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $V_{u2,y}$: 114.832 t

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.111 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP".

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblícua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección Y:

V_{u1} : 256.371 t

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axil. **K** : 1.00

σ'_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras. σ'_{cd} : -31.33 kp/cm²

N_d: Esfuerzo normal de cálculo. N_d : 0.000 t

A_c: Área total de la sección de hormigón. A_c : 5500.00 cm²

A'_s: Área total de la armadura comprimida. A'_s : 38.87 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 4432.03 kp/cm²

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón f_{1cd} : 101.94 kp/cm²

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón. f_{ck} : 254.84 kp/cm²

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. f_{cd} : 169.89 kp/cm²

b_0: Anchura neta mínima del elemento. b_0 : 1000.00 mm

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión. **d** : 503.00 mm

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza. α : 90.0 grados

θ: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza. θ : 45.0 grados

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.111 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma considerando la contribución de los estribos se obtiene como:

V_{u2} : 114.832 t

con un valor mínimo de:

$V_{u2,min}$: 26.690 t

Donde:

V_{su}: Contribución de la armadura transversal del alma a la resistencia a esfuerzo cortante. V_{su} : 104.384 t

Donde:

A_α: Área por unidad de longitud de cada grupo de armaduras que forman un ángulo A_α con la directriz de la pieza. A_α : 56.55 cm²/m

$f_{y\alpha,d}$: Resistencia de cálculo de la armadura A_α. $f_{y\alpha,d}$: 4077.47 kp/cm²

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza. α : 90.0 grados

θ: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza. θ : 45.0 grados

z: Brazo mecánico. **z** : 452.70 mm

V_{cu}: Contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante. V_{cu} : 10.448 t

Donde:

b_0: Anchura neta mínima del elemento. b_0 : 1000.00 mm

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión. **d** : 503.00 mm

γ_c: Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón. γ_c : 1.5

ξ: Coeficiente que depende del canto útil 'd'. ξ : 1.63

f_{cv}: Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm². f_{cv} : 254.84 kp/cm²

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón. f_{ck} : 254.84 kp/cm²

σ'_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras. σ'_{cd} : 0.00 kp/cm²

N_d: Esfuerzo normal de cálculo. N_d : 0.000 t

A_c: Área total de la sección de hormigón. A_c : 5500.00 cm²

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. f_{cd} : 169.89 kp/cm²

ρ_l: Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción. ρ_l : 0.0008

A_s: Área de la armadura longitudinal principal de tracción. A_s : 3.93 cm²

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

La separación longitudinal s_t entre armaduras transversales debe cumplir la siguiente condición para asegurar un adecuado confinamiento del hormigón a compresión oblícua:

80 mm ≤ 302 mm ✓

Donde:

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión. **d** : 503.00 mm

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza. α : 90.0 grados

La separación transversal $s_{t,trans}$ entre ramas de armaduras transversales debe cumplir la condición siguiente:

492 mm ≤ 500 mm ✓

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

250.6316 ≥ 34.8619 ✓

Donde:

A_α: Área por unidad de longitud de cada grupo de armaduras que forman un ángulo A_α con la directriz de la pieza. A_α : 56.55 cm²/m

$f_{y\alpha,d}$: Resistencia de cálculo de la armadura A_α. $f_{y\alpha,d}$: 4432.03 kp/cm²

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza. α : 90.0 grados

b_0: Anchura neta mínima del elemento. b_0 : 1000.00 mm

$f_{ct,m}$: Resistencia media a tracción del hormigón. $f_{ct,m}$: 26.15 kp/cm²

Siendo:

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón. f_{ck} : 254.84 kp/cm²

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
(EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.850 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

η : ***0.942*** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

N_{ed},M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed}: Esfuerzo normal de cálculo. **N_{ed}** : *0.000* t

M_{ed}: Momento de cálculo de primer orden. **$M_{ed,x}$** : *-113.763* t·m

$M_{ed,y}$: *0.000* t·m

N_{Rd},M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd}: Axil de agotamiento. **N_{Rd}** : *0.000* t

M_{Rd}: Momentos de agotamiento. **$M_{Rd,x}$** : *-120.704* t·m

$M_{Rd,y}$: *0.000* t·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

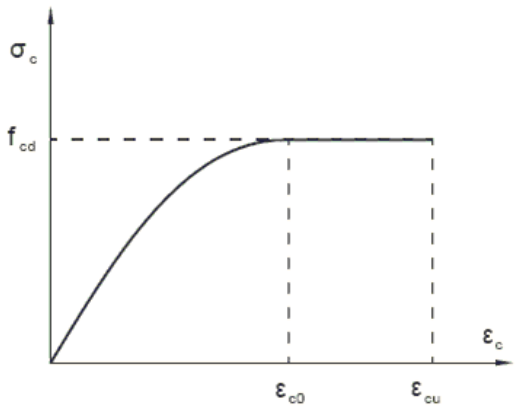
(a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.

(b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.

(c) Las deformaciones ε_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.

(d) Diagramas de cálculo.

(i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. **f_{cd}** : *169.89* kp/cm²

ε_{c0}: Deformación de rotura del hormigón en compresión simple. ε_{c0} : 0.0020

ε_{cu}: Deformación de rotura del hormigón en flexión. ε_{cu} : 0.0035

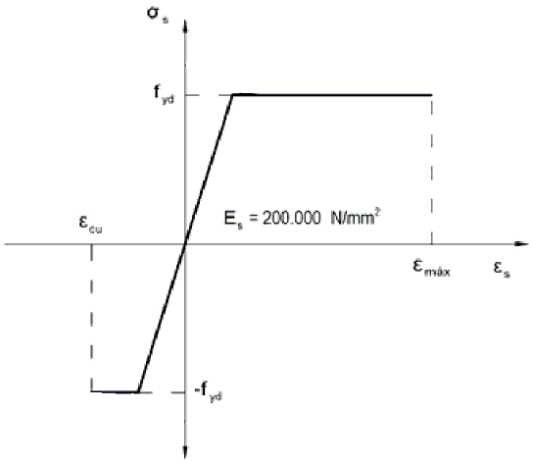
Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

α_{cc}: Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración. α_{cc} : 1.00

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón. f_{ck} : 254.84 kp/cm²

γ_c: Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón. γ_c : 1.5

(ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 4432.03 kp/cm²

ε_{max}: Deformación máxima del acero en tracción. ε_{max} : 0.0100

ε_{cu}: Deformación de rotura del hormigón en flexión. ε_{cu} : 0.0035

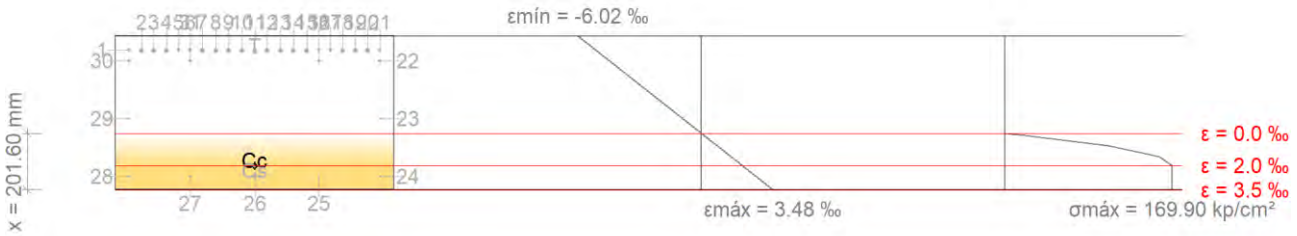
Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

f_{yk}: Resistencia característica de proyecto f_{yk} : 5096.84 kp/cm²

γ_s: Coeficiente parcial de seguridad. γ_s : 1.15

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm²)	ε
1	Ø16	-450.00	225.00	-4432.04	-0.005155
2	Ø20	-406.80	223.00	-4432.04	-0.005120
3	Ø20	-361.60	223.00	-4432.04	-0.005120
4	Ø20	-316.40	223.00	-4432.04	-0.005120
5	Ø16	-273.20	225.00	-4432.04	-0.005155
6	Ø16	-232.00	225.00	-4432.04	-0.005155
7	Ø20	-186.80	223.00	-4432.04	-0.005120
8	Ø20	-139.60	223.00	-4432.04	-0.005120
9	Ø20	-92.40	223.00	-4432.04	-0.005120
10	Ø20	-45.20	223.00	-4432.04	-0.005120
11	Ø16	0.00	225.00	-4432.04	-0.005155
12	Ø20	45.20	223.00	-4432.04	-0.005120
13	Ø20	92.40	223.00	-4432.04	-0.005120
14	Ø20	139.60	223.00	-4432.04	-0.005120
15	Ø20	186.80	223.00	-4432.04	-0.005120
16	Ø16	232.00	225.00	-4432.04	-0.005155
17	Ø16	273.20	225.00	-4432.04	-0.005155
18	Ø20	316.40	223.00	-4432.04	-0.005120
19	Ø20	361.60	223.00	-4432.04	-0.005120
20	Ø20	406.80	223.00	-4432.04	-0.005120
21	Ø16	450.00	225.00	-4432.04	-0.005155
22	Ø16	450.00	185.00	-4432.04	-0.004464
23	Ø8	454.00	-21.50	0.00	-0.000897
24	Ø10	453.00	-228.00	+4077.47	+0.002671
25	Ø10	232.00	-228.00	+4077.47	+0.002671
26	Ø10	0.00	-228.00	+4077.47	+0.002671
27	Ø10	-232.00	-228.00	+4077.47	+0.002671
28	Ø10	-453.00	-228.00	+4077.47	+0.002671
29	Ø8	-454.00	-21.50	0.00	-0.000897
30	Ø16	-450.00	185.00	-4432.04	-0.004464

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm²)	ε
31	Ø16	-232.00	185.00	-4432.04	-0.004464
32	Ø16	232.00	185.00	-4432.04	-0.004464

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	276.941	0.00	-191.21
Cs	16.012	0.00	-228.00
T	292.953	0.00	218.80

N_{Rd} : *0.000* t

$M_{Rd,x}$: *-120.704* t·m

$M_{Rd,y}$: *0.000* t·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *276.941* t

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *16.012* t

T: Resultante de tracciones en el acero. — T : *292.953* t

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-191.21* mm

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-228.00* mm

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *218.80* mm

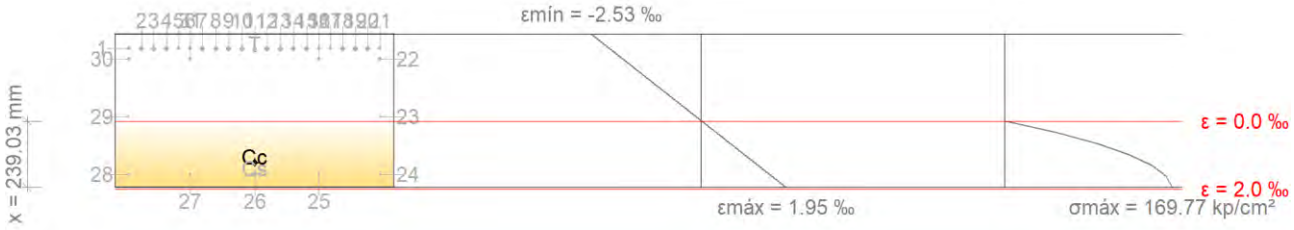
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0035*

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0052*

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *169.90* kp/cm²

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *4432.04* kp/cm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm²)	ε
1	Ø16	-450.00	225.00	-4330.73	-0.002124
2	Ø20	-406.80	223.00	-4297.54	-0.002108
3	Ø20	-361.60	223.00	-4297.54	-0.002108
4	Ø20	-316.40	223.00	-4297.54	-0.002108
5	Ø16	-273.20	225.00	-4330.73	-0.002124
6	Ø16	-232.00	225.00	-4330.73	-0.002124
7	Ø20	-186.80	223.00	-4297.54	-0.002108
8	Ø20	-139.60	223.00	-4297.54	-0.002108
9	Ø20	-92.40	223.00	-4297.54	-0.002108
10	Ø20	-45.20	223.00	-4297.54	-0.002108
11	Ø16	0.00	225.00	-4330.73	-0.002124
12	Ø20	45.20	223.00	-4297.54	-0.002108
13	Ø20	92.40	223.00	-4297.54	-0.002108
14	Ø20	139.60	223.00	-4297.54	-0.002108
15	Ø20	186.80	223.00	-4297.54	-0.002108
16	Ø16	232.00	225.00	-4330.73	-0.002124
17	Ø16	273.20	225.00	-4330.73	-0.002124
18	Ø20	316.40	223.00	-4297.54	-0.002108
19	Ø20	361.60	223.00	-4297.54	-0.002108
20	Ø20	406.80	223.00	-4297.54	-0.002108
21	Ø16	450.00	225.00	-4330.73	-0.002124
22	Ø16	450.00	185.00	-3666.95	-0.001799
23	Ø8	454.00	-21.50	0.00	-0.000118
24	Ø10	453.00	-228.00	+3186.58	+0.001563
25	Ø10	232.00	-228.00	+3186.58	+0.001563
26	Ø10	0.00	-228.00	+3186.58	+0.001563
27	Ø10	-232.00	-228.00	+3186.58	+0.001563
28	Ø10	-453.00	-228.00	+3186.58	+0.001563
29	Ø8	-454.00	-21.50	0.00	-0.000118
30	Ø16	-450.00	185.00	-3666.95	-0.001799
31	Ø16	-232.00	185.00	-3666.95	-0.001799

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm²)	ε
32	Ø16	232.00	185.00	-3666.95	-0.001799

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	266.945	0.00	-185.77
Cs	12.514	0.00	-228.00
T	279.459	0.00	219.43

N_{ed} : *0.000* t

$M_{ed,x}$: *-113.763* t·m

$M_{ed,y}$: *0.000* t·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *266.945* t

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *12.514* t

T: Resultante de tracciones en el acero. — T : *279.459* t

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-185.77* mm

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-228.00* mm

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *219.43* mm

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0019*

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0021*

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *169.77* kp/cm²

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *4330.73* kp/cm²

-

No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.2.1.3. Comprobación de fisuración

V-1: P1 - P2

Fisuración por compresión (EHE-08, Artículo 49.2.1)

Se debe satisfacer:

159.94 kp/cm² ≤ 180.75 kp/cm² ✓

La tensión de compresión máxima se produce en el nudo P2, para la combinación de acciones PP.

Donde:

σ_c: Tensión de compresión del hormigón. σ_c : *159.94* kp/cm²

$f_{ck,j}$: Resistencia característica del hormigón a la edad de 'j' días. Se adopta j = 120. $f_{ck,j}$: *301.25* kp/cm²

Donde:

$f_{ck,28}$: Resistencia característica del hormigón a la edad de 28 días. $f_{ck,28}$: *254.84* kp/cm²

β_{cc}: Coeficiente que depende de la edad del hormigón. β_{cc} : *1.14*

Donde:

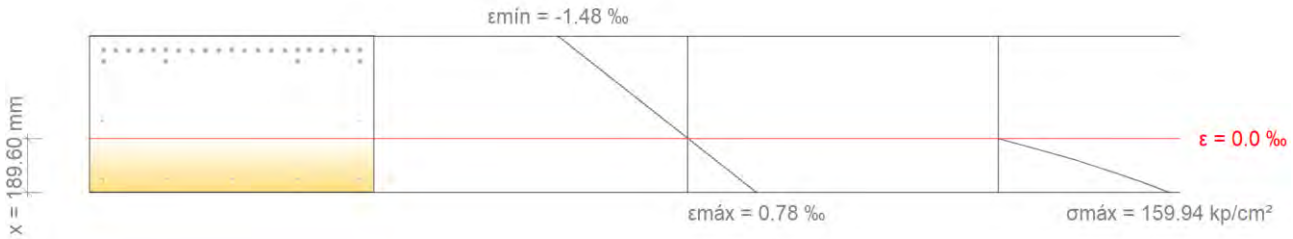
s: Coeficiente que depende del tipo de cemento. Se adopta el valor correspondiente a cementos normales. **s** : *0.25*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de la combinación:

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : *0.000* t

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: *0.000* t·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: *-72.354* t·m



Fisuración por tracción: Cara superior (EHE-08, Artículo 49.2.3)

Se debe satisfacer:

0.275 mm ≤ 0.400 mm ✓

La máxima abertura de fisura se produce en el nudo P2, para la combinación de acciones PP. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -450.00 mm, Y = 225.00 mm.

Donde:

W_{max}: Abertura máxima de fisura definida en la tabla 5.1.1.2. **W_{max}** : *0.400* mm

Designación del tipo de ambiente: I

W_k: Abertura característica de fisura. **W_k** : *0.275* mm

Siendo:

β: Coeficiente que relaciona la abertura media de fisura con el valor característico. Su valor es 1.30 para fisuración producida por acciones indirectas solamente y 1.70 para el resto de casos. **β** : *1.70*

s_m: Separación media entre fisuras. **s_m** : *130.23* mm

Donde:

c: Recubrimiento de las armaduras traccionadas. **c** : *42.00* mm

s: Distancia media entre las barras traccionadas de la sección. **s** : *59.48* mm

Ø: Diámetro máximo de las barras traccionadas en la sección. **Ø** : *20.00* mm

k_1: Coeficiente que tiene en cuenta la distribución de tensiones de tracción en la sección transversal. **k_1** : *0.124*

Donde:

$\sigma_{ct,m}$: Tensión media de tracción del área de hormigón traccionado en la sección no fisurada (estado I). **$\sigma_{ct,m}$** : *13.66* kp/cm²

Donde:

F_{ct}: Resultante de tensiones de la zona traccionada del hormigón en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I). **F_{ct}** : *34.913* t

A_{ct}: Área de hormigón traccionado en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I). **A_{ct}** : *255619.01* mm²

$f_{ct,m,fl}$: Resistencia media a flexotracción del hormigón. **$f_{ct,m,fl}$** : *27.45* kp/cm²

$A_{c,eficaz}$: Área eficaz de hormigón traccionado en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I). **$A_{c,eficaz}$** : *228056.00* mm²

A_s: Área de la armadura traccionada. **A_s** : *6609.90* mm²

ε_{sm}: Alargamiento medio de las armaduras, teniendo en cuenta la colaboración del hormigón entre fisuras. ε_{sm} : *0.001241*

Donde:

E_s: Módulo de deformación longitudinal del acero. **E_s** : *2038735.98* kp/cm²

k_2: Coeficiente de valor 1.0 para los casos de carga instantánea no repetida y 0.5 para los restantes. **k_2** : *0.50*

σ_s: Tensión de servicio de la armadura pasiva en la hipótesis de sección fisurada. **σ_s** : *2601.85* kp/cm²

σ_{sr}: Tensión de las armaduras en la sección fisurada en el instante en que se fisura el hormigón. **σ_{sr}** : *615.21* kp/cm²

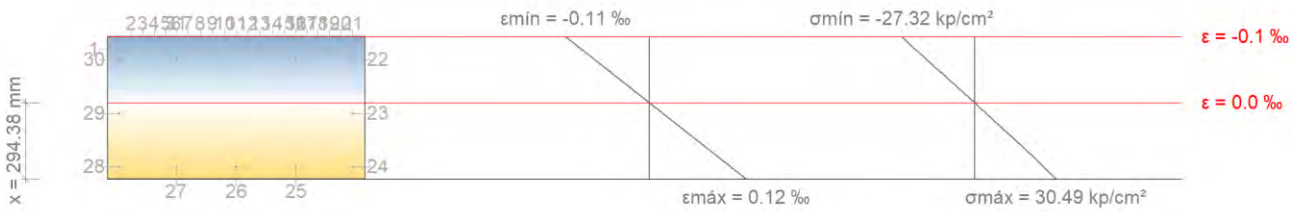
Equilibrio de la sección en el instante previo a la fisuración del hormigón:

N_{td},M_{td} Esfuerzos que originan que la fibra más traccionada del hormigón alcance la resistencia a tracción con el mismo esfuerzo axil solicitante.

N_{td}: Esfuerzo axil (valores positivos indican compresión). **N_{td}** : *0.000* t

$M_{td,X}$: Momento flector alrededor del eje 'X'. **$M_{td,X}$** : *0.000* t·m

$M_{td,Y}$: Momento flector alrededor del eje 'Y'. **$M_{td,Y}$** : *-17.288* t·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s^I (kp/cm²)	ε
1	Ø16	-450.00	225.00	-175.79	-0.000086
2	Ø20	-406.80	223.00	-174.08	-0.000085
3	Ø20	-361.60	223.00	-174.08	-0.000085
4	Ø20	-316.40	223.00	-174.08	-0.000085
5	Ø16	-273.20	225.00	-175.79	-0.000086
6	Ø16	-232.00	225.00	-175.79	-0.000086
7	Ø20	-186.80	223.00	-174.08	-0.000085
8	Ø20	-139.60	223.00	-174.08	-0.000085
9	Ø20	-92.40	223.00	-174.08	-0.000085
10	Ø20	-45.20	223.00	-174.08	-0.000085

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s^I (kp/cm²)	ε
11	Ø16	0.00	225.00	-175.79	-0.000086
12	Ø20	45.20	223.00	-174.08	-0.000085
13	Ø20	92.40	223.00	-174.08	-0.000085
14	Ø20	139.60	223.00	-174.08	-0.000085
15	Ø20	186.80	223.00	-174.08	-0.000085
16	Ø16	232.00	225.00	-175.79	-0.000086
17	Ø16	273.20	225.00	-175.79	-0.000086
18	Ø20	316.40	223.00	-174.08	-0.000085
19	Ø20	361.60	223.00	-174.08	-0.000085
20	Ø20	406.80	223.00	-174.08	-0.000085
21	Ø16	450.00	225.00	-175.79	-0.000086
22	Ø16	450.00	185.00	-141.59	-0.000069
30	Ø16	-450.00	185.00	-141.59	-0.000069
31	Ø16	-232.00	185.00	-141.59	-0.000069
32	Ø16	232.00	185.00	-141.59	-0.000069

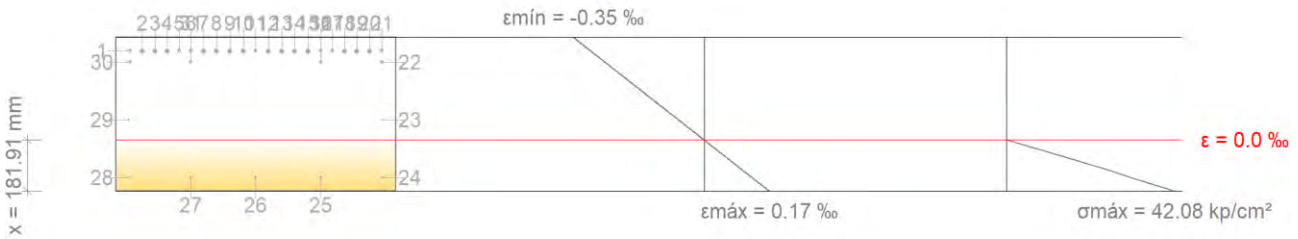
Equilibrio de la sección en el instante en que se fisura el hormigón:

N_{td},M_{td} Esfuerzos que originan que la fibra más traccionada del hormigón alcance la resistencia a tracción con el mismo esfuerzo axil solicitante.

N_{td}: Esfuerzo axil (valores positivos indican compresión). **N_{td}** : *0.000* t

$M_{td,X}$: Momento flector alrededor del eje 'X'. **$M_{td,X}$** : *0.000* t·m

$M_{td,Y}$: Momento flector alrededor del eje 'Y'. **$M_{td,Y}$** : *-17.288* t·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_{sr} (kp/cm²)	ε
1	Ø16	-450.00	225.00	-615.21	-0.000302
2	Ø20	-406.80	223.00	-611.35	-0.000300
3	Ø20	-361.60	223.00	-611.35	-0.000300
4	Ø20	-316.40	223.00	-611.35	-0.000300
5	Ø16	-273.20	225.00	-615.21	-0.000302

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_{sr} (kp/cm²)	ε
6	Ø16	-232.00	225.00	-615.21	-0.000302
7	Ø20	-186.80	223.00	-611.35	-0.000300
8	Ø20	-139.60	223.00	-611.35	-0.000300
9	Ø20	-92.40	223.00	-611.35	-0.000300
10	Ø20	-45.20	223.00	-611.35	-0.000300
11	Ø16	0.00	225.00	-615.21	-0.000302
12	Ø20	45.20	223.00	-611.35	-0.000300
13	Ø20	92.40	223.00	-611.35	-0.000300
14	Ø20	139.60	223.00	-611.35	-0.000300
15	Ø20	186.80	223.00	-611.35	-0.000300
16	Ø16	232.00	225.00	-615.21	-0.000302
17	Ø16	273.20	225.00	-615.21	-0.000302
18	Ø20	316.40	223.00	-611.35	-0.000300
19	Ø20	361.60	223.00	-611.35	-0.000300
20	Ø20	406.80	223.00	-611.35	-0.000300
21	Ø16	450.00	225.00	-615.21	-0.000302
22	Ø16	450.00	185.00	-537.85	-0.000264
23	Ø8	454.00	-21.50	0.00	-0.000068
29	Ø8	-454.00	-21.50	0.00	-0.000068
30	Ø16	-450.00	185.00	-537.85	-0.000264
31	Ø16	-232.00	185.00	-537.85	-0.000264
32	Ø16	232.00	185.00	-537.85	-0.000264

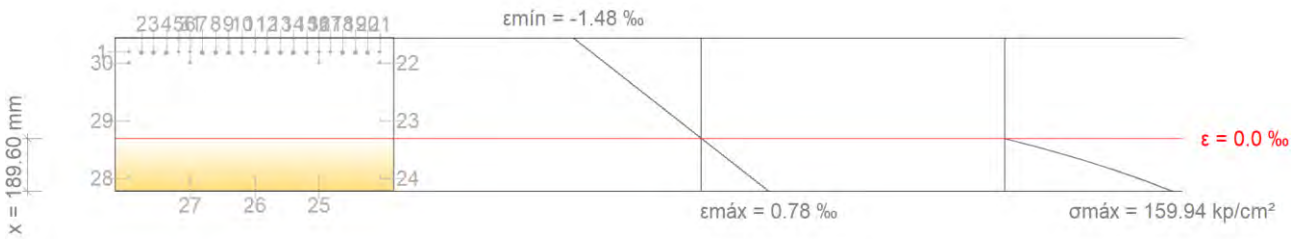
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.000* t

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.000* t·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *-72.354* t·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm²)	ε
1	Ø16	-450.00	225.00	-2601.85	-0.001276
2	Ø20	-406.80	223.00	-2585.09	-0.001268
3	Ø20	-361.60	223.00	-2585.09	-0.001268
4	Ø20	-316.40	223.00	-2585.09	-0.001268
5	Ø16	-273.20	225.00	-2601.85	-0.001276
6	Ø16	-232.00	225.00	-2601.85	-0.001276
7	Ø20	-186.80	223.00	-2585.09	-0.001268
8	Ø20	-139.60	223.00	-2585.09	-0.001268
9	Ø20	-92.40	223.00	-2585.09	-0.001268
10	Ø20	-45.20	223.00	-2585.09	-0.001268
11	Ø16	0.00	225.00	-2601.85	-0.001276
12	Ø20	45.20	223.00	-2585.09	-0.001268
13	Ø20	92.40	223.00	-2585.09	-0.001268
14	Ø20	139.60	223.00	-2585.09	-0.001268
15	Ø20	186.80	223.00	-2585.09	-0.001268
16	Ø16	232.00	225.00	-2601.85	-0.001276
17	Ø16	273.20	225.00	-2601.85	-0.001276
18	Ø20	316.40	223.00	-2585.09	-0.001268
19	Ø20	361.60	223.00	-2585.09	-0.001268
20	Ø20	406.80	223.00	-2585.09	-0.001268
21	Ø16	450.00	225.00	-2601.85	-0.001276
22	Ø16	450.00	185.00	-2266.56	-0.001112
23	Ø8	454.00	-21.50	0.00	-0.000263
29	Ø8	-454.00	-21.50	0.00	-0.000263
30	Ø16	-450.00	185.00	-2266.56	-0.001112
31	Ø16	-232.00	185.00	-2266.56	-0.001112
32	Ø16	232.00	185.00	-2266.56	-0.001112

Fisuración por tracción: Cara lateral derecha (EHE-08, Artículo 49.2.3)

Se debe satisfacer:

0.275 mm ≤ 0.400 mm ✓

La máxima abertura de fisura se produce en el nudo P2, para la combinación de acciones PP. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 450.00 mm, Y = 225.00 mm.

Donde:

W_{max}: Abertura máxima de fisura definida en la tabla 5.1.1.2. **W_{max}** : *0.400* mm

Designación del tipo de ambiente: I

W_k: Abertura característica de fisura. **W_k** : *0.275* mm

Siendo:

β: Coeficiente que relaciona la abertura media de fisura con el valor característico. Su valor es 1.30 para fisuración producida por acciones indirectas solamente y 1.70 para el resto de casos. β : 1.70

s_m: Separación media entre fisuras. s_m : 130.23 mm

Donde:

c: Recubrimiento de las armaduras traccionadas. c : 42.00 mm

s: Distancia media entre las barras traccionadas de la sección. s : 59.48 mm

$Ø$: Diámetro máximo de las barras traccionadas en la sección. $Ø$: 20.00 mm

k_1: Coeficiente que tiene en cuenta la distribución de tensiones de tracción en la sección transversal. k_1 : 0.124

Donde:

$\sigma_{ct,m}$: Tensión media de tracción del área de hormigón traccionado en la sección no fisurada (estado I). $\sigma_{ct,m}$: 13.66 kp/cm²

Donde:

F_{ct}: Resultante de tensiones de la zona traccionada del hormigón en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I). F_{ct} : 34.913 t

A_{ct}: Área de hormigón traccionado en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I). A_{ct} : 255619.01 mm²

$f_{ct,m,fl}$: Resistencia media a flexotracción del hormigón. $f_{ct,m,fl}$: 27.45 kp/cm²

$A_{c,eficaz}$: Área eficaz de hormigón traccionado en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I). $A_{c,eficaz}$: 228056.00 mm²

A_s: Área de la armadura traccionada. A_s : 6609.90 mm²

ε_{sm}: Alargamiento medio de las armaduras, teniendo en cuenta la colaboración del hormigón entre fisuras. ε_{sm} : 0.001241

Donde:

E_s: Módulo de deformación longitudinal del acero. E_s : 2038735.98 kp/cm²

k_2: Coeficiente de valor 1.0 para los casos de carga instantánea no repetida y 0.5 para los restantes. k_2 : 0.50

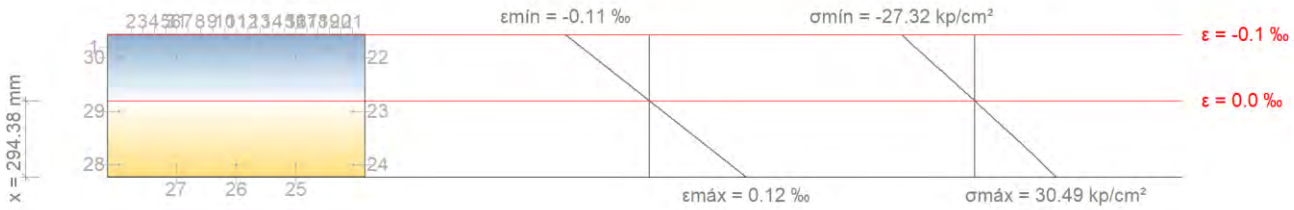
σ_s: Tensión de servicio de la armadura pasiva en la hipótesis de sección fisurada. σ_s : 2601.85 kp/cm²

σ_{sr}: Tensión de las armaduras en la sección fisurada en el instante en que se fisura el hormigón. σ_{sr} : 615.21 kp/cm²

Equilibrio de la sección en el instante previo a la fisuración del hormigón:

N_{td},M_{td} Esfuerzos que originan que la fibra más traccionada del hormigón alcance la resistencia a tracción con el mismo esfuerzo axil solicitante.

N_{td}: Esfuerzo axil (valores positivos indican compresión).	**N_{td}** :	*0.000*	t
$M_{td,X}$: Momento flector alrededor del eje 'X'.	**$M_{td,X}$** :	*0.000*	t·m
$M_{td,Y}$: Momento flector alrededor del eje 'Y'.	**$M_{td,Y}$** :	*-17.288*	t·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s^I (kp/cm²)	ε
1	Ø16	-450.00	225.00	-175.79	-0.000086
2	Ø20	-406.80	223.00	-174.08	-0.000085
3	Ø20	-361.60	223.00	-174.08	-0.000085
4	Ø20	-316.40	223.00	-174.08	-0.000085
5	Ø16	-273.20	225.00	-175.79	-0.000086
6	Ø16	-232.00	225.00	-175.79	-0.000086
7	Ø20	-186.80	223.00	-174.08	-0.000085
8	Ø20	-139.60	223.00	-174.08	-0.000085
9	Ø20	-92.40	223.00	-174.08	-0.000085
10	Ø20	-45.20	223.00	-174.08	-0.000085
11	Ø16	0.00	225.00	-175.79	-0.000086
12	Ø20	45.20	223.00	-174.08	-0.000085
13	Ø20	92.40	223.00	-174.08	-0.000085
14	Ø20	139.60	223.00	-174.08	-0.000085
15	Ø20	186.80	223.00	-174.08	-0.000085
16	Ø16	232.00	225.00	-175.79	-0.000086
17	Ø16	273.20	225.00	-175.79	-0.000086
18	Ø20	316.40	223.00	-174.08	-0.000085
19	Ø20	361.60	223.00	-174.08	-0.000085
20	Ø20	406.80	223.00	-174.08	-0.000085
21	Ø16	450.00	225.00	-175.79	-0.000086
22	Ø16	450.00	185.00	-141.59	-0.000069
30	Ø16	-450.00	185.00	-141.59	-0.000069
31	Ø16	-232.00	185.00	-141.59	-0.000069

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s^I (kp/cm²)	ε
32	Ø16	232.00	185.00	-141.59	-0.000069

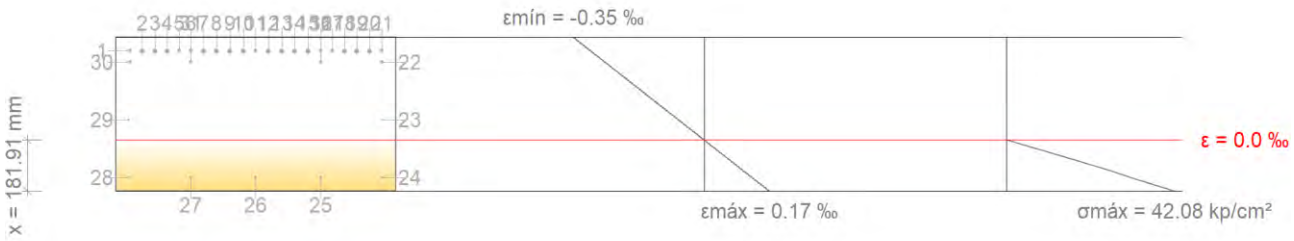
Equilibrio de la sección en el instante en que se fisura el hormigón:

N_{td},M_{td} Esfuerzos que originan que la fibra más traccionada del hormigón alcance la resistencia a tracción con el mismo esfuerzo axil solicitante.

N_{td}: Esfuerzo axil (valores positivos indican compresión). **N_{td}** : *0.000* t

$M_{td,X}$: Momento flector alrededor del eje 'X'. **$M_{td,X}$** : *0.000* t·m

$M_{td,Y}$: Momento flector alrededor del eje 'Y'. **$M_{td,Y}$** : *-17.288* t·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_{sr} (kp/cm²)	ε
1	Ø16	-450.00	225.00	-615.21	-0.000302
2	Ø20	-406.80	223.00	-611.35	-0.000300
3	Ø20	-361.60	223.00	-611.35	-0.000300
4	Ø20	-316.40	223.00	-611.35	-0.000300
5	Ø16	-273.20	225.00	-615.21	-0.000302
6	Ø16	-232.00	225.00	-615.21	-0.000302
7	Ø20	-186.80	223.00	-611.35	-0.000300
8	Ø20	-139.60	223.00	-611.35	-0.000300
9	Ø20	-92.40	223.00	-611.35	-0.000300
10	Ø20	-45.20	223.00	-611.35	-0.000300
11	Ø16	0.00	225.00	-615.21	-0.000302
12	Ø20	45.20	223.00	-611.35	-0.000300
13	Ø20	92.40	223.00	-611.35	-0.000300
14	Ø20	139.60	223.00	-611.35	-0.000300
15	Ø20	186.80	223.00	-611.35	-0.000300
16	Ø16	232.00	225.00	-615.21	-0.000302
17	Ø16	273.20	225.00	-615.21	-0.000302
18	Ø20	316.40	223.00	-611.35	-0.000300
19	Ø20	361.60	223.00	-611.35	-0.000300

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_{sr} (kp/cm²)	ε
20	Ø20	406.80	223.00	-611.35	-0.000300
21	Ø16	450.00	225.00	-615.21	-0.000302
22	Ø16	450.00	185.00	-537.85	-0.000264
23	Ø8	454.00	-21.50	0.00	-0.000068
29	Ø8	-454.00	-21.50	0.00	-0.000068
30	Ø16	-450.00	185.00	-537.85	-0.000264
31	Ø16	-232.00	185.00	-537.85	-0.000264
32	Ø16	232.00	185.00	-537.85	-0.000264

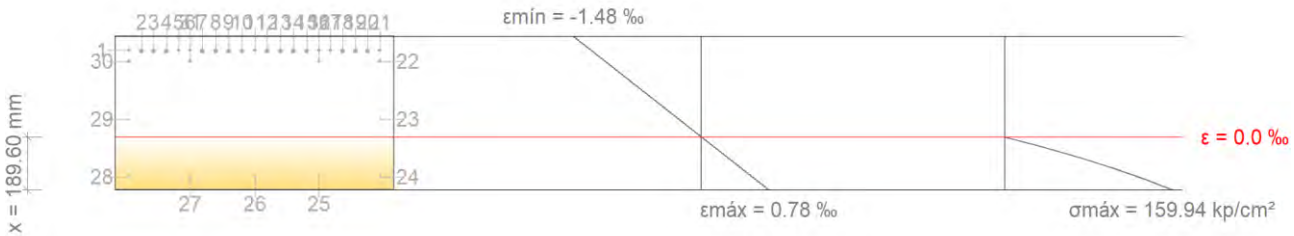
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.000* t

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.000* t·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *-72.354* t·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm²)	ε
1	Ø16	-450.00	225.00	-2601.85	-0.001276
2	Ø20	-406.80	223.00	-2585.09	-0.001268
3	Ø20	-361.60	223.00	-2585.09	-0.001268
4	Ø20	-316.40	223.00	-2585.09	-0.001268
5	Ø16	-273.20	225.00	-2601.85	-0.001276
6	Ø16	-232.00	225.00	-2601.85	-0.001276
7	Ø20	-186.80	223.00	-2585.09	-0.001268
8	Ø20	-139.60	223.00	-2585.09	-0.001268
9	Ø20	-92.40	223.00	-2585.09	-0.001268
10	Ø20	-45.20	223.00	-2585.09	-0.001268
11	Ø16	0.00	225.00	-2601.85	-0.001276
12	Ø20	45.20	223.00	-2585.09	-0.001268

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm²)	ε
13	Ø20	92.40	223.00	-2585.09	-0.001268
14	Ø20	139.60	223.00	-2585.09	-0.001268
15	Ø20	186.80	223.00	-2585.09	-0.001268
16	Ø16	232.00	225.00	-2601.85	-0.001276
17	Ø16	273.20	225.00	-2601.85	-0.001276
18	Ø20	316.40	223.00	-2585.09	-0.001268
19	Ø20	361.60	223.00	-2585.09	-0.001268
20	Ø20	406.80	223.00	-2585.09	-0.001268
21	Ø16	450.00	225.00	-2601.85	-0.001276
22	Ø16	450.00	185.00	-2266.56	-0.001112
23	Ø8	454.00	-21.50	0.00	-0.000263
29	Ø8	-454.00	-21.50	0.00	-0.000263
30	Ø16	-450.00	185.00	-2266.56	-0.001112
31	Ø16	-232.00	185.00	-2266.56	-0.001112
32	Ø16	232.00	185.00	-2266.56	-0.001112

Fisuración por tracción: Cara inferior (EHE-08, Artículo 49.2.3)

No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda (EHE-08, Artículo 49.2.3)

Se debe satisfacer:

0.275 mm ≤ 0.400 mm ✓

La máxima abertura de fisura se produce en el nudo P2, para la combinación de acciones PP. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -450.00 mm, Y = 225.00 mm.

Donde:

W_{max}: Abertura máxima de fisura definida en la tabla 5.1.1.2. **W_{max}** : *0.400* mm

Designación del tipo de ambiente: I

W_k: Abertura característica de fisura. **W_k** : *0.275* mm

Siendo:

β: Coeficiente que relaciona la abertura media de fisura con el valor característico. Su valor es 1.30 para fisuración producida por acciones indirectas solamente y 1.70 para el resto de casos. β : *1.70*

s_m: Separación media entre fisuras. **s_m** : *130.23* mm

Donde:

c: Recubrimiento de las armaduras traccionadas. **c** : 42.00 mm

s: Distancia media entre las barras traccionadas de la sección. **s** : 59.48 mm

Ø: Diámetro máximo de las barras traccionadas en la sección. **Ø** : 20.00 mm

k_1: Coeficiente que tiene en cuenta la distribución de tensiones de tracción en la sección transversal. **k_1** : 0.124

Donde:

$\sigma_{ct,m}$: Tensión media de tracción del área de hormigón traccionado en la sección no fisurada (estado I). **$\sigma_{ct,m}$** : 13.66 kp/cm²

Donde:

F_{ct}: Resultante de tensiones de la zona traccionada del hormigón en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I). **F_{ct}** : 34.913 t

A_{ct}: Área de hormigón traccionado en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I). **A_{ct}** : 255619.01 mm²

$f_{ct,m,fl}$: Resistencia media a flexotracción del hormigón. **$f_{ct,m,fl}$** : 27.45 kp/cm²

$A_{c,eficaz}$: Área eficaz de hormigón traccionado en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I). **$A_{c,eficaz}$** : 228056.00 mm²

A_s: Área de la armadura traccionada. **A_s** : 6609.90 mm²

ε_{sm}: Alargamiento medio de las armaduras, teniendo en cuenta la colaboración del hormigón entre fisuras. **ε_{sm}** : 0.001241

Donde:

E_s: Módulo de deformación longitudinal del acero. **E_s** : 2038735.98 kp/cm²

k_2: Coeficiente de valor 1.0 para los casos de carga instantánea no repetida y 0.5 para los restantes. **k_2** : 0.50

σ_s: Tensión de servicio de la armadura pasiva en la hipótesis de sección fisurada. **σ_s** : 2601.85 kp/cm²

σ_{sr}: Tensión de las armaduras en la sección fisurada en el instante en que se fisura el hormigón. **σ_{sr}** : 615.21 kp/cm²

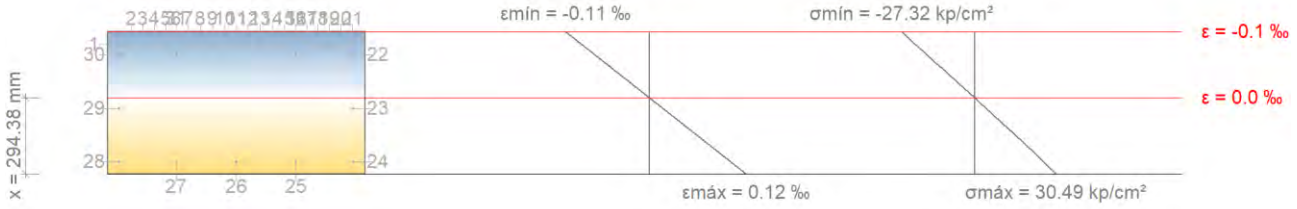
Equilibrio de la sección en el instante previo a la fisuración del hormigón:

N_{td},M_{td} Esfuerzos que originan que la fibra más traccionada del hormigón alcance la resistencia a tracción con el mismo esfuerzo axil solicitante.

N_{td}: Esfuerzo axil (valores positivos indican compresión). **N_{td}** : 0.000 t

$M_{td,X}$: Momento flector alrededor del eje 'X'. **$M_{td,X}$** : 0.000 t·m

$M_{td,Y}$: Momento flector alrededor del eje 'Y'. **$M_{td,Y}$** : -17.288 t·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s^I (kp/cm²)	ε
1	Ø16	-450.00	225.00	-175.79	-0.000086
2	Ø20	-406.80	223.00	-174.08	-0.000085
3	Ø20	-361.60	223.00	-174.08	-0.000085
4	Ø20	-316.40	223.00	-174.08	-0.000085
5	Ø16	-273.20	225.00	-175.79	-0.000086
6	Ø16	-232.00	225.00	-175.79	-0.000086
7	Ø20	-186.80	223.00	-174.08	-0.000085
8	Ø20	-139.60	223.00	-174.08	-0.000085
9	Ø20	-92.40	223.00	-174.08	-0.000085
10	Ø20	-45.20	223.00	-174.08	-0.000085
11	Ø16	0.00	225.00	-175.79	-0.000086
12	Ø20	45.20	223.00	-174.08	-0.000085
13	Ø20	92.40	223.00	-174.08	-0.000085
14	Ø20	139.60	223.00	-174.08	-0.000085
15	Ø20	186.80	223.00	-174.08	-0.000085
16	Ø16	232.00	225.00	-175.79	-0.000086
17	Ø16	273.20	225.00	-175.79	-0.000086
18	Ø20	316.40	223.00	-174.08	-0.000085
19	Ø20	361.60	223.00	-174.08	-0.000085
20	Ø20	406.80	223.00	-174.08	-0.000085
21	Ø16	450.00	225.00	-175.79	-0.000086
22	Ø16	450.00	185.00	-141.59	-0.000069
30	Ø16	-450.00	185.00	-141.59	-0.000069
31	Ø16	-232.00	185.00	-141.59	-0.000069
32	Ø16	232.00	185.00	-141.59	-0.000069

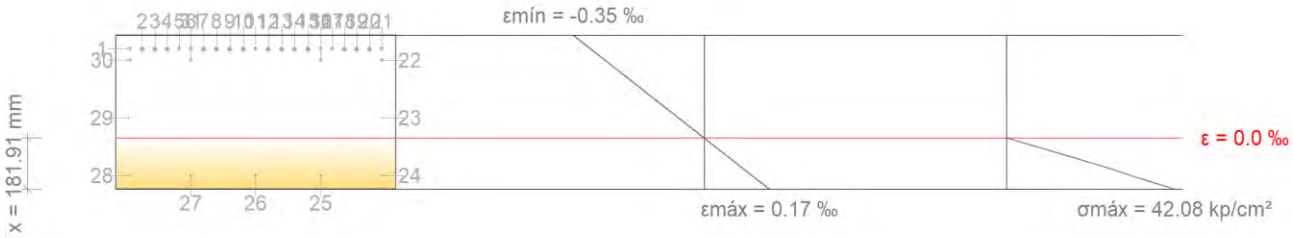
Equilibrio de la sección en el instante en que se fisura el hormigón:

N_{td},M_{td} Esfuerzos que originan que la fibra más traccionada del hormigón alcance la resistencia a tracción con el mismo esfuerzo axil solicitante.

N_{td}: Esfuerzo axil (valores positivos indican compresión). **N_{td}** : *0.000* t

$M_{td,X}$: Momento flector alrededor del eje 'X'. **$M_{td,X}$** : *0.000* t·m

$M_{td,Y}$: Momento flector alrededor del eje 'Y'. **$M_{td,Y}$** : *-17.288* t·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_{sr} (kp/cm²)	ε
1	Ø16	-450.00	225.00	-615.21	-0.000302
2	Ø20	-406.80	223.00	-611.35	-0.000300
3	Ø20	-361.60	223.00	-611.35	-0.000300
4	Ø20	-316.40	223.00	-611.35	-0.000300
5	Ø16	-273.20	225.00	-615.21	-0.000302
6	Ø16	-232.00	225.00	-615.21	-0.000302
7	Ø20	-186.80	223.00	-611.35	-0.000300
8	Ø20	-139.60	223.00	-611.35	-0.000300
9	Ø20	-92.40	223.00	-611.35	-0.000300
10	Ø20	-45.20	223.00	-611.35	-0.000300
11	Ø16	0.00	225.00	-615.21	-0.000302
12	Ø20	45.20	223.00	-611.35	-0.000300
13	Ø20	92.40	223.00	-611.35	-0.000300
14	Ø20	139.60	223.00	-611.35	-0.000300
15	Ø20	186.80	223.00	-611.35	-0.000300
16	Ø16	232.00	225.00	-615.21	-0.000302
17	Ø16	273.20	225.00	-615.21	-0.000302
18	Ø20	316.40	223.00	-611.35	-0.000300
19	Ø20	361.60	223.00	-611.35	-0.000300
20	Ø20	406.80	223.00	-611.35	-0.000300
21	Ø16	450.00	225.00	-615.21	-0.000302
22	Ø16	450.00	185.00	-537.85	-0.000264
23	Ø8	454.00	-21.50	0.00	-0.000068
29	Ø8	-454.00	-21.50	0.00	-0.000068
30	Ø16	-450.00	185.00	-537.85	-0.000264
31	Ø16	-232.00	185.00	-537.85	-0.000264
32	Ø16	232.00	185.00	-537.85	-0.000264

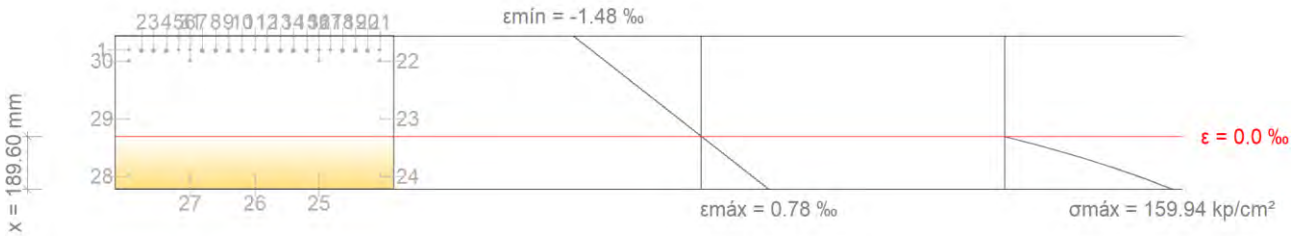
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.000* t

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.000* t·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *-72.354* t·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm²)	ε
1	Ø16	-450.00	225.00	-2601.85	-0.001276
2	Ø20	-406.80	223.00	-2585.09	-0.001268
3	Ø20	-361.60	223.00	-2585.09	-0.001268
4	Ø20	-316.40	223.00	-2585.09	-0.001268
5	Ø16	-273.20	225.00	-2601.85	-0.001276
6	Ø16	-232.00	225.00	-2601.85	-0.001276
7	Ø20	-186.80	223.00	-2585.09	-0.001268
8	Ø20	-139.60	223.00	-2585.09	-0.001268
9	Ø20	-92.40	223.00	-2585.09	-0.001268
10	Ø20	-45.20	223.00	-2585.09	-0.001268
11	Ø16	0.00	225.00	-2601.85	-0.001276
12	Ø20	45.20	223.00	-2585.09	-0.001268
13	Ø20	92.40	223.00	-2585.09	-0.001268
14	Ø20	139.60	223.00	-2585.09	-0.001268
15	Ø20	186.80	223.00	-2585.09	-0.001268
16	Ø16	232.00	225.00	-2601.85	-0.001276
17	Ø16	273.20	225.00	-2601.85	-0.001276
18	Ø20	316.40	223.00	-2585.09	-0.001268
19	Ø20	361.60	223.00	-2585.09	-0.001268
20	Ø20	406.80	223.00	-2585.09	-0.001268
21	Ø16	450.00	225.00	-2601.85	-0.001276
22	Ø16	450.00	185.00	-2266.56	-0.001112

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm²)	ε
23	Ø8	454.00	-21.50	0.00	-0.000263
29	Ø8	-454.00	-21.50	0.00	-0.000263
30	Ø16	-450.00	185.00	-2266.56	-0.001112
31	Ø16	-232.00	185.00	-2266.56	-0.001112
32	Ø16	232.00	185.00	-2266.56	-0.001112

Área mínima de armadura (Criterio de CYPE)

Para garantizar que la armadura dispuesta es mayor o igual que la mínima necesaria para asegurar la transmisión de las tracciones del hormigón a las armaduras en el momento de producirse la fisuración, se debe satisfacer:

640.35 kp/cm² < 5096.84 kp/cm² ✓

Donde:

σ_{sr}: Tensión de las armaduras en la sección fisurada en el instante en que se fisura el hormigón. σ_{sr} : *640.35* kp/cm²

f_{yk}: Valor característico del límite elástico de la armadura pasiva. f_{yk} : *5096.84* kp/cm²

N_{td}: Esfuerzo axil (valores positivos indican compresión). N_{td} : *0.000* t

$M_{td,X}$: Momento flector alrededor del eje 'X'. $M_{td,X}$: *0.000* t·m

$M_{td,Y}$: Momento flector alrededor del eje 'Y'. $M_{td,Y}$: *-17.128* t·m

Fisuración por cortante (EHE-08, Artículo 49.3)

Al cumplirse las indicaciones del Artículo 44º Estado Límite Último frente a Cortante, el control de la fisuración en servicio está asegurado sin comprobaciones adicionales.

-

No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.2.1.4. Comprobaciones de flecha

A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$ = Mín.(L/300, L/500+10.00)	**Activa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$ = L/400	Estado
$f_{T,max}$: 0.39 mm $f_{T,lim}$: 10.13 mm	$f_{A,max}$: 0.22 mm $f_{A,lim}$: 7.60 mm	**CUMPLE**

Flecha total a plazo infinito para la combinación "Cuasipermanente" de acciones

La flecha máxima se produce en la sección "2.47 m" para la combinación de acciones: Peso propio

0.39 mm ≤ 10.13 mm ✓

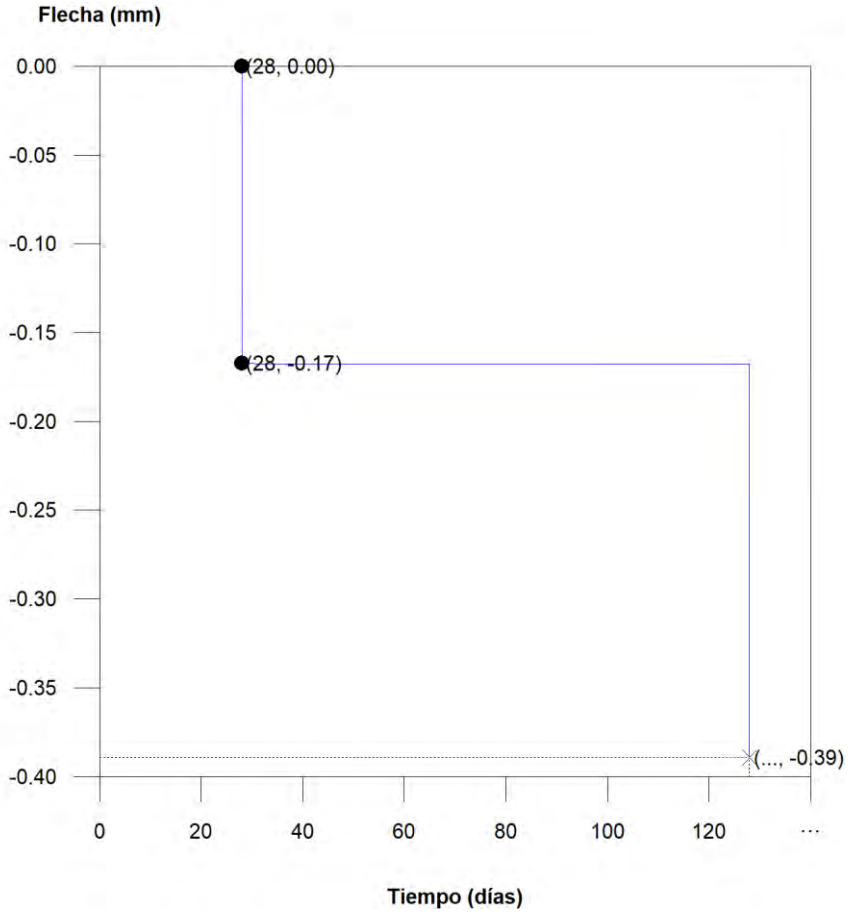
$f_{T,lim}$: límite establecido para la flecha total a plazo infinito — **$f_{T,lim}$** : *10.13* mm

$f_{T,lim}$ = Mín.(L/300, L/500+10.00)

L: longitud de referencia — **L** : *3.04* m

$f_{T,max}$: valor máximo de la flecha total — **$f_{T,max}$** : *0.39* mm

Flecha total a plazo infinito



Escalón de carga	t_i (días)	t_f (días)	$f_0(t_i)$ (mm)	$\Delta f_i(t_i)$ (mm)	$f(t_i)$ (mm)	$f_{dif}(t_0,t_f)$ (mm)	$f_{tot}(t_f)$ (mm)	$f_{tot,max}(t_f)$ (mm)
1-∞	28	∞	0.00	-0.17	-0.17	-0.22	-0.39	-0.39

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

t_f: instante final de cada intervalo de carga considerado

$f_0(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, antes de aplicar la carga de t_i

$\Delta f_i(t_i)$: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i

$f(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, después de aplicar la carga de t_i

$f_{dif}(t_0,t_f)$: flecha total diferida producida en el intervalo (t_i,t_f)

$f_{tot}(t_f)$: flecha total producida hasta el instante t_f

$f_{tot,max}(t_f)$: flecha total máxima producida hasta el instante t_f

Flecha instantánea

Escalón de carga	t_i (días)	$q(t_i)$	Combinación de acciones	E_c (kp/cm²)	I_e (cm4)	f_i (mm)	Δf_i (mm)	$f_{i,max}$ (mm)
1	28	Peso propio	Peso propio	277920.49	1211497.95	-0.17	-0.17	-0.17

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$q(t_i)$: carga aplicada en el instante inicial 't_i'

f_i: flecha instantánea total debida al conjunto de cargas que actúan en el instante t_i

Δf_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.

$f_{i,max}$: valor máximo de la flecha instantánea producida hasta el instante t_i

E_c: módulo de deformación del hormigón

E_c: módulo de deformación secante a los 28 días

I_e: momento de inercia equivalente de la viga para cada escalón de carga

Se obtiene como la mínima inercia de las calculadas para todas las posibles combinaciones características de las cargas aplicadas en dicho escalón. Se toma siempre el valor más desfavorable calculado hasta ese instante.

Escalón	t_i (días)	$Q(t_i)$	$I_{e,v,i}$ (cm4)	$I_{e,i}$ (cm4)
1	28	Peso propio,T 1	1211497.95	1211497.95

Siendo:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$Q(t_i)$: cargas que actúan a partir del instante t_i

$I_{e,i}$: inercia equivalente de la viga considerada para el escalón de carga "i". Es el valor pésimo de todos los calculados hasta dicho instante.

$I_{e,v,i}$: inercia equivalente de la viga calculada para el escalón de carga "i"

Se muestra, a continuación, el desarrollo del valor pésimo de $I_{e,v}$, que se produce para el escalón de carga "1"

$I_{e,v}$: momento de inercia equivalente de la viga para la combinación "Peso propio"

$I_{e,v}$: *1211497.95* cm4

Se calcula asimilando la viga a uno de los casos tipo definidos por la norma en función de la ley de momentos resultante. Cuando no es posible la equiparación con un único caso tipo, se interpola linealmente entre los mismos, de forma que la inercia equivalente se puede expresar como combinación de las inercias definidas para dichos casos:

$$I_{e,v} = \alpha_A \cdot I_{e,caso\ A} + \alpha_B \cdot I_{e,caso\ B} + \alpha_{C1} \cdot I_{e,caso\ C1} + \alpha_{C2} \cdot I_{e,caso\ C2} + \alpha_{D1} \cdot I_{e,caso\ D1} + \alpha_{D2} \cdot I_{e,caso\ D2}$$

Donde:

caso A	caso B	caso C1, C2	caso D1, D2
Elementos simplemente apoyados	Vanos internos de elementos continuos	Vanos externos con continuidad sólo en uno de los apoyos	Elementos en voladizo
$I_e = I_{ec}$	$I_e = 0.50 I_{ec} + 0.25(I_{ee1} + I_{ee2})$	$I_e = 0.75 I_{ec} + 0.25 I_{ee}$	$I_e = I_{ee}$

α_i: coeficiente de combinación para el caso 'i'

α_A	α_B	α_{C1}	α_{C2}	α_{D1}	α_{D2}
0	1	0	0	0	0

I_{ec}: momento de inercia equivalente de la sección de centro de vano **I_{ec}** : *1386458.33* cm4
I_{ee1}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (1) **I_{ee1}** : *1386458.33* cm4
I_{ee2}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (2) **I_{ee2}** : *686616.79* cm4
Se calcula mediante la fórmula de Branson:

Sección	I_b (cm4)	I_f (cm4)	M_f (t·m)	M_a (t·m)	I_{ei} (cm4)
Extremo (1)	1386458.33	64849.41	13.93	0.00	1386458.33
Centro de vano	1386458.33	64884.00	14.19	0.00	1386458.33
Extremo (2)	1386458.33	676937.51	-17.29	-72.35	686616.79

Siendo:

I_b: momento de inercia de la sección bruta
I_f: momento de inercia de la sección fisurada
M_f: momento de fisuración de la sección
M_a: momento flector aplicado en la sección

ma de las flechas diferidas producidas para cada escalón de carga. ($f_{dif}(t_i,t_f)$)

iferida por escalón de carga.Se calcula como la suma de las flechas diferidas producidas por cada carga aplicada
alo de tiempo del escalón de carga:

Intervalo de carga	t_i (días)	t_f (días)	Combinación de acciones	Δf_i (mm)	$\Sigma\Delta f_i$ (mm)	$\xi(t_i)$	$\xi(t_f)$	$\lambda(t_i,t_f)$	$f_{dif}(t_i,t_f)$ (mm)
1-∞	28	∞	Peso propio	-0.17	-0.17	0.67	2.00	1.33	-0.22

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'
t_f: instante final de cada intervalo de carga considerado
Δf_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.
$\xi(t_i)$: coeficiente de duración de carga para el instante inicial del intervalo de carga
$\xi(t_f)$: coeficiente de duración de carga para el instante final del intervalo de carga
$\lambda(t_i,t_f)$: factor de cálculo de la flecha diferida para el intervalo de carga (t_i,t_f)

Flecha activa a partir del instante "3 meses", para la combinación de acciones "Característica"

La flecha máxima se produce en la sección "2.47 m" para la combinación de acciones: Peso propio

0.22 mm ≤ **7.60 mm** ✓

$f_{A,lim}$: límite establecido para la flecha activa — **$f_{A,lim}$** : *7.60* mm

$f_{A,lim}$ = L/400

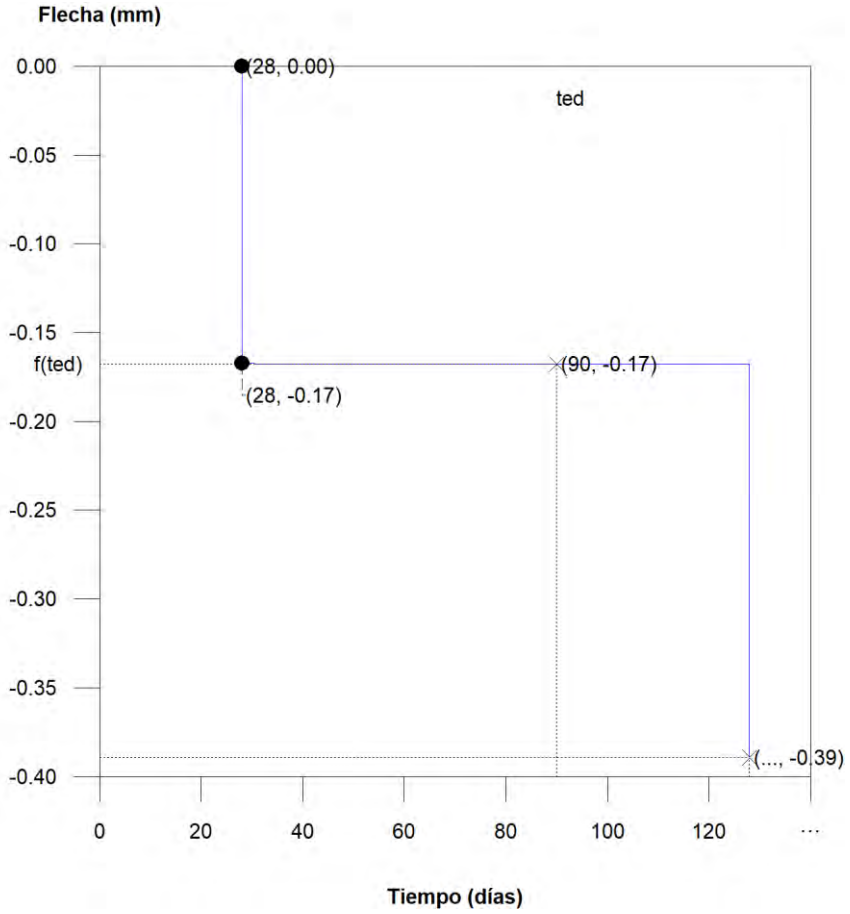
L: longitud de referencia — **L** : *3.04* m

$f_{A,max}$: flecha activa máxima producida a partir del instante "3 meses" — **$f_{A,max}$** : *0.22* mm

Flecha producida a partir del instante "3 meses", calculada como la diferencia entre la flecha total máxima y la flecha producida hasta dicho instante ($f(t_{ed})$)

$f_{T,max}(t_{ed},\infty)$: flecha total máxima producida a partir del instante "3 meses" — **$f_{T,max}(t_{ed},\infty)$** : *-0.39* mm

Flecha total a plazo infinito



Escalón de carga	t_i (días)	t_f (días)	$f_0(t_i)$ (mm)	$\Delta f_i(t_i)$ (mm)	$f(t_i)$ (mm)	$f_{dif}(t_0,t_f)$ (mm)	$f_{tot}(t_f)$ (mm)	$f_{tot,max}(t_f)$ (mm)
1-∞	28	∞	0.00	-0.17	-0.17	-0.22	-0.39	-0.39

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

t_f: instante final de cada intervalo de carga considerado

$f_0(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, antes de aplicar la carga de t_i

$\Delta f_i(t_i)$: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i

$f(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, después de aplicar la carga de t_i

$f_{dif}(t_0,t_f)$: flecha total diferida producida en el intervalo (t_i,t_f)

$f_{tot}(t_f)$: flecha total producida hasta el instante t_f

$f_{tot,max}(t_f)$: flecha total máxima producida hasta el instante t_f

Flecha instantánea

Escalón de carga	t_i (días)	$q(t_i)$	Combinación de acciones	E_c (kp/cm²)	I_e (cm4)	f_i (mm)	Δf_i (mm)	$f_{i,max}$ (mm)
1	28	Peso propio,T 1	Peso propio	277920.49	1211497.95	-0.17	-0.17	-0.17

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$q(t_i)$: carga aplicada en el instante inicial 't_i'

f_i: flecha instantánea total debida al conjunto de cargas que actúan en el instante t_i

Δf_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.

$f_{i,max}$: valor máximo de la flecha instantánea producida hasta el instante t_i

E_c: módulo de deformación del hormigón

E_c: módulo de deformación secante a los 28 días

I_e: momento de inercia equivalente de la viga para cada escalón de carga

Se obtiene como la mínima inercia de las calculadas para todas las posibles combinaciones características de las cargas aplicadas en dicho escalón. Se toma siempre el valor más desfavorable calculado hasta ese instante.

Escalón	t_i (días)	$Q(t_i)$	$I_{e,v,i}$ (cm4)	$I_{e,i}$ (cm4)
1	28	Peso propio,T 1	1211497.95	1211497.95

Siendo:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$Q(t_i)$: cargas que actúan a partir del instante t_i

$I_{e,i}$: inercia equivalente de la viga considerada para el escalón de carga "i". Es el valor pésimo de todos los calculados hasta dicho instante.

$I_{e,v,i}$: inercia equivalente de la viga calculada para el escalón de carga "i"

Se muestra, a continuación, el desarrollo del valor pésimo de $I_{e,v}$, que se produce para el escalón de carga "1"

$I_{e,v}$: momento de inercia equivalente de la viga para la combinación "Peso propio"

$I_{e,v}$: *1211497.95* cm4

Se calcula asimilando la viga a uno de los casos tipo definidos por la norma en función de la ley de momentos resultante. Cuando no es posible la equiparación con un único caso tipo, se interpola linealmente entre los mismos, de forma que la inercia equivalente se puede expresar como combinación de las inercias definidas para dichos casos:

$$I_{e,v} = \alpha_A \cdot I_{e,caso\ A} + \alpha_B \cdot I_{e,caso\ B} + \alpha_{C1} \cdot I_{e,caso\ C1} + \alpha_{C2} \cdot I_{e,caso\ C2} + \alpha_{D1} \cdot I_{e,caso\ D1} + \alpha_{D2} \cdot I_{e,caso\ D2}$$

Donde:

caso A	caso B	caso C1, C2	caso D1, D2
Elementos simplemente apoyados	Vanos internos de elementos continuos	Vanos externos con continuidad sólo en uno de los apoyos	Elementos en voladizo
$I_e = I_{ec}$	$I_e = 0.50 I_{ec} + 0.25(I_{ee1} + I_{ee2})$	$I_e = 0.75 I_{ec} + 0.25 I_{ee}$	$I_e = I_{ee}$

α_i: coeficiente de combinación para el caso 'i'

α_A	α_B	α_{C1}	α_{C2}	α_{D1}	α_{D2}
0	1	0	0	0	0

I_{ec}: momento de inercia equivalente de la sección de centro de vano **I_{ec}** : *1386458.33* cm4
I_{ee1}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (1) **I_{ee1}** : *1386458.33* cm4
I_{ee2}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (2) **I_{ee2}** : *686616.79* cm4
Se calcula mediante la fórmula de Branson:

Sección	I_b (cm4)	I_f (cm4)	M_f (t·m)	M_a (t·m)	I_{ei} (cm4)
Extremo (1)	1386458.33	64849.41	13.93	0.00	1386458.33
Centro de vano	1386458.33	64884.00	14.19	0.00	1386458.33
Extremo (2)	1386458.33	676937.51	-17.29	-72.35	686616.79

Siendo:

I_b: momento de inercia de la sección bruta
I_f: momento de inercia de la sección fisurada
M_f: momento de fisuración de la sección
M_a: momento flector aplicado en la sección

ma de las flechas diferidas producidas para cada escalón de carga. ($f_{dif}(t_i,t_f)$)

iferida por escalón de carga.Se calcula como la suma de las flechas diferidas producidas por cada carga aplicada
alo de tiempo del escalón de carga:

Intervalo de carga	t_i (días)	t_f (días)	Combinación de acciones	Δf_i (mm)	$\Sigma\Delta f_i$ (mm)	$\xi(t_i)$	$\xi(t_f)$	$\lambda(t_i,t_f)$	$f_{dif}(t_i,t_f)$ (mm)
1-∞	28	∞	Peso propio	-0.17	-0.17	0.67	2.00	1.33	-0.22

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'
t_f: instante final de cada intervalo de carga considerado
Δf_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.
$\xi(t_i)$: coeficiente de duración de carga para el instante inicial del intervalo de carga

$\xi(t_f)$: coeficiente de duración de carga para el instante final del intervalo de carga
$\lambda(t_i,t_f)$: factor de cálculo de la flecha diferida para el intervalo de carga (t_i,t_f)

$f(t_{ed})$: flecha total producida hasta el instante "3 meses" **$f(t_{ed})$** : *-0.17* mm

La flecha total producida hasta el instante "t_{ed}" asociado al momento de ejecución del elemento dañable (3 meses) se obtiene a partir de la historia total de cargas desarrollada anteriormente en el cálculo de la flecha total a plazo infinito.

3.1.3. Resumen de las comprobaciones

3.1.3.1. Comprobaciones de resistencia

Vano	COMPROBACIONES (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)					Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	-	
V-1: P1 - P2	Cumple	'2.280 m' Cumple	'2.111 m' η = 91.5	'2.850 m' η = 94.2	N.P.(1)	**CUMPLE η = 94.2**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
-: -
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.3.2. Comprobación de fisuración

Vano	COMPROBACIONES (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)								Estado
	σ_c	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	-	
V-1: P1 - P2	x: 3.04 m Cumple	x: 3.04 m Cumple	x: 3.04 m Cumple	N.P.(1)	x: 3.04 m Cumple	x: 2.47 m Cumple	x: 2.111 m Cumple	N.P.(1)	**CUMPLE**

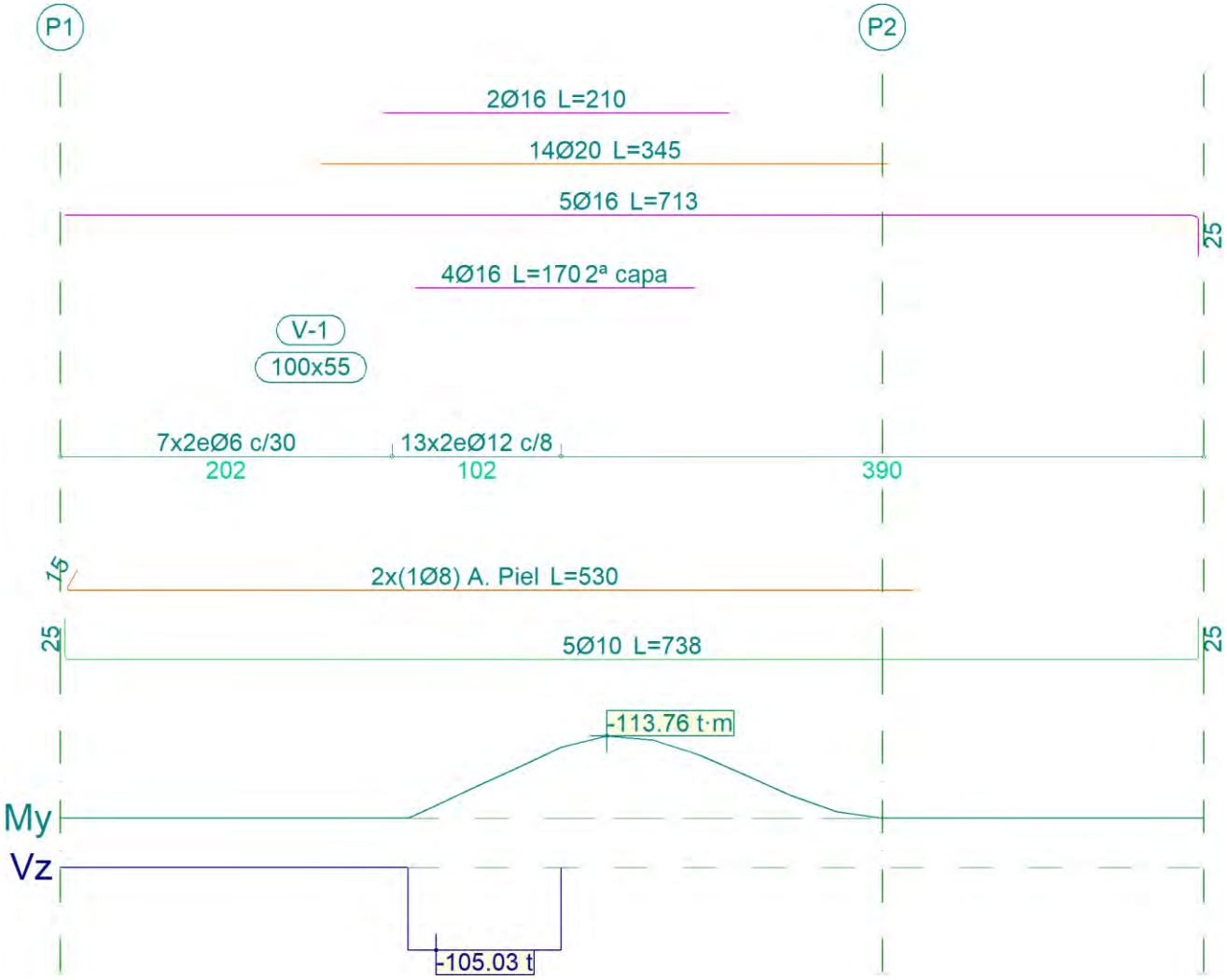
Notación:
σ_c: Fisuración por compresión
$W_{k,C,sup.}$: Fisuración por tracción: Cara superior
$W_{k,C,Lat.Der.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha
$W_{k,C,inf.}$: Fisuración por tracción: Cara inferior
$W_{k,C,Lat.Izq.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda
σ_{sr}: Área mínima de armadura
V_{fis}: Fisuración por cortante
-: -
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.3.3. Comprobaciones de flecha

Vigas	**A plazo infinito (Cuasipermanente)** $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$ = Mín.(L/300, L/500+10.00)	**Activa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$ = L/400	Estado
V-1: P1 - P2	$f_{T,max}$: 0.39 mm $f_{T,lim}$: 10.13 mm	$f_{A,max}$: 0.22 mm $f_{A,lim}$: 7.60 mm	**CUMPLE**

3.1.4. Listado de armados



Pórtico 1		Tramo: V-1		
Sección		100x55		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[t·m]	--	--	-97.68
x	[m]	--	--	3.04
Momento máx.	[t·m]	--	--	--
x	[m]	--	--	--
Cortante mín.	[t]	--	--	-105.03
x	[m]	--	--	2.28
Cortante máx.	[t]	--	--	--
x	[m]	--	--	--
Torsor mín.	[t]	--	--	--
x	[m]	--	--	--
Torsor máx.	[t]	--	--	--
x	[m]	--	--	--

Pórtico 1			**Tramo: V-1**		
Sección			**100x55**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Área Sup.	[cm²]	Real	**10.05**	**26.77**	**66.10**
		Nec.	0.00	8.27	62.63
Área Inf.	[cm²]	Real	**3.93**	**3.93**	**3.93**
		Nec.	0.00	0.00	0.00
Área Transv.	[cm²/m]	Real	**3.77**	**3.77**	**56.55**
		Nec.	0.00	0.00	51.24
F. Sobrecarga			**0.00 mm, <L/1000 (L: 3.04 m)**		
F. Activa			**0.22 mm, L/13718 (L: 3.04 m)**		
F. A plazo infinito			**0.39 mm, L/7808 (L: 3.04 m)**		

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO DE CÁLCULO 4

ANCLAJE A EN EL FONDILLO

Índice:

1. INTRODUCCIÓN 2
2. CÁLCULO DE ESFUERZOS 3
3. DISEÑO DE ANCLAJE 4
3. CÁLCULO DE REACCIÓN 5
4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA 6

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tipología de anclaje

El depósito de El Fondillo tiene el llenado y vaciado por el fondo. Las tuberías de llenado y vaciado del depósito tienen un cambio de dirección de 90 ° en el fondo del depósito, que se consigue mediante piezas embridadas, aunque se engancha a la conducción por medio de una brida enchufe.

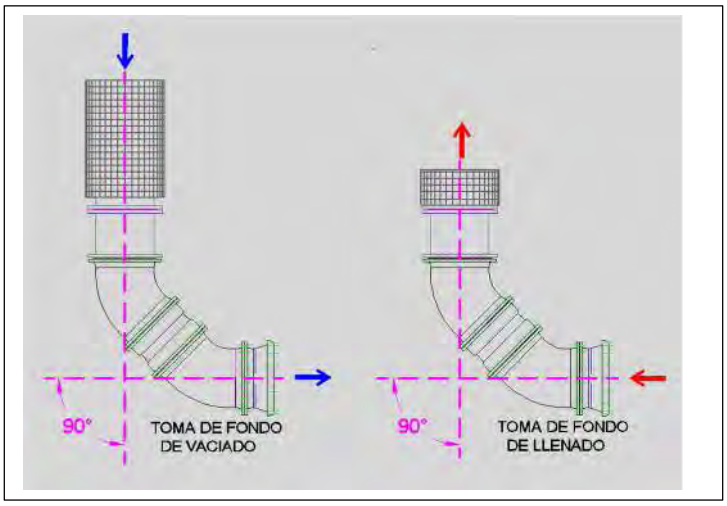
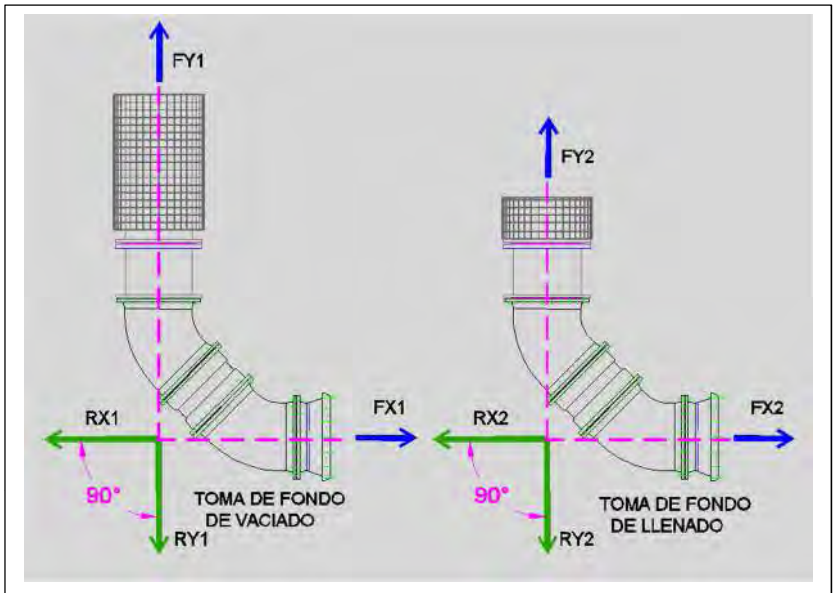


Figura 1instalación hidráulica de llenado y vaciado

Durante el funcionamiento, todo el conjunto tiende a funcionar como un codo de 90º con unión enchufe, recibiendo unos empujes (F) que provocan una reacción (R) tal como se muestra en la ilustración. En teoría, se puede dar la situación de que el depósito se llene y se vacíe al mismo tiempo



Esta reacción, si no se inmoviliza, puede provocar que la toma sea escupida.
Para provocar esta inmovilización se calcula un anclaje de hormigón en masa que rodea ambas tomas.

Este estudio está realizado para diámetro DN 700, pero es válido para DN 600 porque, en este caso las empujes son menores

1.2. Normativa

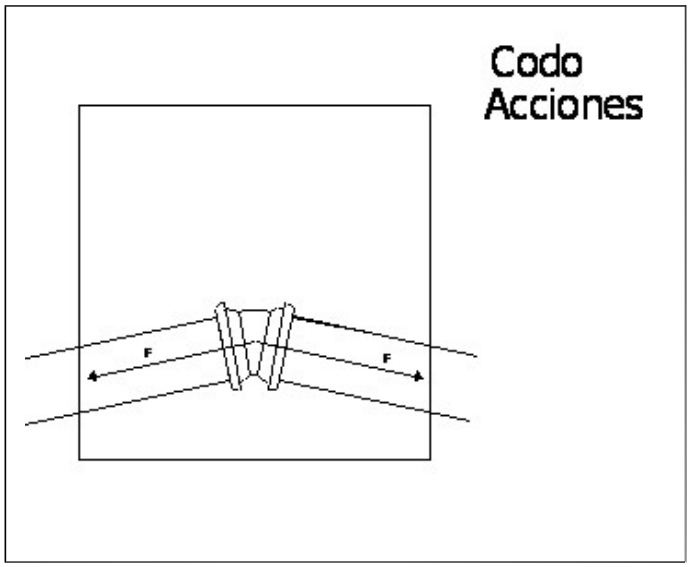
La normativa aplicada para el dimensionamiento de la estructura es la siguiente:

Instrucción de Hormigón Estructural. (EHE 08).

Los materiales considerados son los siguientes: Hormigón:
Hormigón en estructura: HM-20/B/20

2. CÁLCULO DE ESFUERZOS

Se consideran tres situaciones



Situación 1: llenado depósito

Depósito lleno al máximo Caso 1.1.

Presión máxima:

P=9,3 m.c.a. (Altura del depósito)

Q= 900 m^3/h (0.25 m^3/s)

W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)
Luego los empujes serían:

$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$

F=9,3 x10000x 0,389 +1000 x 0,25 x 0,642 = 36.338 N

Situación 2: llenado depósito, depósito vacío Caso 2.1.

Presión máxima:

P=0,0 m.c.a. Q= 1.085 m^3/h (0.3 m^3/s)

W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)

Luego los empujes serían:

$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$

F=0 x 0,389 +1000 x 0,3 x 0,77 =231 N

Situación 3 (golpe de ariete)

En esta situación el caudal es 0. La sobrepresión máxima es la cota máxima de agua en el depósito

$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot \cancel{U_2}^{\,0}$; F=9,3 x 0,389x10.000= 36.177 N

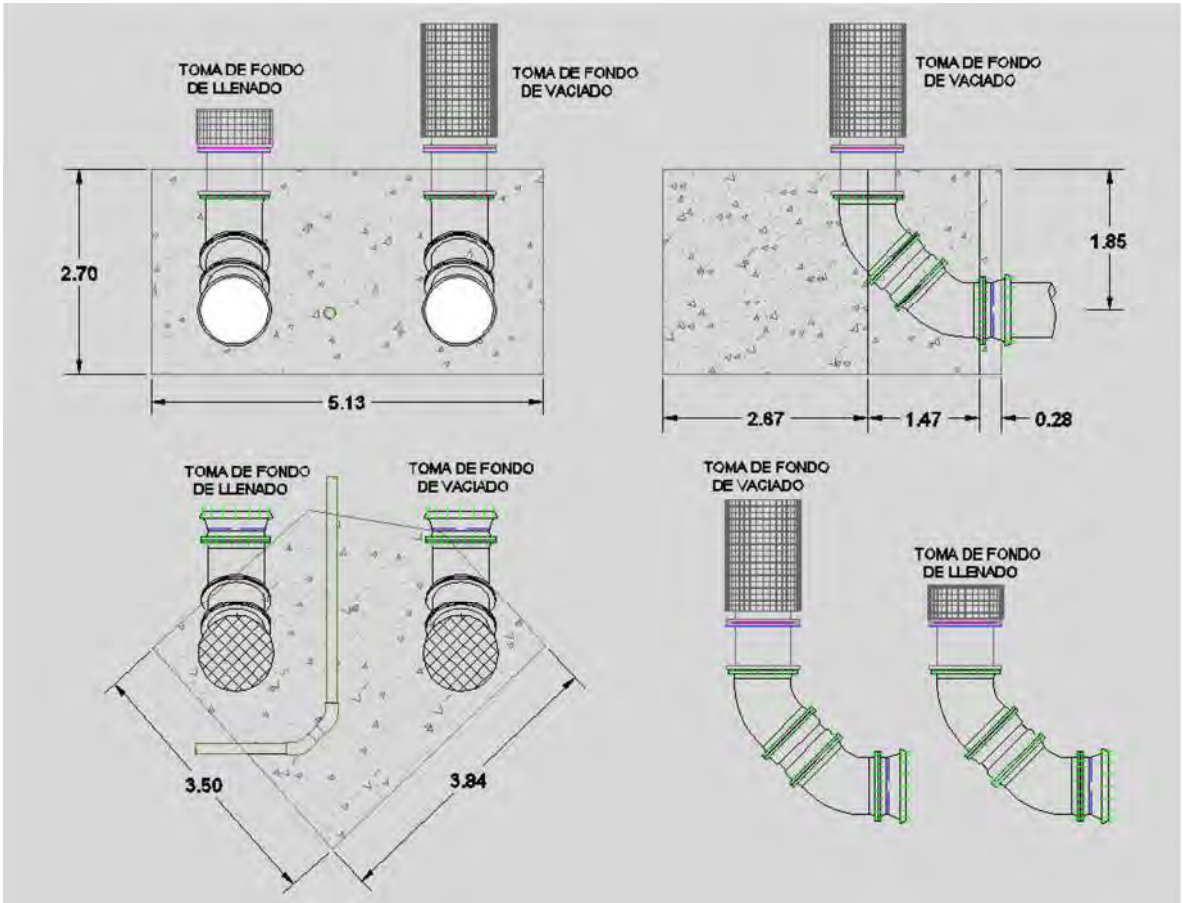
Para = 9,3m.c.a.

Fx= Fy= 36.177 Nw

El caso más desfavorable es la situación 1.

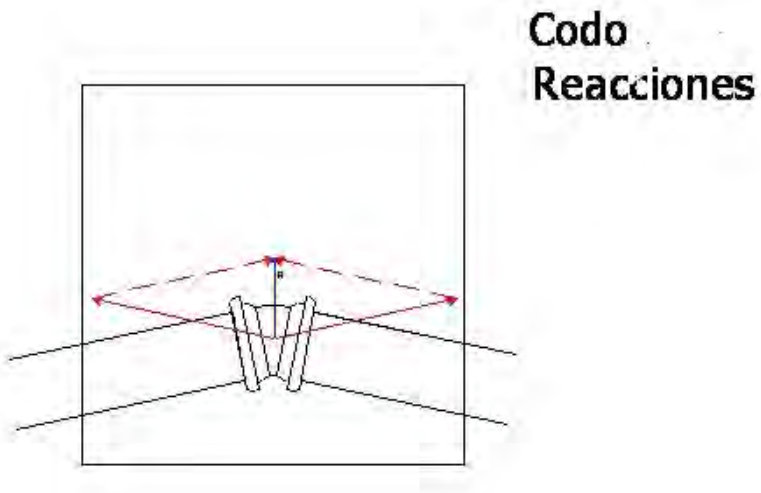
3. DISEÑO DE ANCLAJE

Se diseña un anclaje de hormigón en masa que sujete las dos tomas. La situación más desfavorable es el llenado con el nivel de agua al máximo y vaciado al mismo tiempo.



An

3. CÁLCULO DE REACCIÓN



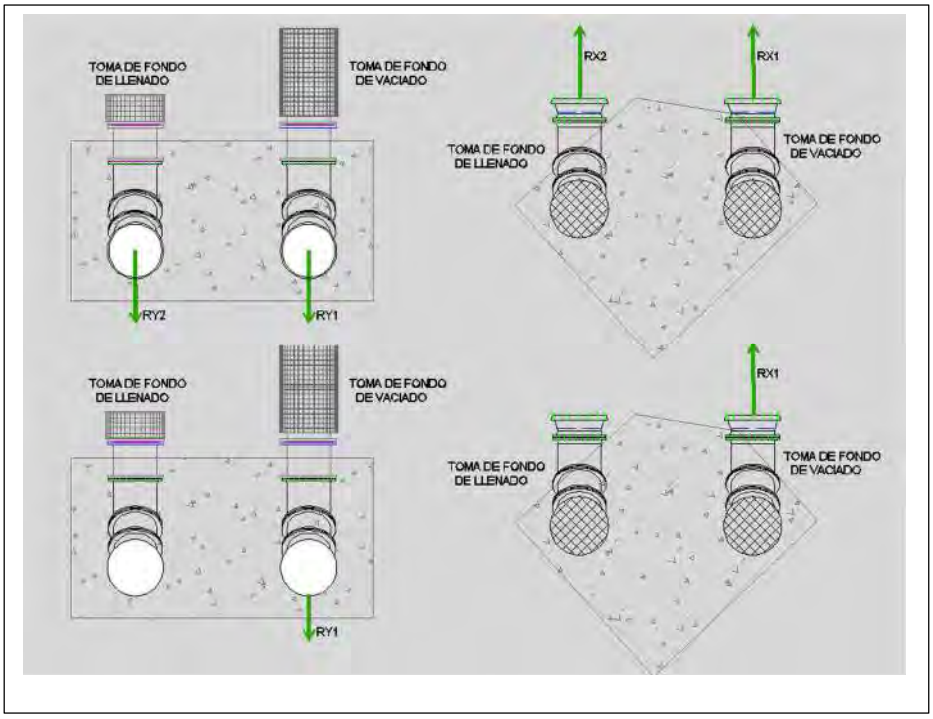
Las reacciones obedecen a:

R= F sen $\frac{\alpha}{2}$ + F sen $\frac{\alpha}{2}$

Que para 90 º y F =36.338 Nw ; R=51.389,7 Nw

Se dan dos situaciones:

1. **Situación A:** llenado y vaciado al mismo tiempo
2. **Situación B:** solo llenado o vaciado.



SITUACIÓN A
(más desfavorable)
RX2 + RX1=102.779,4 N
RY2 + RY1=102.779,4 N

SITUACIÓN B

La fuerza de rozamiento (Fr) se aplica sobre el c.d.g y la de resistencia lateral (Fl) sobre el centro del plano A-A'

4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA

A la reacción del codo se contrapone:

- Fuerza de rozamiento:

  $$Fr = FN * tg\varphi$$

  FN = fuerza normal = peso del bloque ± carga vertical

  φ = ángulo de rozamiento interno del terreno 35º según estudio geotécnico, pero lo minimizamos a 30º

  densidad del bloque = 20.000 N/m^3

  Peso de bloque de A x L x H x DENSIDAD (N) El bloque tiene 33,34 m3 de hormigón a la que hay que sumar los 80.000 Nw de carga de agua dando 666. 800 N

  Fr= 466898 N

- Resistencia lateral del suelo (es un empuje pasivo):

  $$Fl = \frac{1}{2}\gamma \times L \times H^2 \times \left(\frac{1+sen\varphi}{1-sen\varphi}\right) =$$

  L = anchura de bloque = 5,13 m

  H = profundidad del bloque= 2,7

  γ = densidad del suelo = 18.000 N/m^3

FL= 18000/2 x 5,13x 7,29x3= 1.009.738 N

Fr + FL =466898 + 1009.738= 1.476.657 N

Se deberá cumplir:

- (Fr +Fl)/ R > 1,3
- 1.476.657/102.779= 14,36 luego cumple y la pieza queda inmovilizada

Comprobaciones carga vertical

- RV+peso/S(cm2)=769579/12280000= 6,26 N/cm2< 1,25 x 30 Correcto

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO DE CÁLCULO 5

ANCLAJE B1 EN EL FONDILLO

Índice:

1. INTRODUCCIÓN 2
2. CÁLCULO DE ESFUERZOS 3
3. DISEÑO DE ANCLAJE 4
4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA 5

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tipología de anclaje

El depósito de El Fondillo tiene el llenado por el fondo. Las tuberías de llenado enganchan desde arriba con una tubería de vaciado de fondo que también se usa para la limpieza.

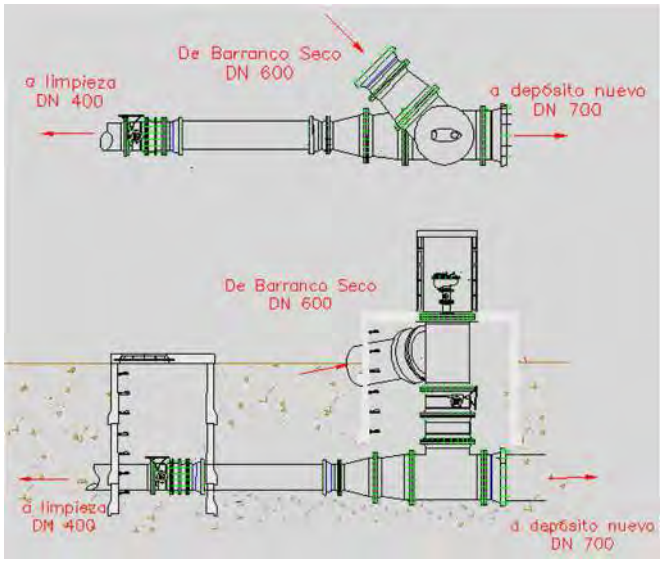
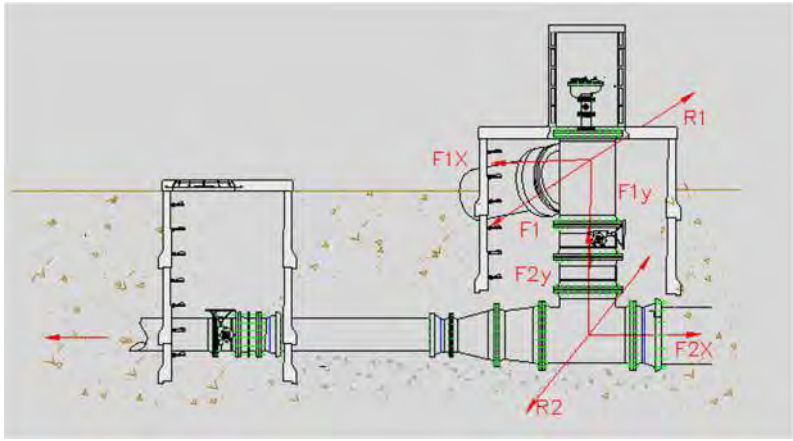


Figura 1instalación hidráulica de llenado

Durante el funcionamiento, todo el conjunto tiende a funcionar recibiendo unos empujes (F) que provocan una reacción (R) tal como se muestra en la ilustración.



Estas reacciones, si no se inmovilizan, pueden provocar desplazamientos de la pieza.

1.2. Normativa

La normativa aplicada para el dimensionamiento de la estructura es la siguiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural. (EHE 08).
- Los materiales considerados son los siguientes: Hormigón:
- Hormigón en estructura: HM-20/B/20

2. CÁLCULO DE ESFUERZOS

Se consideran dos situaciones

Situación 1: llenado depósito

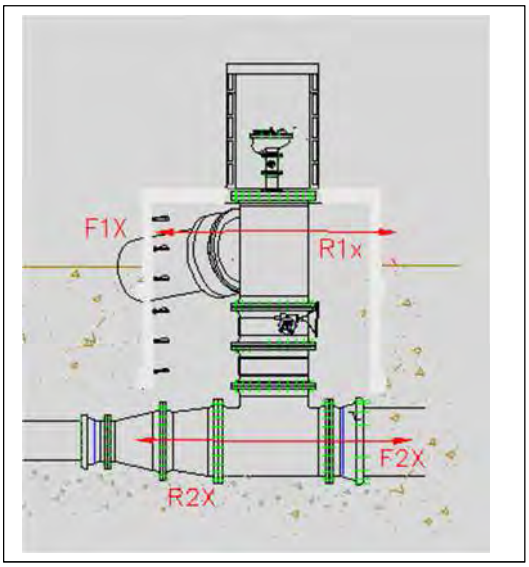
Depósito lleno al máximo Caso 3.1.

Presión máxima:

P=9,3 m.c.a. (Altura del depósito)

Q= 1.840 m^3/h (0.511 m^3/s)

W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)
W_1= 0,29 m^2 (para DN 600)



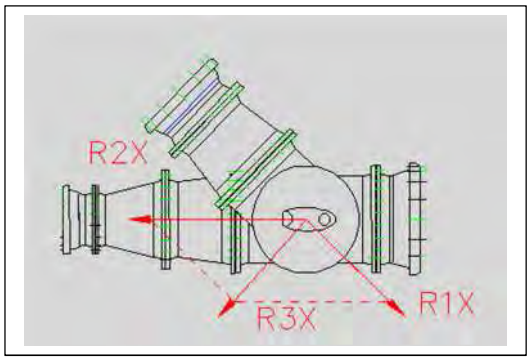
Luego los empujes serían:

$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$

F1y=F2y=F2x=9,3 x9810x 0,389 +1000 x 0,511 x 1,32= 36.164 N

F1x=9,3 x9810x 0,29 +1000 x 0,511 x 1,76= 27.356 N

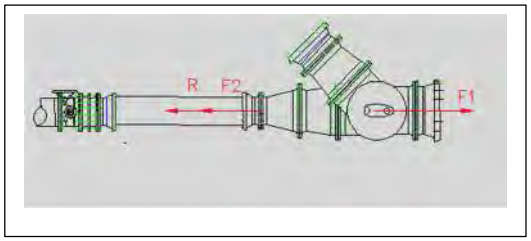
Las componentes verticales se contrarrestan entre sí quedando las componentes horizontales que generan reacciones que hay que contrarrestar. Los horizontales, tras sumarlos gráficamente dan una resultante R3X de 26.808 N de módulo.



Situación 2: vaciado de limpieza depósito nuevo con

Caudal regulado con la válvula mariposa manualmente

Presión máxima:



P=9,3m.c.a. Q= 1.080m^3/h (0,3 m^3/s

W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)

W_1= 0,13 m^2 (para DN 400)

Luego los empujes serían:

$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$

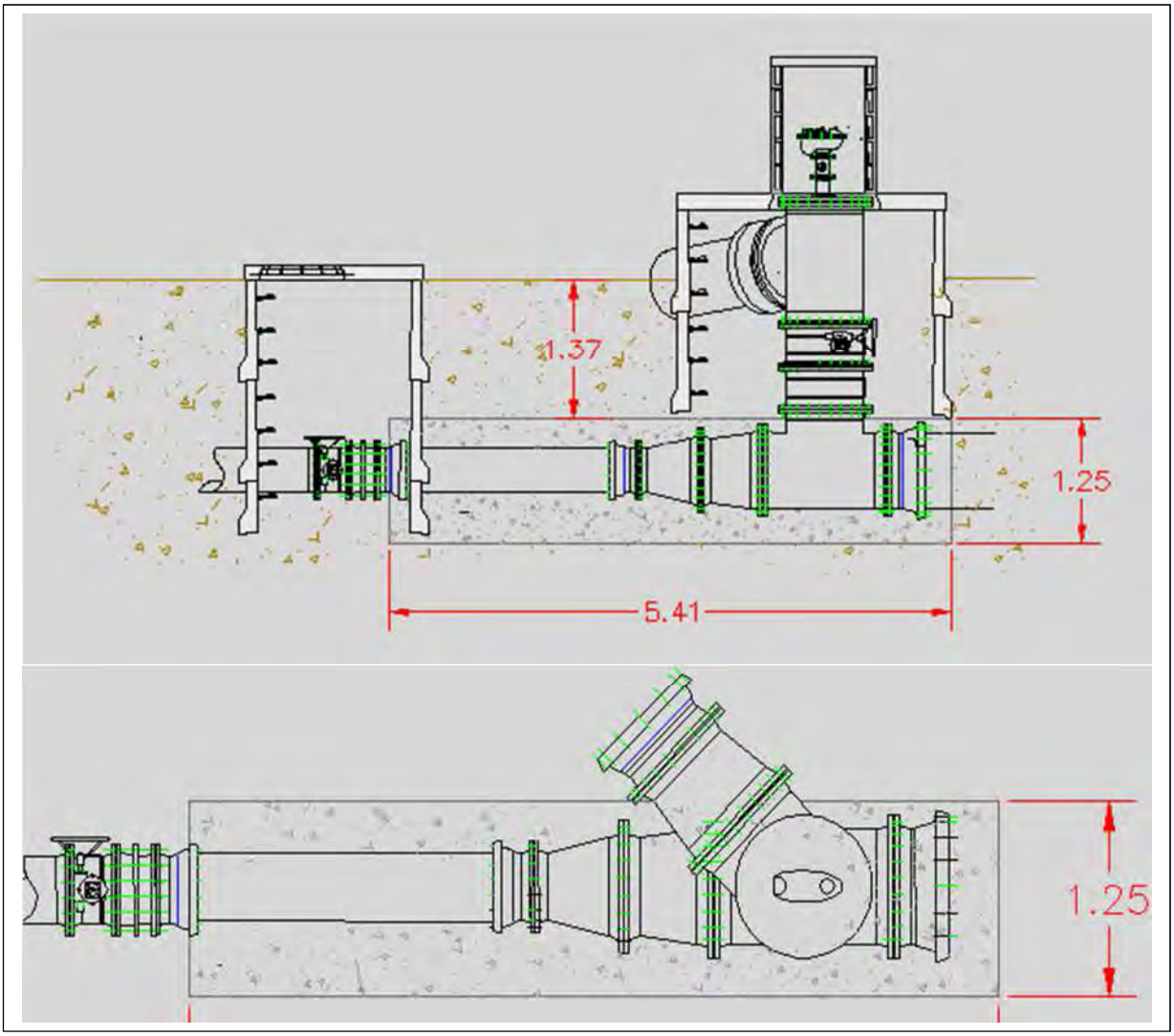
F1=9,3x9810 x 0,389 +1000 x 0,3 x 0,77=35.720 N

F2=9,3x9810 x 0,13+1000 x 0,3 x 2,32 =12.556 N

F2+R=F1; R=35.720-12.556=23.164 N

3. DISEÑO DE ANCLAJE

Se diseña un anclaje de hormigón en masa que sujete el conjunto. La situación más desfavorable es el llenado con el nivel de agua al máximo.



4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA

A la reacción del codo se contrapone:

- Fuerza de rozamiento:

$$Fr = FN * tg\varphi$$

FN = fuerza normal = peso del bloque ± carga vertical

$\varphi =$ ángulo de rozamiento interno del terreno 35º según estudio geotécnico, pero lo minimizamos a 30º

Peso de bloque de A x L x H x DENSIDAD (N), El bloque tiene 8,45 m3 de hormigón a la que hay que restar 1,5 m3 de hueco interior; luego el peso es 139.000Nw, luego Fr= 79.230 N

La pieza queda inmovilizada si Fr/ R > 1,3

Como R3X= 26808 N para la situación 1, que es la más desfavorable

79230/26808= 2,95 > 1,3, correcto

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO DE CÁLCULO 6

ANCLAJE B2 EN EL FONDILLO

Índice:

1. INTRODUCCIÓN 2
2. CÁLCULO DE ESFUERZOS 3
3. DISEÑO DE ANCLAJE 4
4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA 5

Índice:

1. INTRODUCCIÓN 2
2. CÁLCULO DE ESFUERZOS 3
3. DISEÑO DE ANCLAJE 4
4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA 5

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tipología de anclaje

El depósito de El Fondillo tiene el vaciado por el fondo. Las tuberías de vaciado enganchan desde arriba con una tubería de vaciado de fondo que también se usa para la limpieza.

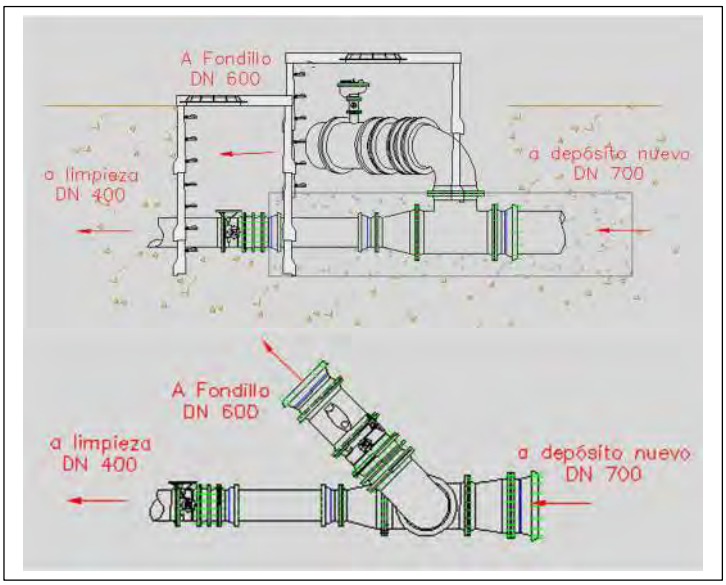
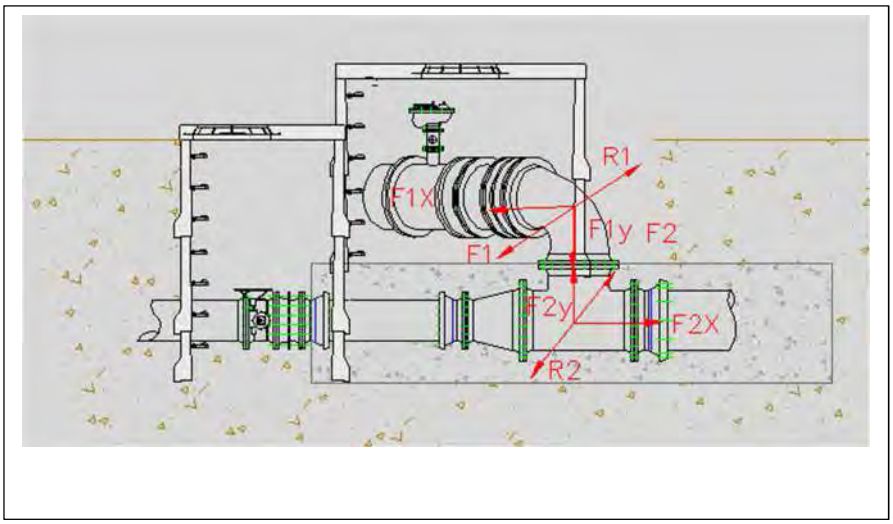


Figura 1Instalación hidráulica de llenado

Durante el funcionamiento, todo el conjunto tiende a funcionar recibiendo unos empujes (F) que provocan una reacción (R) tal como se muestra en la ilustración.



Estas reacciones, si no se inmovilizan, pueden provocar desplazamientos de la pieza.

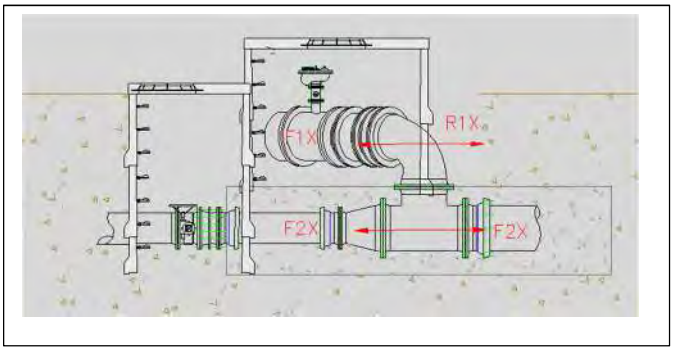
1.2. Normativa

La normativa aplicada para el dimensionamiento de la estructura es la siguiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural. (EHE 08).
- Los materiales considerados son los siguientes: Hormigón:
- Hormigón en estructura: HM-20/B/20

2. CÁLCULO DE ESFUERZOS

Se consideran dos situaciones



Situación 1: vaciado depósito

Depósito lleno al máximo Caso 3.1.

Presión máxima:

P=9,3 m.c.a. (Altura del depósito)

Q= 1.840 m^3/h (0.511 m^3/s)

W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)
W_1= 0,29 m^2 (para DN 600)

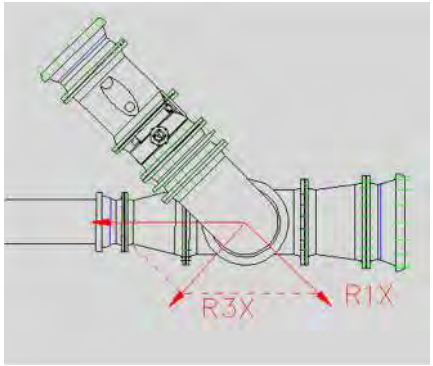
Luego los empujes serían:

$$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$$

F1y=F2y=F2x=9,3 x9810x 0,29+1000 x 0,511 x 1,76= 27.356 N

F1x=9,3 x9810x 0,389+1000 x 0,511 x 1,32= 36.164 N

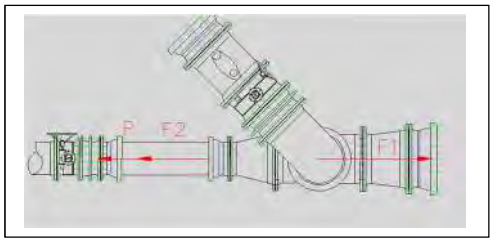
Las componentes verticales se contrarrestan entre sí quedando las componentes horizontales que generan reacciones que hay que contrarrestar. Los horizontales, tras sumarlos gráficamente dan una resultante R3X de 26.808 N de módulo.



Situación 2: vaciado de limpieza depósito nuevo con

Caudal regulado con la válvula mariposa manualmente

Presión máxima:



P=9,3m.c.a. Q= 1.080m^3/h (0,3 m^3/s

W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)

W_1= 0,13 m^2 (para DN 400)

Luego los empujes serían:

$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$

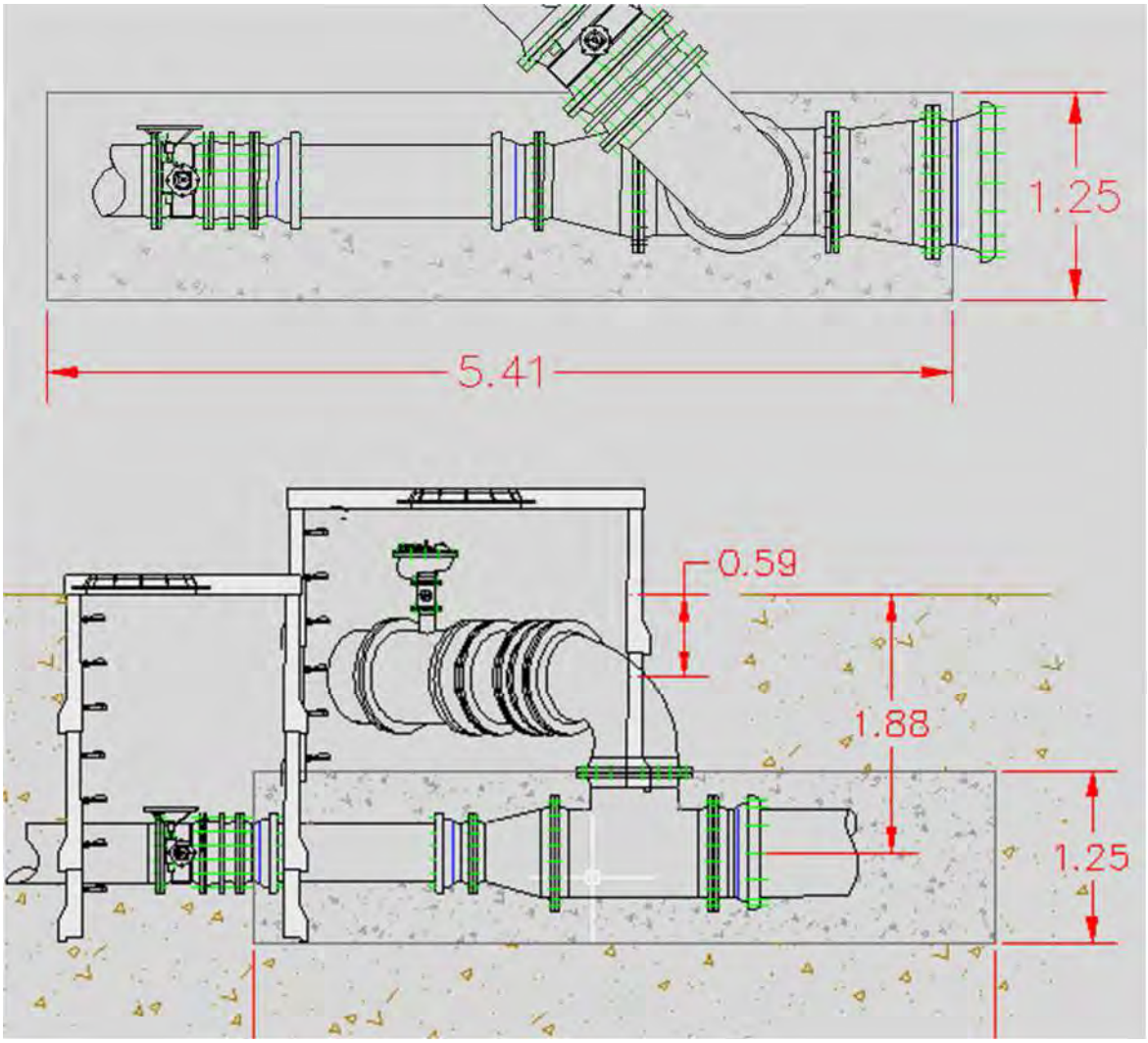
F1=9,3x9810 x 0,389 +1000 x 0,3 x 0,77=35.720 N

F2=9,3x9810 x 0,13+1000 x 0,3 x 2,32 =12.556 N

F2+R=F1; R=35.720-12.556=23.164 N

3. DISEÑO DE ANCLAJE

Se diseña un anclaje de hormigón en masa que sujete el conjunto. La situación más desfavorable es el llenado con el nivel de agua al máximo.



4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA

A la reacción del codo se contrapone:

- Fuerza de rozamiento:

  $Fr = FN * tg\varphi$

  FN = fuerza normal = peso del bloque ± carga vertical

  $\varphi =$ ángulo de rozamiento interno del terreno 35º según estudio geotécnico, pero lo minimizamos a 30º

  Peso de bloque de A x L x H x DENSIDAD (N), El bloque tiene 8,45 m3 de hormigón a la que hay que restar 1,5 m3 de hueco interior; luego el peso es 139.000Nw, luego Fr= 79.230 N

La pieza queda inmovilizada si Fr/ R > 1,3

Como R3X= 26808 N para la situación 1, que es la más desfavorable

79230/26808= 2,95 > 1,3, correcto

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO DE CÁLCULO 7

ANCLAJE C EN EL FONDILLO

(Dado D en zona B Plano 02.05.01)

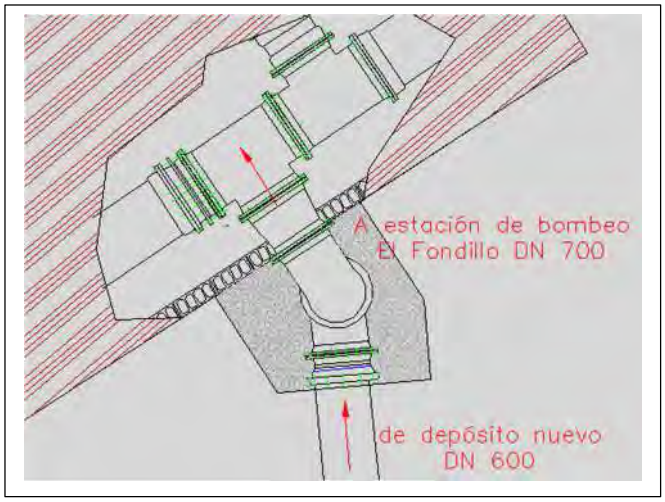
Índice:

1. INTRODUCCIÓN 2
2. CÁLCULO DE ESFUERZOS Y REACCIONES 3
3. DISEÑO DE ANCLAJE 4
4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA 4

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tipología de anclaje

En el Fondillo, la tubería FN 600 de aspiración conecta la estación de bombeo de El Fondillo con el depósito de nueva construcción. Para ello la conducción debe ganar altura y entrar al nivel del suelo de la estación con dos codos de 90º



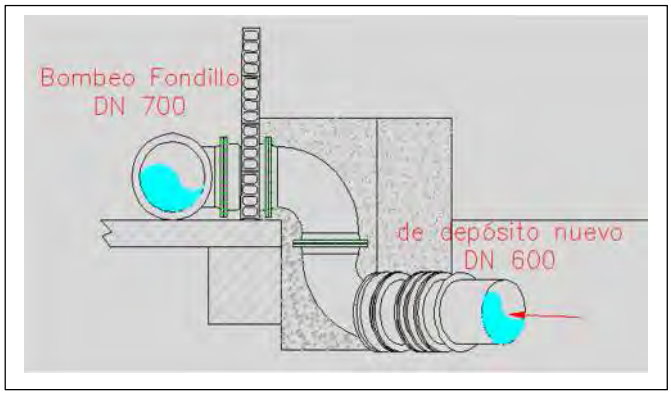
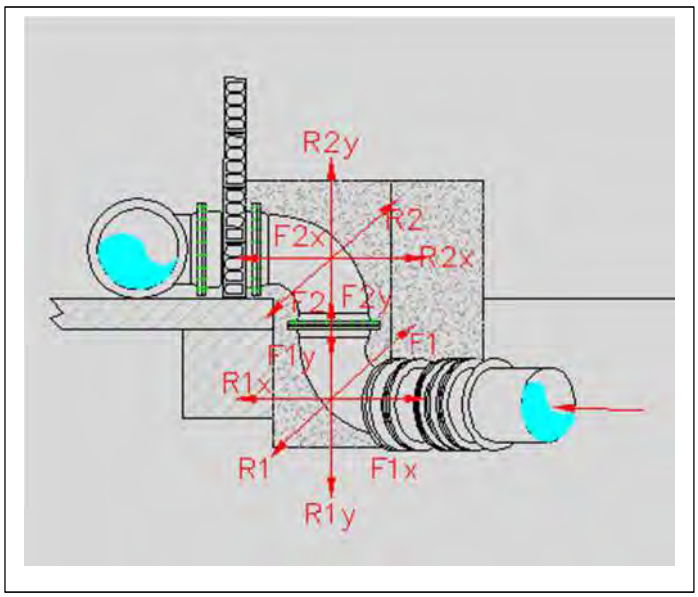


Figura 1instalación hidráulica

1. Durante el funcionamiento, en cada codo se produce un empuje (F) con una componente vertical y otra horizontal. Los empujes (F) que provocan una reacción (R) tal como se muestra en la ilustración



Estas reacciones, si no se inmovilizan, puede provocar giros y desplazamientos
Para provocar esta inmovilización se calcula un anclaje de hormigón en masa que rodea los dos codos.

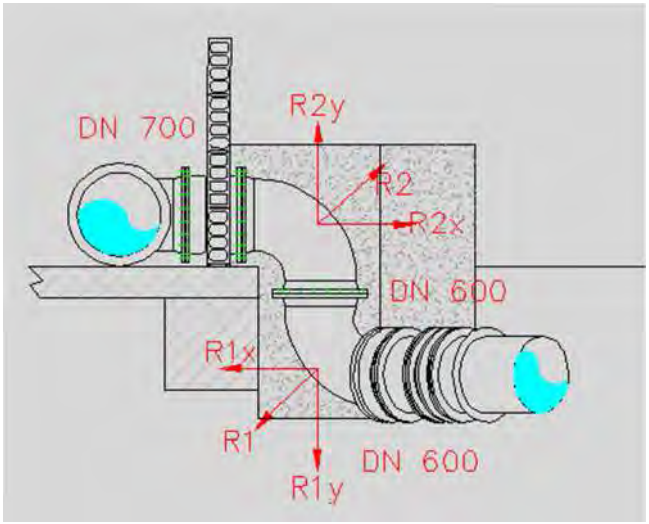
1.2. Normativa

La normativa aplicada para el dimensionamiento de la estructura es la siguiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural. (EHE 08).
- Los materiales considerados son los siguientes: Hormigón:
- Hormigón en estructura: HM-20/B/20

2. CÁLCULO DE ESFUERZOS Y REACCIONES

Se considera la siguiente situación:



Situación: depósito nuevo totalmente lleno, funcionamiento de la aspiración al mismo caudal máximo al que se llena el depósito (caso 3.1) 1840 m^3/h .
En realidad, el bombeo de El Fondillo es de 1134 m^3/h, pero tomando 1840 m^3/h estamos del lado de la seguridad
Presión máxima:
P=24 m.c.a.
Q= 1840 m^3/h (0.511 m^3/s)
W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)
W_1= 0,290 m^2(para DN 600)
Luego los empujes serían:

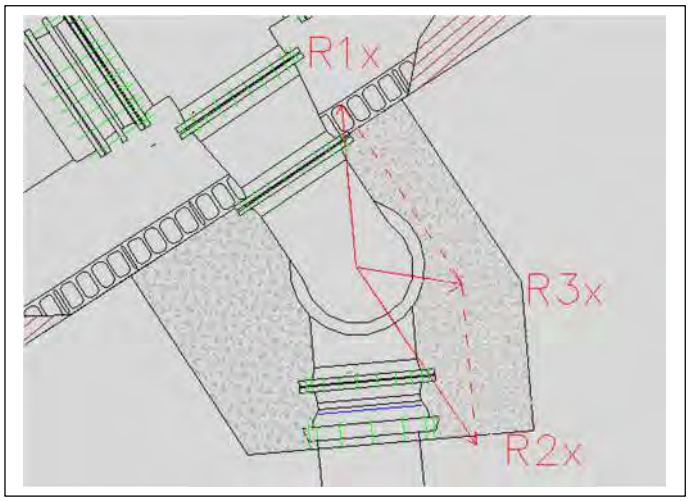
$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$

Fx1=RX1=24 x9810x 0,289 +1000 x 0,511x 1,76 = 68.941 N

Fx2=RX2=24 x9810x 0,389 +1000 x 0,511x 1,32 = 92.261 N

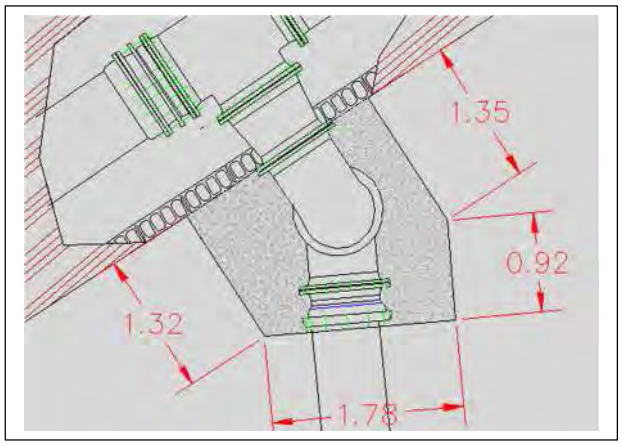
Fy1=Fy2=Ry1=Ry2=24 x9810x 0,289 +1000 x 0,511x 1,76 = 68.941 N

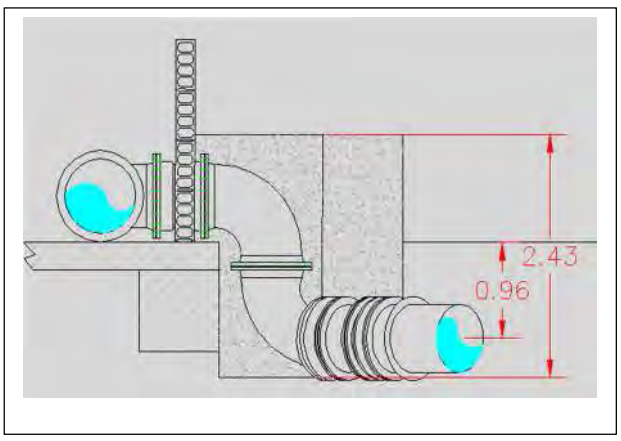
Las reacciones verticales se contrarrestan entre sí. Los horizontales, tras sumarlos gráficamente dan una resultante R3X de 44.811 N de módulo.



3. DISEÑO DE ANCLAJE

Se diseña un anclaje de hormigón en masa que evita la acción de las reacciones horizontales. Aunque R2x está coaccionado por su unión a la calderería de la estación de bombeo de EL Fondillo, es interesante dotar a los codos de un anclaje que evite que R2X solicite las uniones de la calderería.





4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA

A la reacción del codo se contrapone:

- Fuerza de rozamiento:

$$Fr = FN * tg\varphi$$

FN = fuerza normal = peso del bloque ± carga vertical

φ = ángulo de rozamiento interno del terreno 35º según estudio geotécnico, pero lo minimizamos a 30º

densidad del bloque = 20.000 N/m^3

Peso de bloque de A x L x H x DENSIDAD (N) El bloque tiene 8,52 m3 de hormigón a la que hay que restar 0,7 m3 de hueco interior; luego el peso es 156.400 Nw, luego Fr= 89.148 N

La pieza queda inmovilizada si Fr/ R > 1,3

Como R3X= 44811 N

89148/44811= 1,98 > 1,3, correcto

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO DE CÁLCULO 8

ANCLAJE D EN EL FONDILLO

(Dado C en zona A plano 02.05.01)

Índice:

1. INTRODUCCIÓN 2
2. CÁLCULO DE ESFUERZOS Y REACCIONES 4
3. DISEÑO DE ANCLAJE 5
4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA 5

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tipología de anclaje

En el Fondillo, la tubería DN 700 existente remonta hasta la coronación del depósito existente de 1.500 m³ de capacidad. Al pie del depósito se instalará una T en esa tubería y una reducción a DN 600, para, a partir de ahí, instalar la conducción nueva hasta el depósito existente.

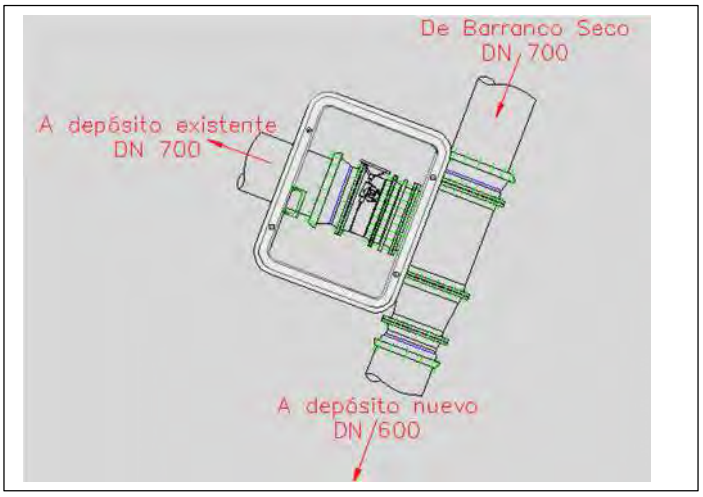
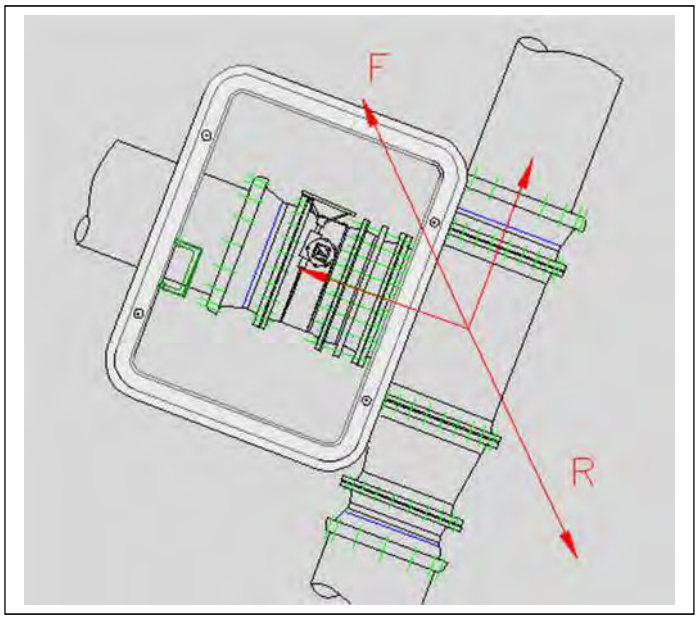


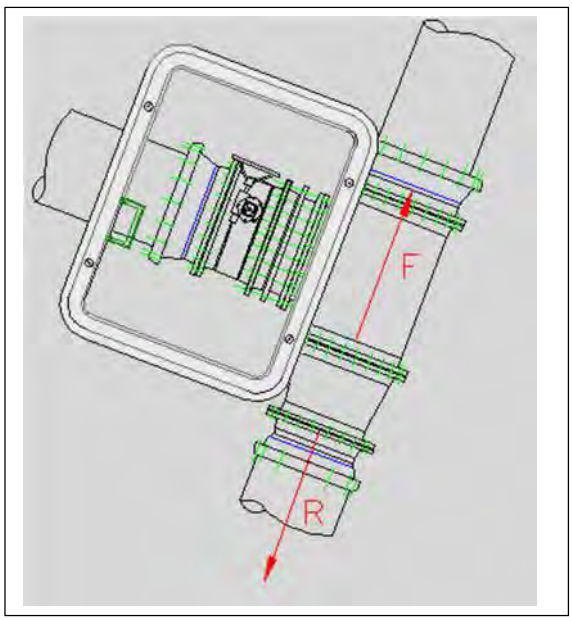
Figura 1instalación hidráulica de llenado y vaciado

Durante el funcionamiento, todo el conjunto puede funcionar de dos maneras:

1. Si el agua va hacia el depósito existente, como un codo de 90º con unión enchufe, recibiendo unos empujes (F) que provocan una reacción (R) tal como se muestra en la ilustración



2. Si el agua va hacia el depósito nuevo, se produce una reacción en la reducción DN 600-DN700



Estas reacciones, si no se inmovilizan, puede provocar que la té sea escupida.
Para provocar esta inmovilización se calcula un anclaje de hormigón en masa que rodea la té.

1.2. Normativa

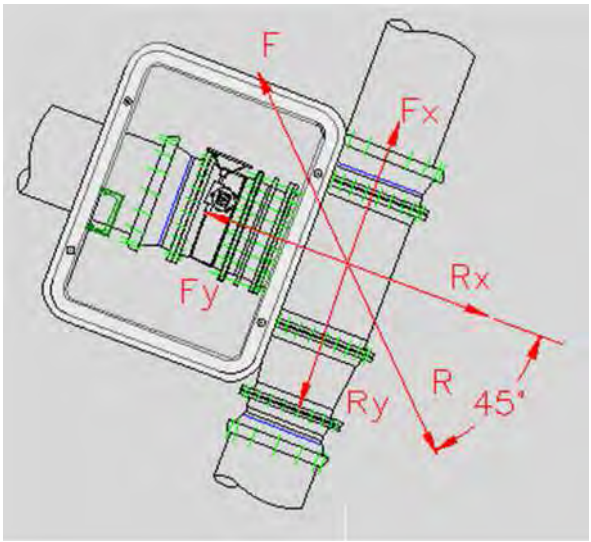
La normativa aplicada para el dimensionamiento de la estructura es la siguiente:

- Documento básico SE-AE Acciones en la edificación. Código Técnico de la edificación (CTE).
- Instrucción de Hormigón Estructural. (EHE 08).
- Documento básico SE-C Cimientos. Código Técnico de la Edificación (CTE).

- Los materiales considerados son los siguientes: Hormigón:
- Hormigón en estructura: HM-20/B/20

2. CÁLCULO DE ESFUERZOS Y REACCIONES

Se consideran dos situaciones



Situación 1: llenado depósito existente

Caso 2.1.

Presión máxima:

P=6 m.c.a. (Altura del depósito)

Q= 1.111m^3/h (0.308 m^3/s)

W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)
Luego los empujes serían:

$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$

Fx=RX=6 x9810x 0,389 +1000 x 0,308 x 0,79

23140 N

Fy=RY=6 x9810x 0,389 +1000 x 0,308 x 0,79 =

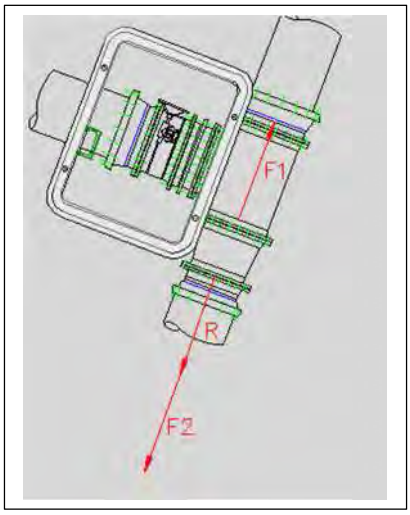
23140 N

Las reacciones obedecen a:

$R = F \text{ sen } \frac{\alpha}{2} + F \text{ sen } \frac{\alpha}{2}$

R= 32.724

Situación 2: llenado depósito nuevo con caudal máximo Caso 3.1



Presión máxima:

P=24 m.c.a. Q= 1.840 m^3/h (0,511m^3/s)

W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)
W_2= 0,290 m^2 (para DN 600)

Luego los empujes serían:

$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$

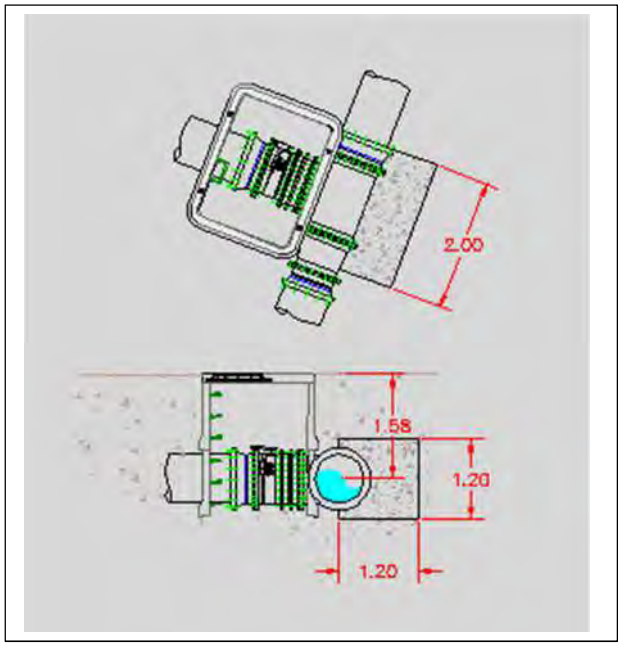
F1=24x9810 x 0,389 +1000 x 0,511 x 1,32 =92.260 N

F2=24x9810 x 0,29 +1000 x 0,511 x 1,76 =69.177 N

F2+R=F1; R=92.260-69.177=23.083 N

3. DISEÑO DE ANCLAJE

Se diseña un anclaje de hormigón en masa que sujete la té en las dos situaciones. La situación más desfavorable es la de llenado del depósito existente.



4. CÁLCULO DE FUERZA DE ROZAMIENTO Y RESISTENCIA LATERAL DEL TERRENO. ESTABILIDAD DE LA PIEZA

A la reacción del codo se contrapone:

- Fuerza de rozamiento:

  $$Fr = FN * tg\varphi$$

  FN = fuerza normal = peso del bloque ± carga vertical

  φ = ángulo de rozamiento interno del terreno 35º según estudio geotécnico, pero lo minimizamos a 30º

  densidad del bloque = 20.000 N/m^3

- Peso de bloque de A x L x H x DENSIDAD (N) El bloque tiene 2,88 m3 de hormigón lo que significa 57.600 Nw, luego Fr= 32.832 N

- Resistencia lateral del suelo (es un empuje pasivo), que calculado con respecto al lado de 2 m.

$$Fl = \frac{1}{2}\gamma \times L \times H^2 \times \left(\frac{1+sen\varphi}{1-sen\varphi}\right) =$$

L = anchura de bloque =2 m

H = profundidad del bloque= 2,18

γ = densidad del suelo = 18.000 N/m^3

FL= 18000/2 x 2x 4,75x3= 256.500 N

La pieza queda inmovilizada si (Fr +Fl)/ R > 1,3

Para la situación 1, para inmovilizar la pieza se puede recurrir a lo siguiente:

RX inmovilizada con FL

256500/23140= 11> 1,3

RY inmovilizada con Fr

32832/23140= 1,41 > 1,3

Para la situación 2, basta con recurrir a la Fr

32832/23083= 1,39 > 1,3

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO DE CÁLCULO 9

ARQUETA DEL ALIVIADERO

CÁLCULO DE LA ARQUETA DEL ALIVIADERO DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRACO SECO EN EL FONDILLO

ANEXO 9

DIMENSIONAMIENTO DE LA ARQUETA DEL ALIVIADERO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. ACCIONES CONSIDERADAS 3

Peso propio..... 3
Presión hidrostática 3
Impacto 3

3. CÁLCULO 4

Situaciones de proyecto 4
Definición geométrica de la estructura..... 5

4. RESULTADOS 6

Propuesta de armado 7

5. COMPROBACIÓN MECÁNICA DE LOS ELEMENTOS 8

Muro frontal..... 8
Muros laterales 12

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objeto dimensionar la arqueta para el aliviadero que se debe disponer en los depósitos en El Fondillo para el vertido del caudal de diseño que aparece en el anejo nº 9.

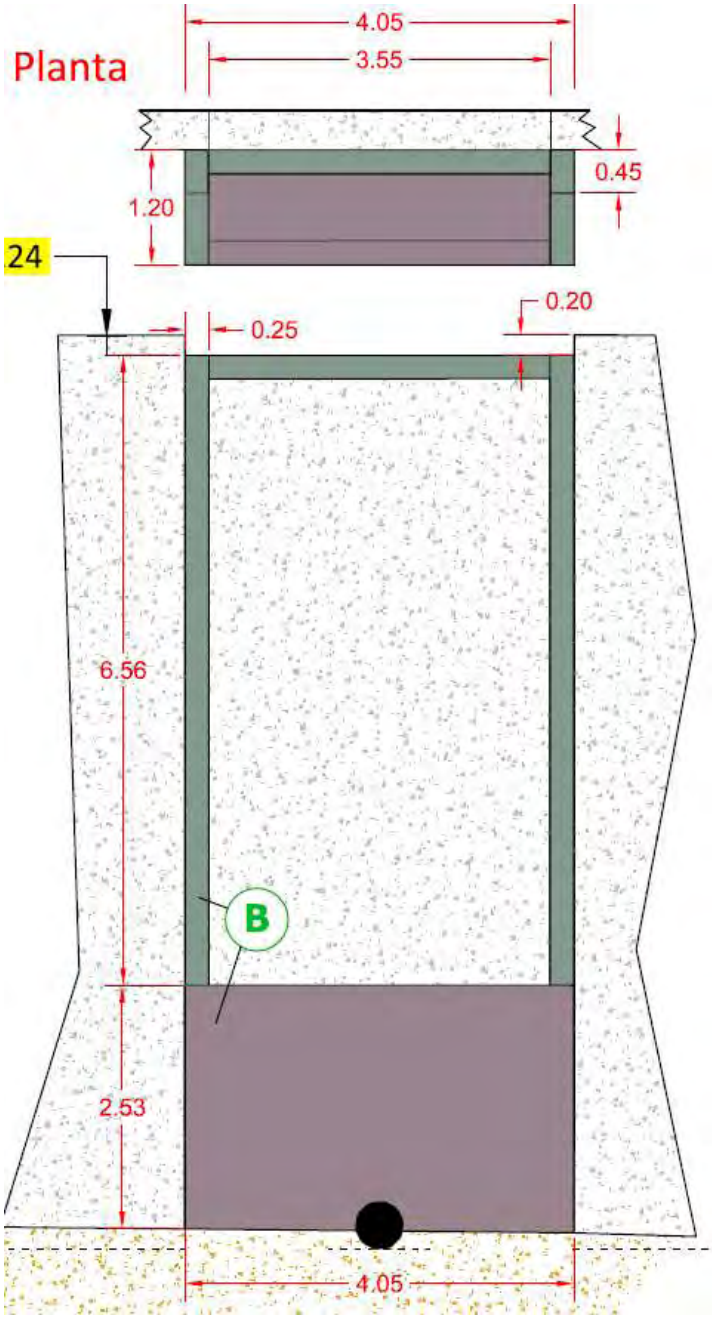


Figura 1. Geometría de la arqueta.

Se trata de una arqueta con dimensiones interiores 3,55x0,70x2,53 m donde desagua el aliviadero. Esta arqueta está formada por 3 muros de 25 cm de espesor y se encuentra unida al muro del depósito.

2. ACCIONES CONSIDERADAS

Acorde con la EHE-08, los coeficientes parciales de seguridad de los materiales son 1,5 en el caso de comprobaciones sobre el hormigón y 1,15 para las comprobaciones del acero para armaduras pasivas.

Los materiales considerados son los siguientes:

- Hormigón en estructura HA-30
- Acero pasivo B500S

Peso propio

Esta carga se deduce de la geometría teórica de la estructura, considerando la densidad y el peso del hormigón armado.

Presión hidrostática

Los empujes hidrostáticos siguen una ley triangular de valor 0 en el borde superior y 25,30 kN/m² en la cota del apoyo sobre la zapata del muro.

Impacto

La fuerza debida al impacto del flujo contra el muro de la arqueta se calcula a partir de la ecuación de conservación de la cantidad de movimiento y la ecuación de continuidad:

$$F_{flujo} = \rho \cdot Q \cdot \nu \cdot (1 - \cos\beta)$$

Siendo:

ρ: peso específico del agua
Q: caudal
ν: velocidad del flujo
β: $ángulo\ del\ flujo\ con\ la\ superficie\ donde\ impacta$ (90º)

Partiendo de los datos del anejo nº 9, la sobrecarga debida al impacto del agua en el muro de la arqueta es de 0,42 kN/m².

3. CÁLCULO

Para el cálculo y dimensionamiento de la estructura se han utilizado los siguientes programas:

- Módulo CYPE3D del programa CYPE.
- Prontuario Informático del Hormigón, versión 3.1: programa de comprobación y armado de secciones de hormigón armado.

Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

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

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

ELU de rotura. Hormigón

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

Desplazamientos

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

Definición geométrica de la estructura

A continuación, se describe la modelización de la estructura mediante CYPE 3D:

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	4.050	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	4.050	1.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	1.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	0.000	2.5300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	4.050	0.000	2.5300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	4.050	1.250	2.5300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.000	1.250	2.5300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	0.000	1.250	9.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.000	0.800	9.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	4.050	1.250	9.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	4.050	0.800	9.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Materiales utilizados						
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación					
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	32837.00	0.200	13682.08	0.000010	24.53

Notación:
E: Módulo de elasticidad
ν: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
$\alpha_{\cdot t}$: Coeficiente de dilatación
γ: Peso específico

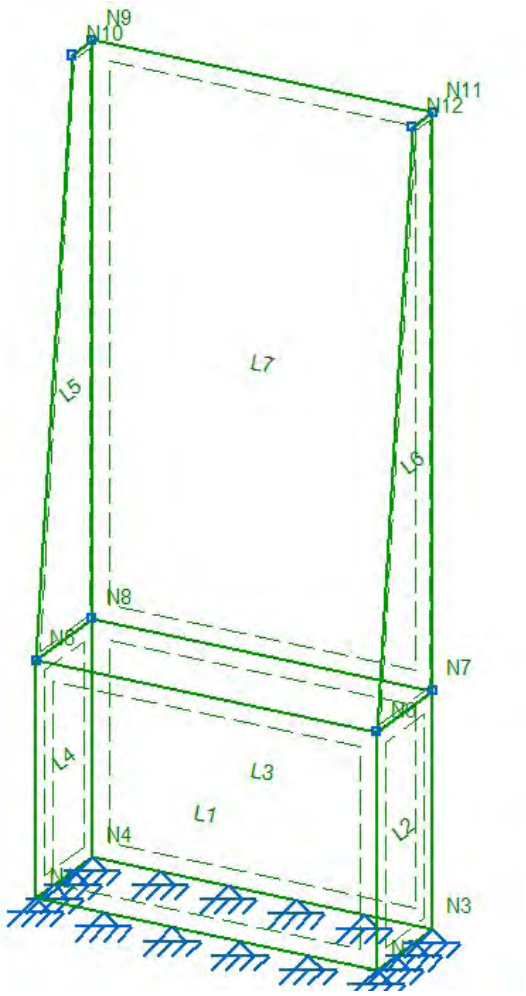


Figura 2. Modelización.

4. RESULTADOS

Los estados límite últimos son los siguientes:

		Mmax abs x	Vmax abs x	Mmax abs y	Vmax abs y	Tracción
ELU	**Muro lateral**	16.51	41.72	5.13	31.63	38.04
	Muro frontal	14.09	41.80	9.75	37.75	20.18

Tabla 1. ELU (M en mkN, V en kN).

Los estados límite de servicio son los siguientes:

		Mmax abs x	Mmax abs y
ELS	**Muro lateral**	11.19	3.48
	Muro frontal	9.44	6.54

Tabla 2. ELS (M en mkN).

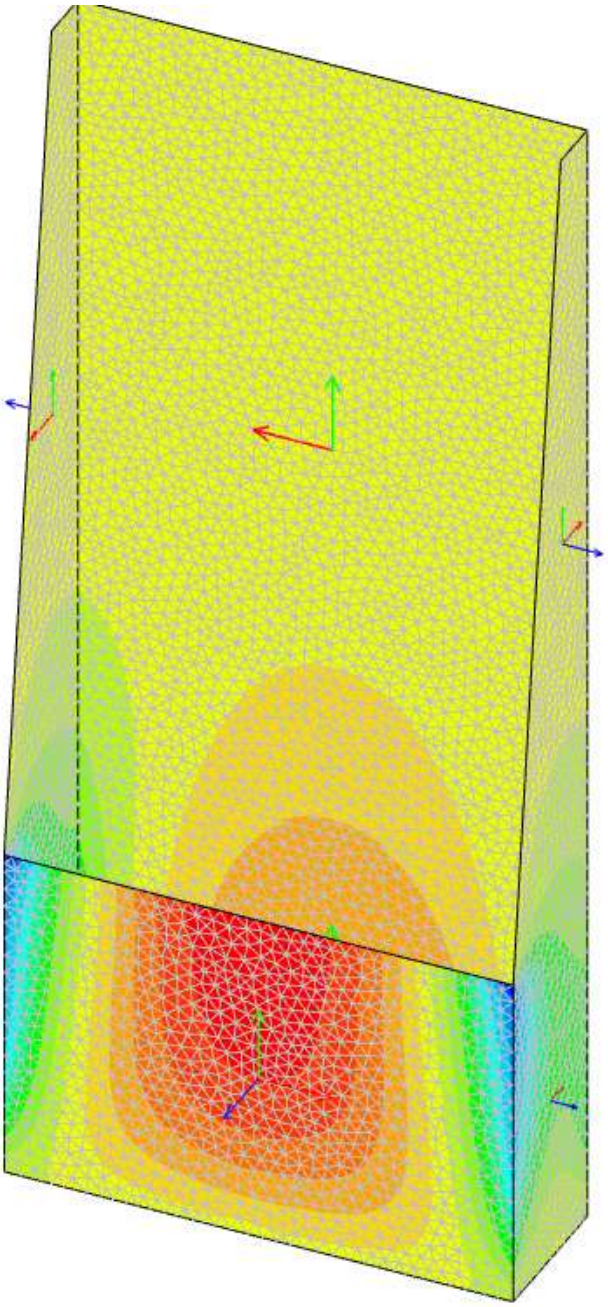


Figura 3. Resultado de la modelización.

Propuesta de armado

De acuerdo con el dimensionamiento y las comprobaciones efectuadas, la propuesta de armado del hormigón HA-30 para todos los elementos es #Ø12 a 15x15 cm en cada cada.

La armadura de los muros del aliviadero se unirán al muro perimetral del depósito mediante anclajes con químicos en una longitud de al menos 20 cm.

5. COMPROBACIÓN MECÁNICA DE LOS ELEMENTOS

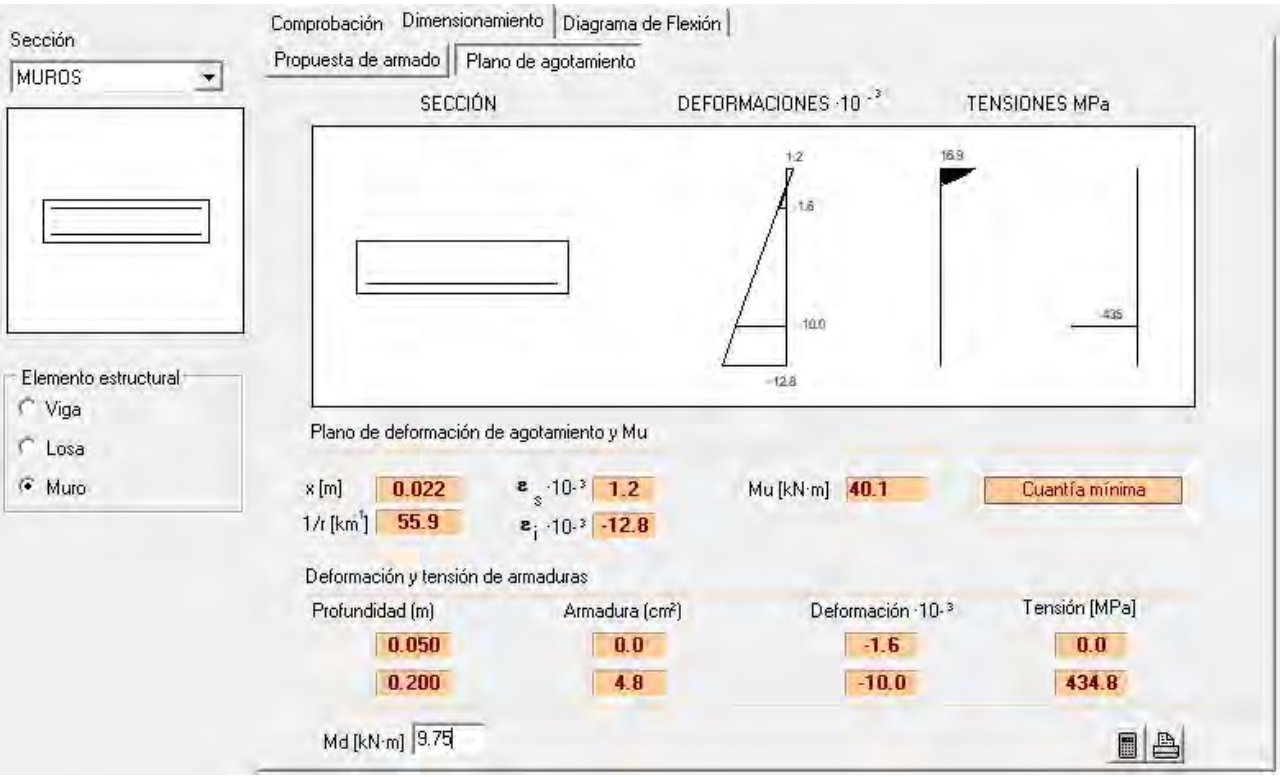
La comprobación de las secciones se realiza con el programa "Prontuario Informático del Hormigón, versión 3.1: programa de comprobación y armado de secciones de hormigón armado."

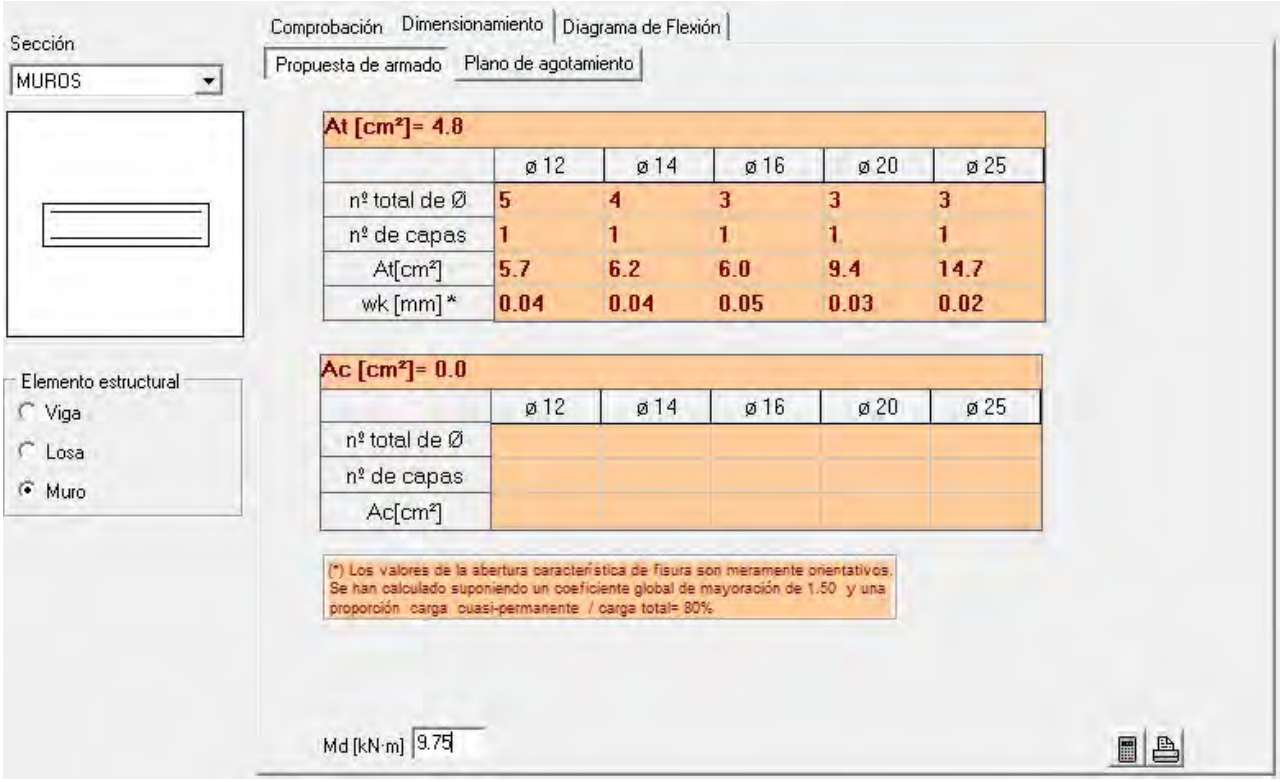
El comportamiento laminar de las paredes de la arqueta permite una clara separación de los esfuerzos, especialmente la tracción horizontal de los esfuerzos de flexión. El método utilizado para el cálculo de las capacidades mecánicas ha consistido en la determinación de las armaduras de flexión y de tracción simple y sumarlas.

Muro frontal

Armado vertical

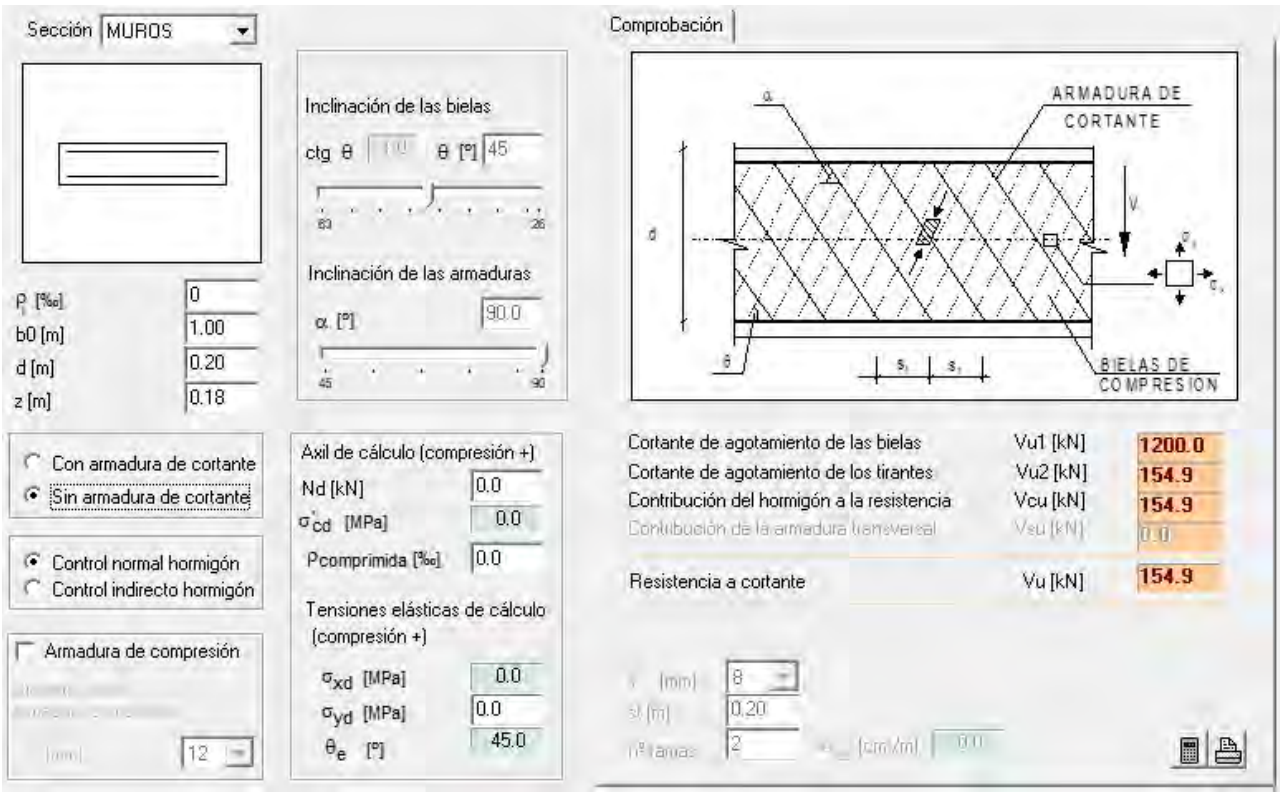
Flexión simple:





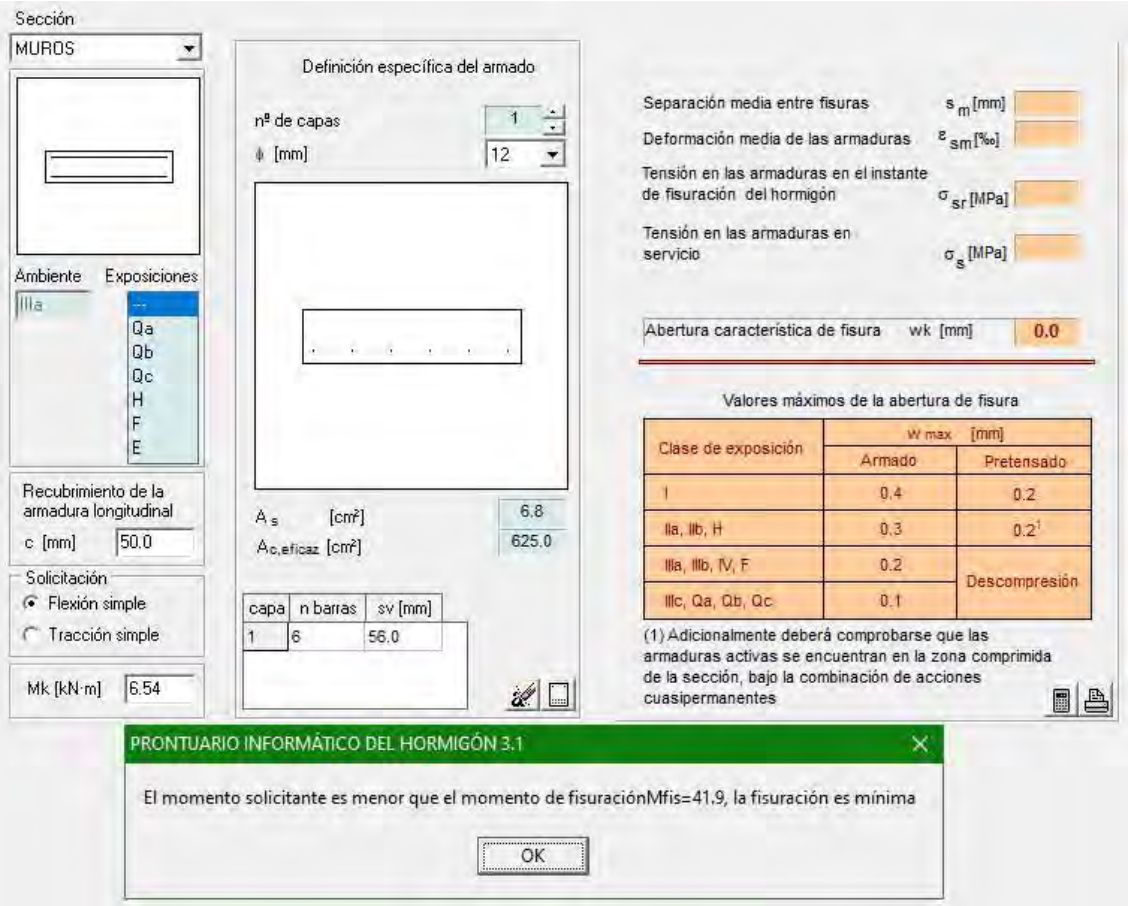
El armado necesario para resistir los esfuerzos de cálculo de flexión es cuantía mínima. El armado dispuesto #Ø12 a 15x15 cm es válido.

Comprobación a cortante:



La sección del muro sin armadura de cortante es suficiente para las solicitaciones a cortante.

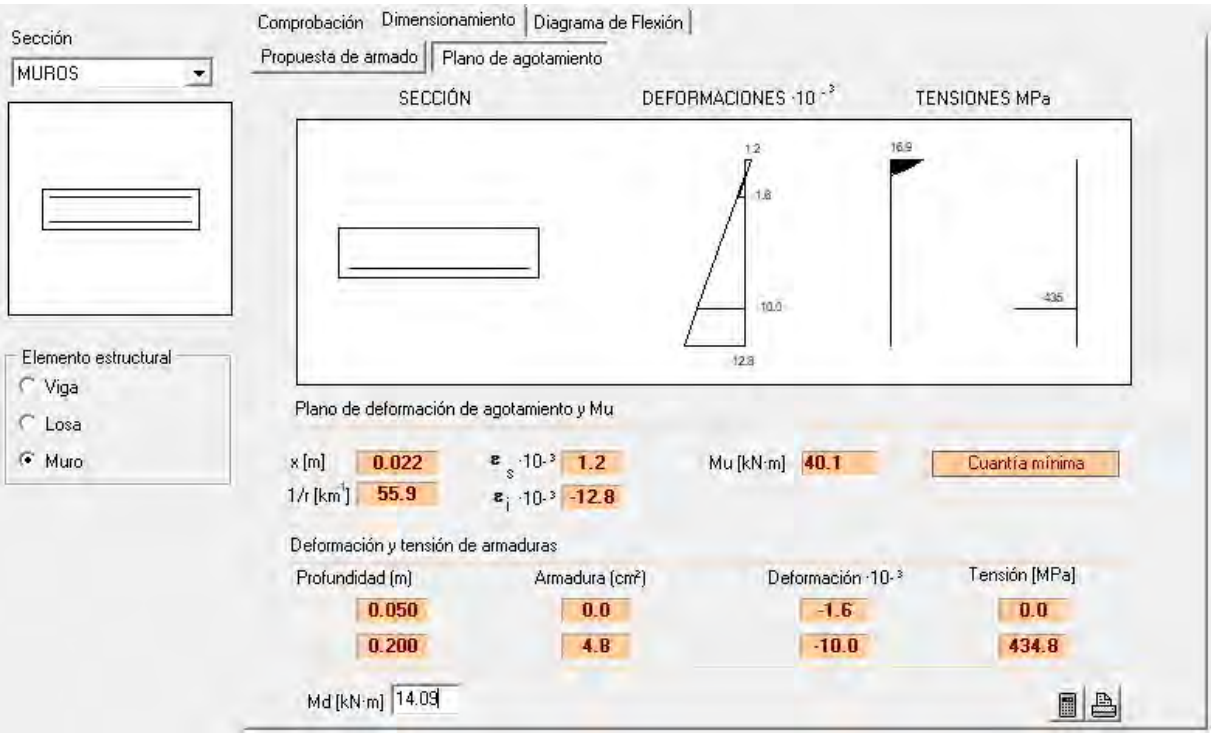
Comprobación a fisuración:

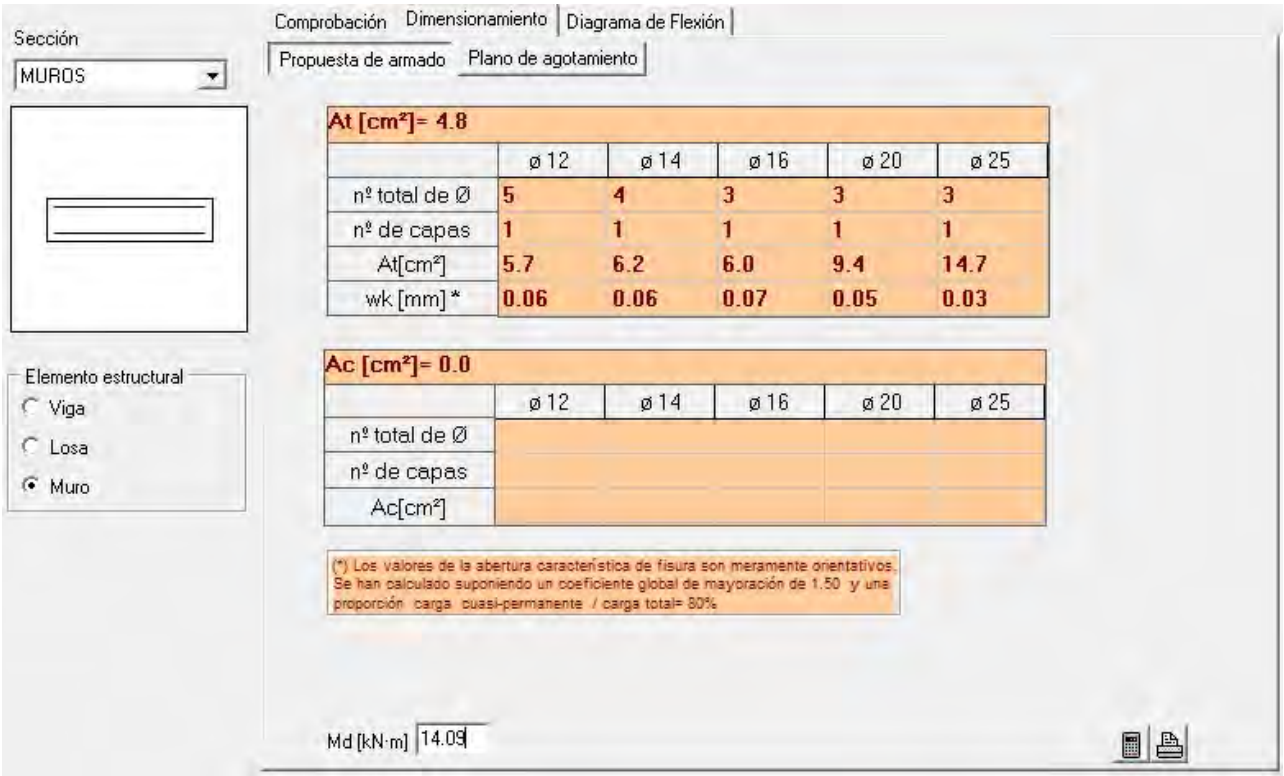


El armado dispuesto es suficiente.

Armado horizontal

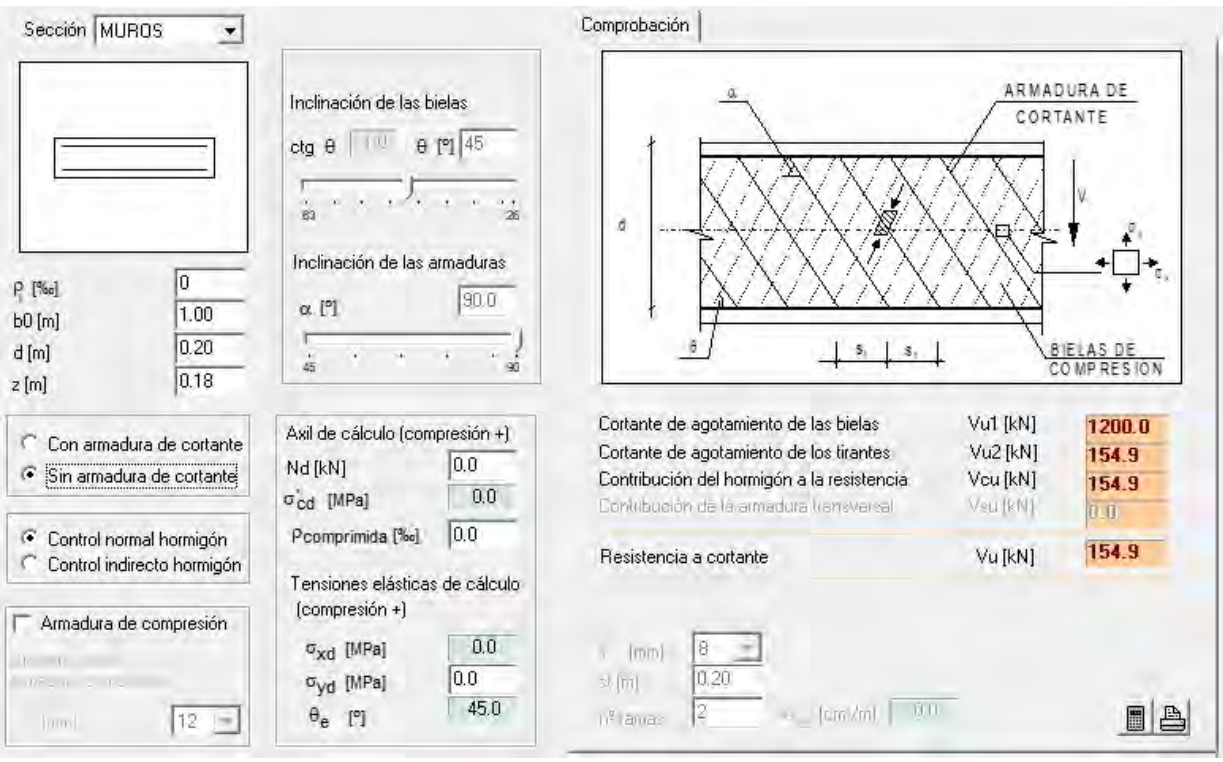
Flexión simple:





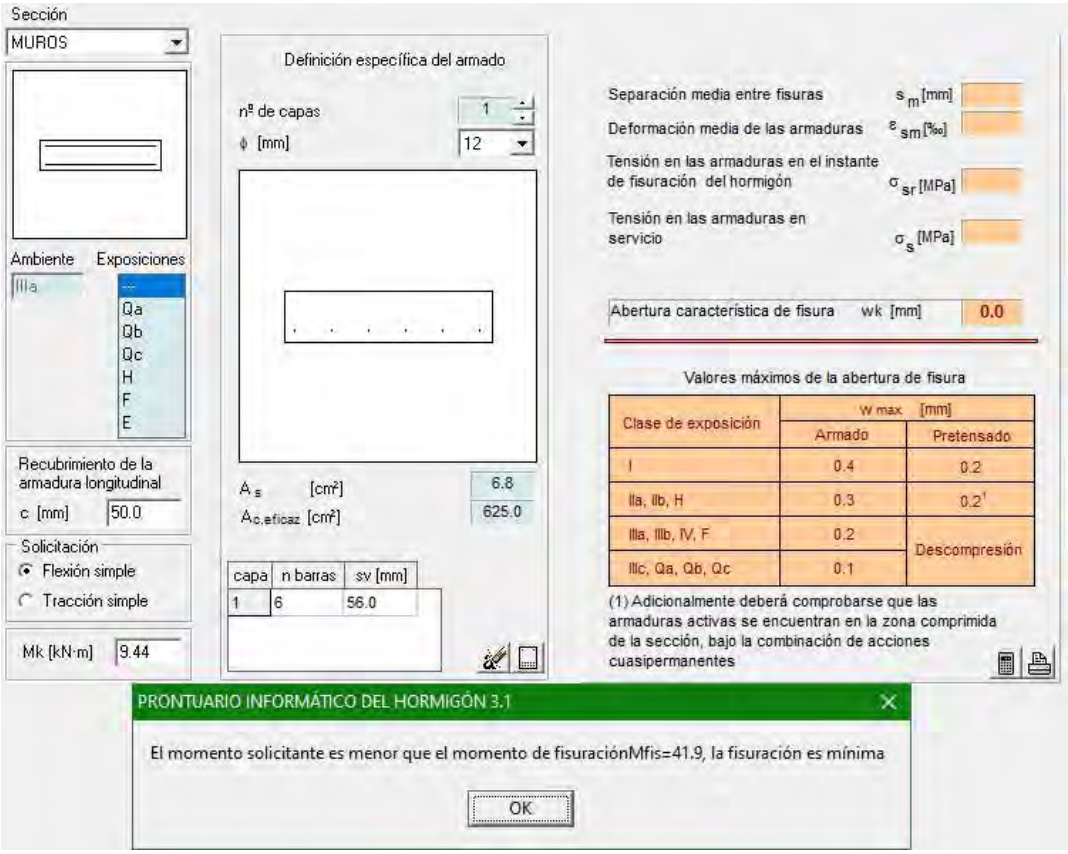
El armado necesario para resistir los esfuerzos de cálculo de flexión es cuantía mínima. El armado dispuesto #Ø12 a 15x15 cm es válido.

Comprobación a cortante:



La sección del muro sin armadura de cortante es suficiente para las solicitaciones a cortante.

Comprobación a fisuración:



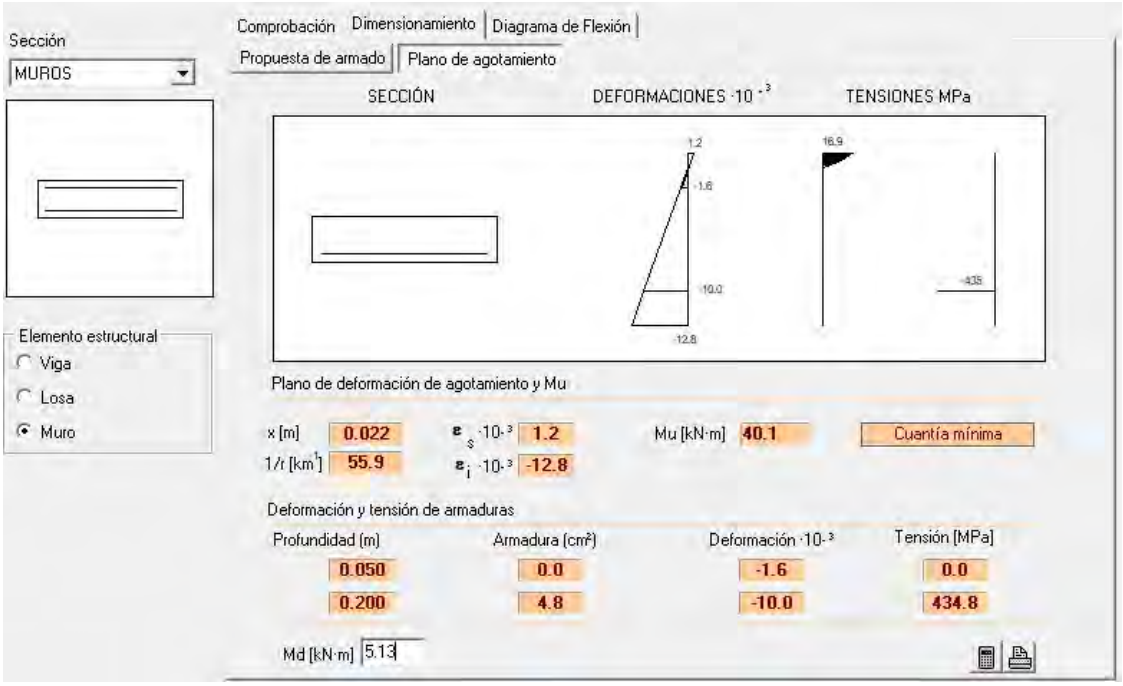
El armado dispuesto es suficiente.

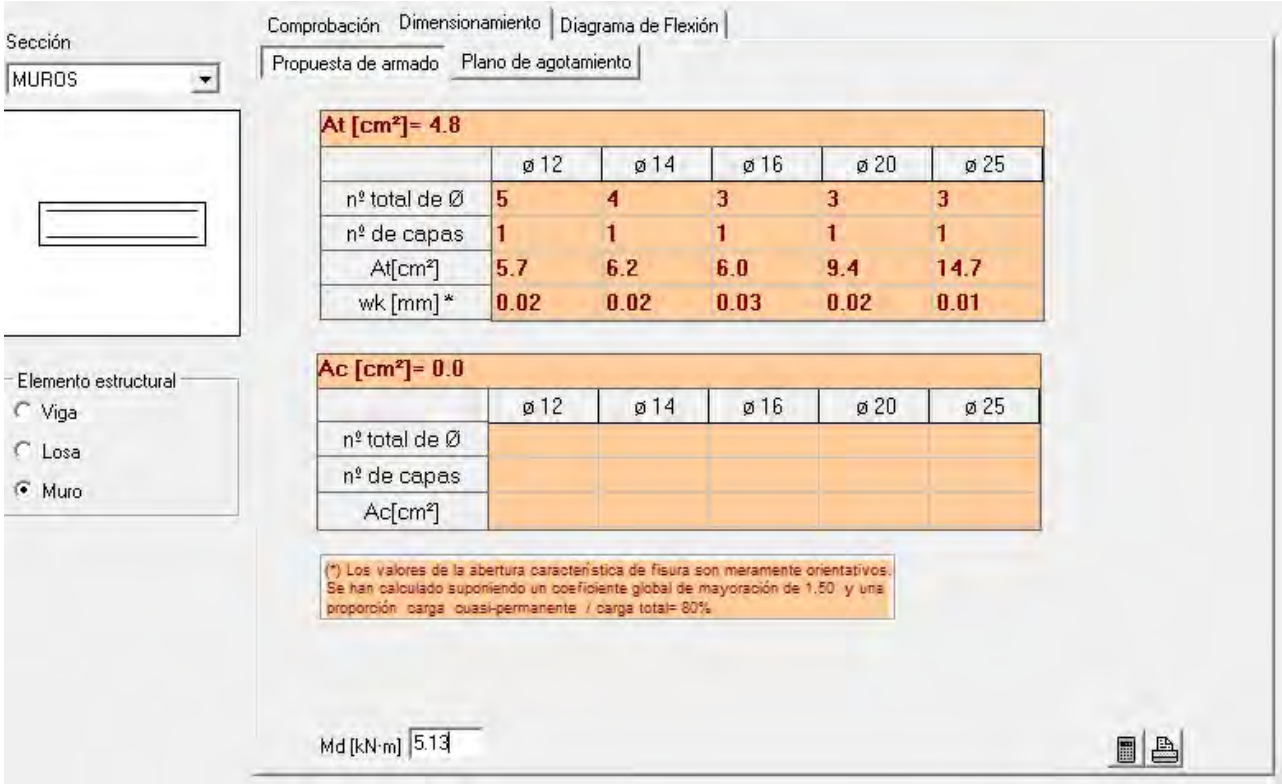
Muros laterales

Los muros laterales y las aletas disponen del mismo armado por facilidad constructiva.

Armado vertical

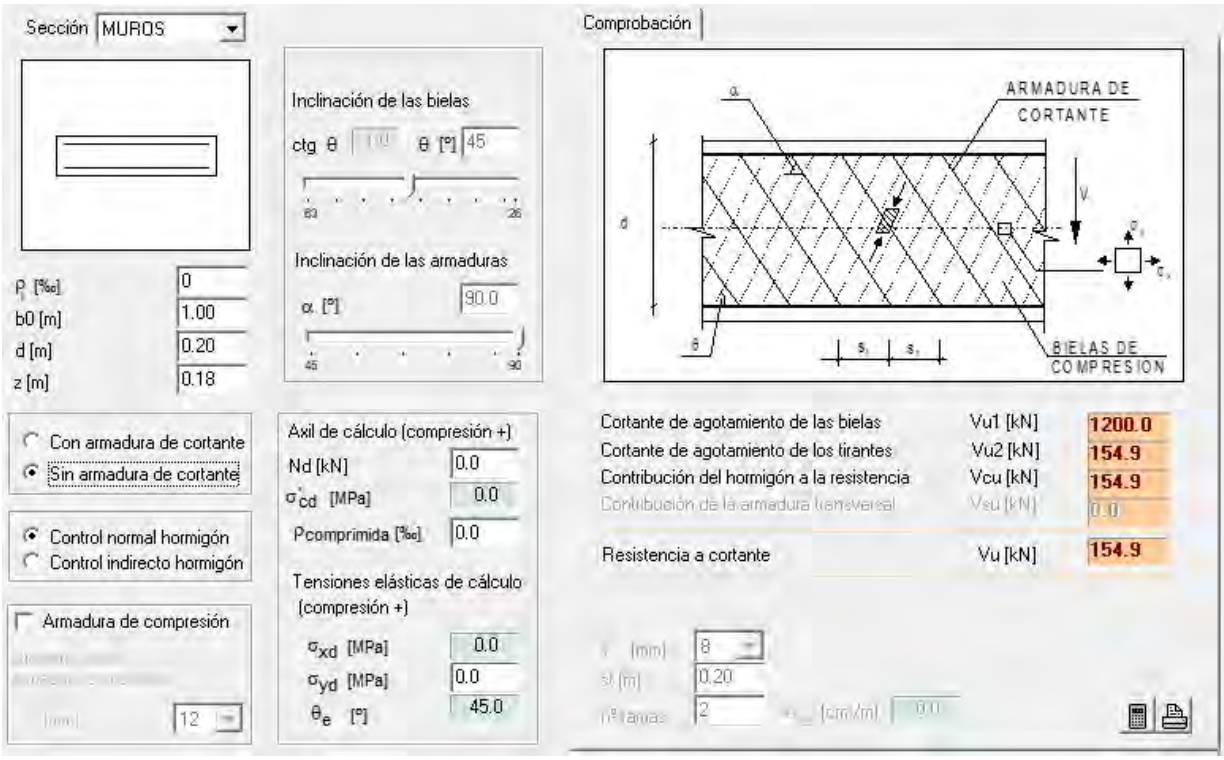
Flexión simple:





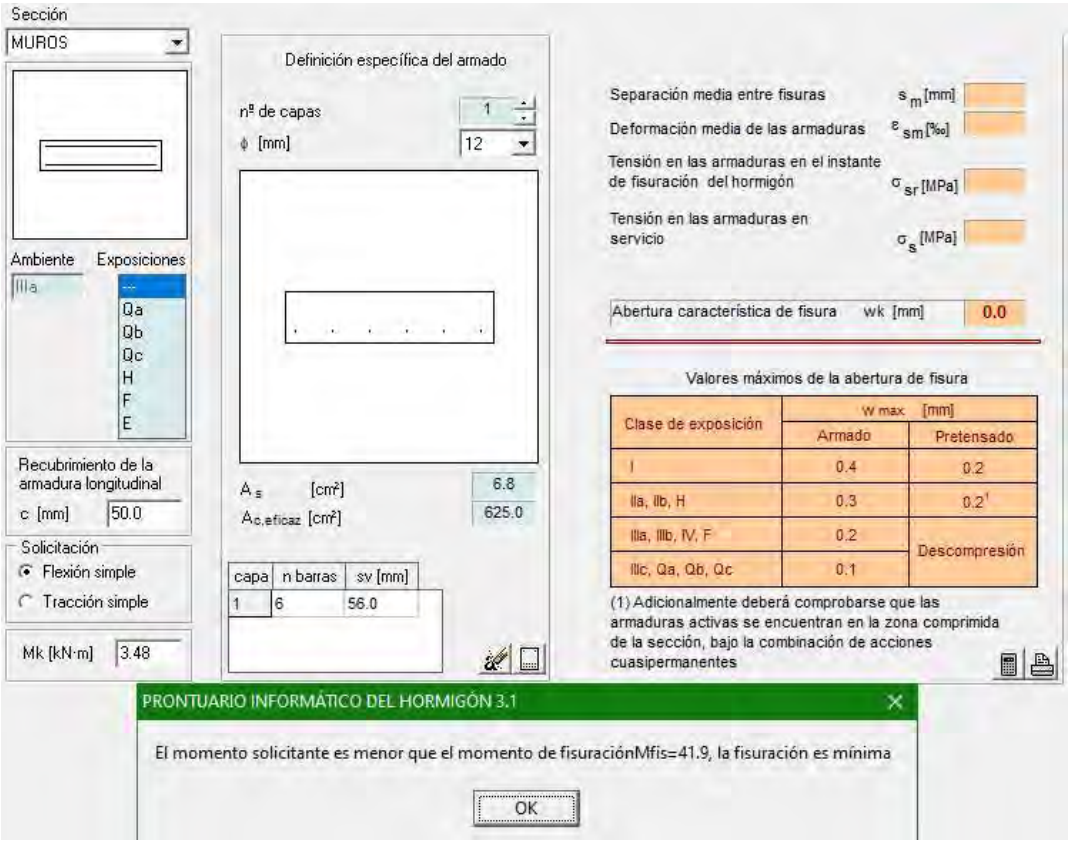
El armado necesario para resistir los esfuerzos de cálculo de flexión es cuantía mínima. El armado dispuesto #Ø12 a 15x15 cm es válido.

Comprobación a cortante:



La sección del muro sin armadura de cortante es suficiente para las solicitaciones a cortante.

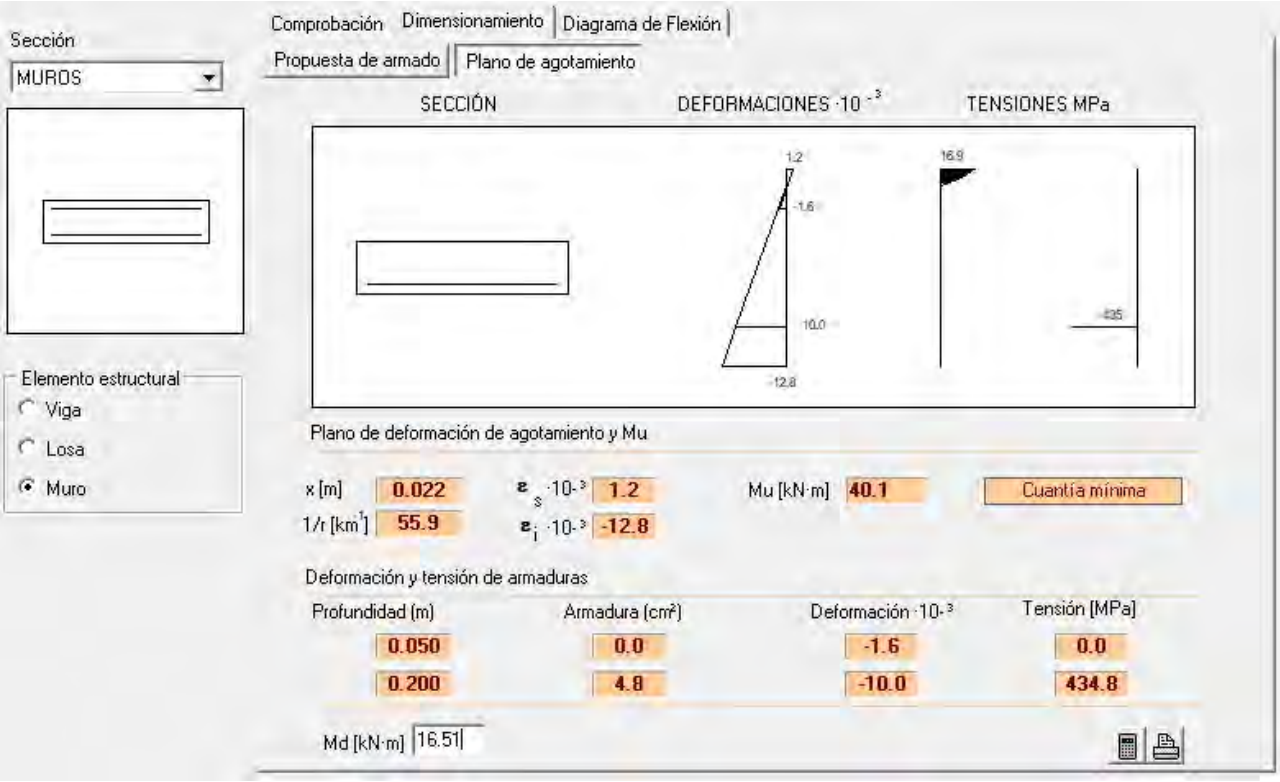
Comprobación a fisuración:

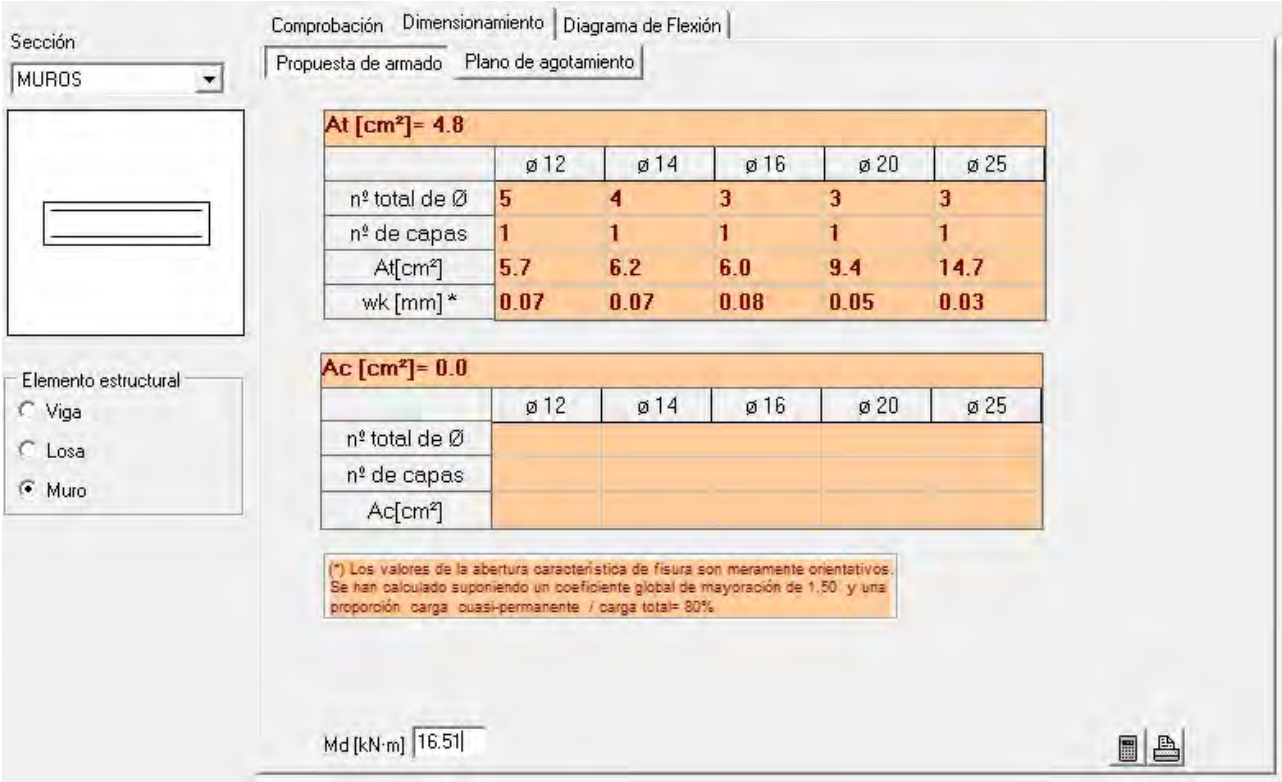


El armado dispuesto es suficiente.

Armado horizontal

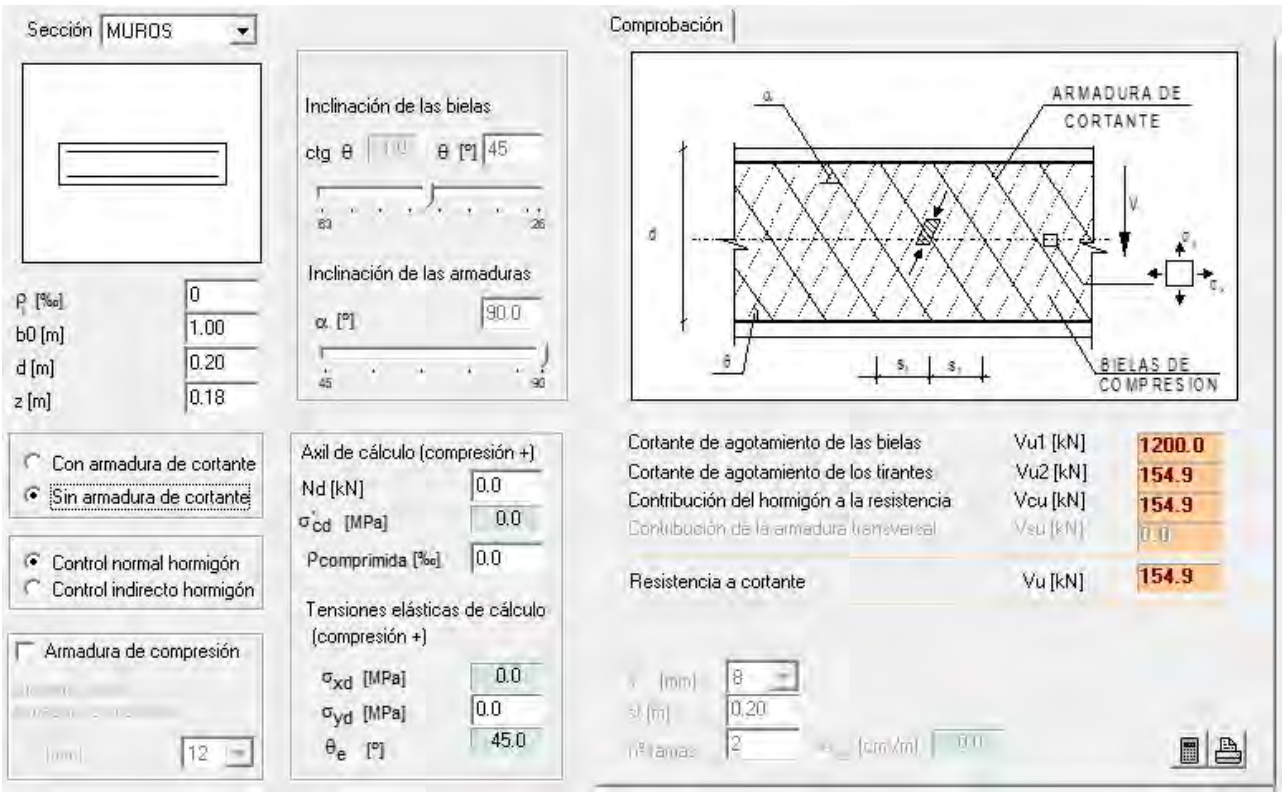
Flexión simple:





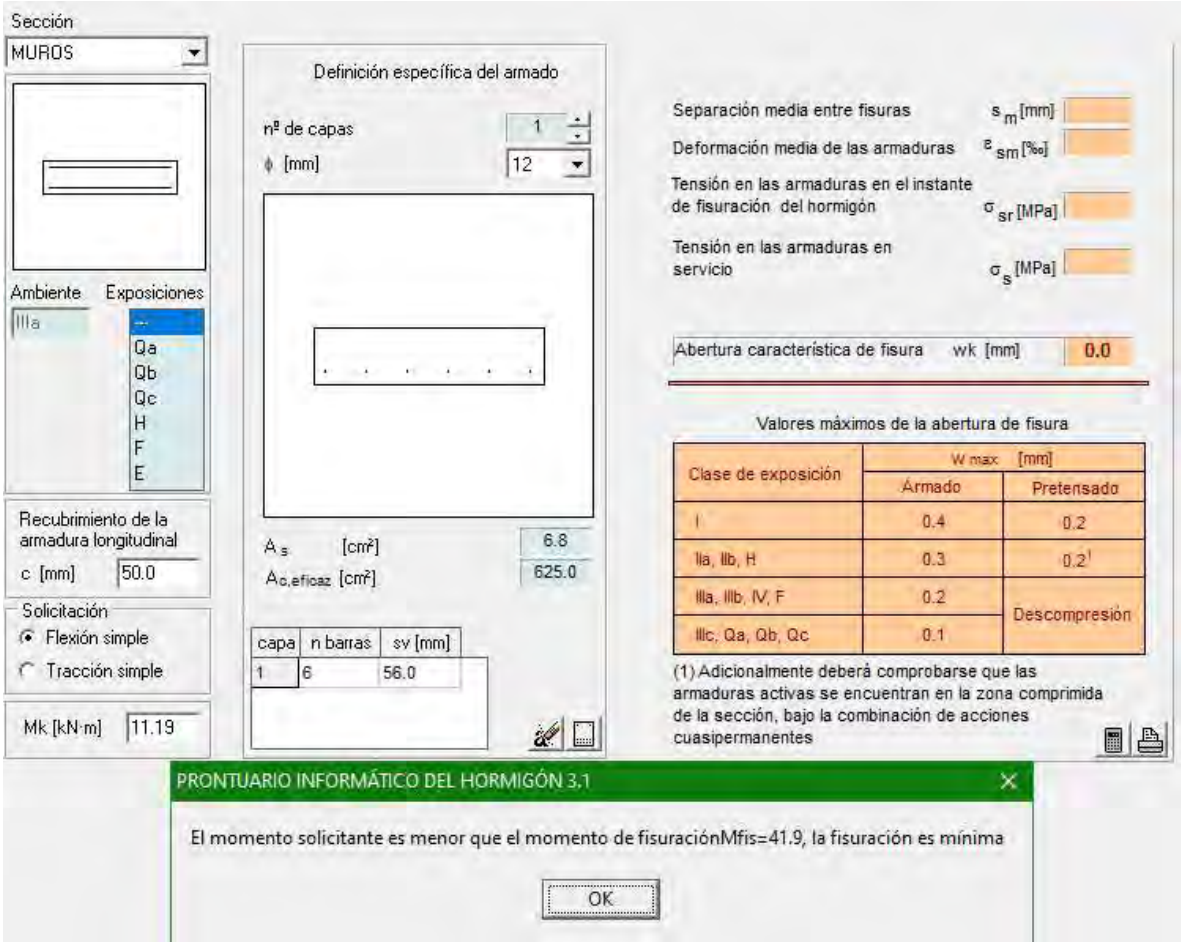
El armado necesario para resistir los esfuerzos de cálculo de flexión es cuantía mínima. El armado dispuesto #Ø12 a 15x15 cm es válido.

Comprobación a cortante:



La sección del muro sin armadura de cortante es suficiente para las solicitaciones a cortante.

Comprobación a fisuración:



El armado dispuesto es suficiente.

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO DE CÁLCULO 10

ARQUETA EXTERIOR A LA ESTACIÓN DE BOMBEO BARRANCO SECO

Índice:

1. INTRODUCCIÓN 2
2. CÁLCULO DE ESFUERZOS 5
3. DISEÑO DE ANCLAJE 5
4. EMPOTRAMIENTO EN LA PARED DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO 9
5. ANCLAJES B Y C (PLANO 03.01.01) PARA RIGIDIZACIÓN DE UNIÓN ENCHUFE 9

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tipología de anclaje

Entre la estación de bombeo y la conducción de fundición existe una conducción embridada dentro de una arqueta de hormigón armado de tres paredes, siendo la cuarta pared el muro de sótano de hormigón armado de la estación de bombeo.

Dicha conducción embridada que enlaza la estación de bombeo con la tubería de DN 700 de fundición de la impulsión es PN16 y también DN 700. La unión de ambos elementos se realiza por medio de una brida enchufe, tal como se muestra en la fotografía.

Figura 1 Conexión de la conducción con la tubería de fundición

Esto implica que el empuje que se genera en la punta no está coaccionado en B, por lo que el esfuerzo se traslada a través de las tuberías hasta los anclajes A, donde se transmite a la pared de la estación de bombeo. La pared de la estación es de hormigón armado HA-25 de 0,6 m. de espesor.

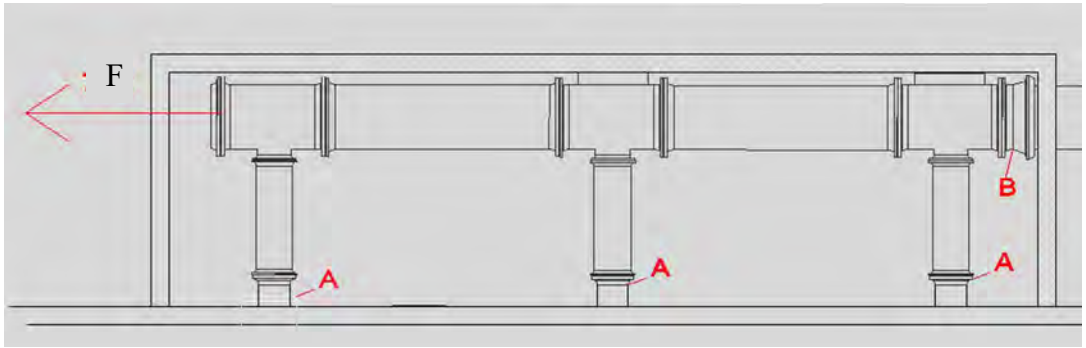
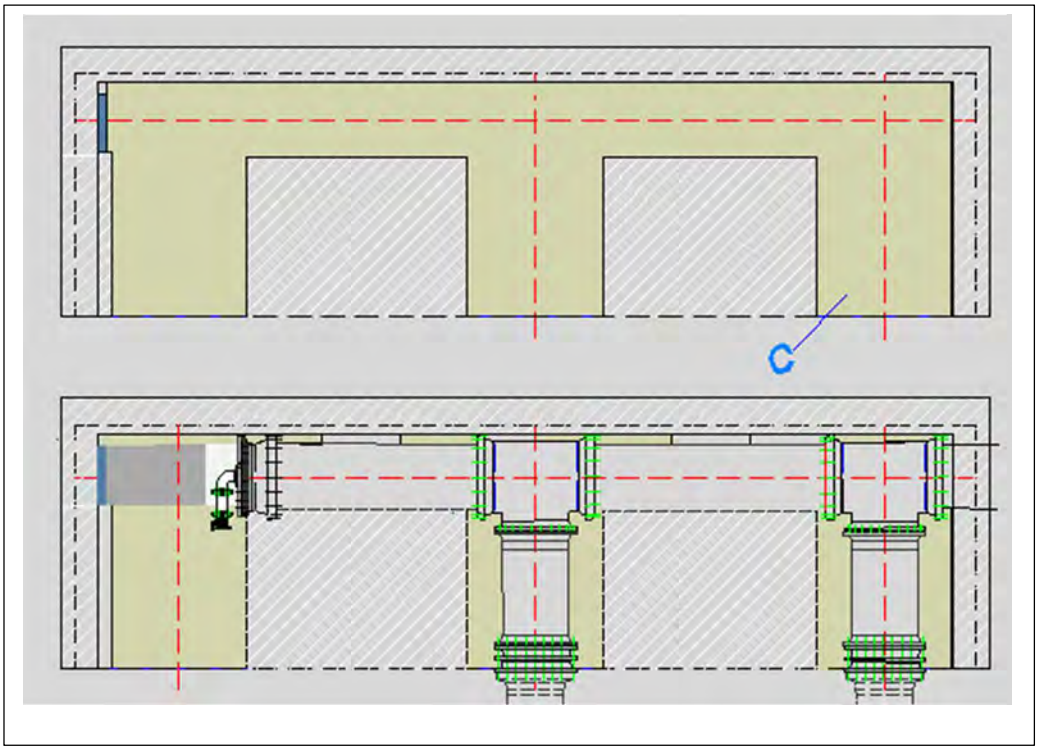


Figura2 Esquema de la conducción en la arqueta

Figura 3 Anclaje A en la pared de la estación de bombeo

Es necesario cambiar la conducción, porque está deteriorada y porque la nueva impulsión es PN 25.

La nueva conducción definida en el proyecto es diferente, pues consiste en una tubería de fundición con uniones enchufe. Por lo que los esfuerzos no se pueden transmitir a la pared de la estación de bombeo a través de las tuberías, así que se diseña una estructura de vigas planas (elemento C en figura) de hormigón armado bajo la conducción que realice este trabajo.



1.2. Normativa

La normativa aplicada para el dimensionamiento de la estructura es la siguiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural. (EHE 08).
- Los materiales considerados son los siguientes: Hormigón:
- Hormigón en estructura: HA-25/B/20/IV

2. CÁLCULO DE ESFUERZOS

Se consideran dos situaciones

Situación 1: Golpe de ariete
Presión máxima:
P=200 m.c.a.
Q= 0 m^3/h (0.511 m^3/s)
W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)

Luego los empujes serían:

$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$

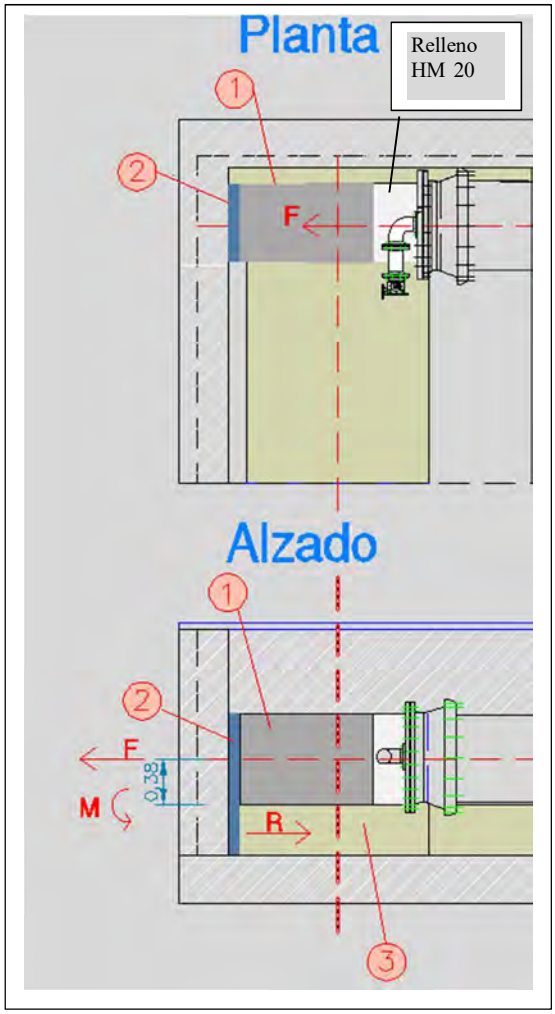
F=200 x9810x 0,389 = 763218 N
Como se trata de una situación accidental lo ponderamos con un coeficiente 1,1, lo que nos da 839539,8 N

Situación 2: Funcionamiento con dos bombas en el Caso 3.2 del anejo 12
Presión máxima:
P=166 m.c.a. Q= 1735 m^3/h (0,48 m^3/s)
W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)
Luego los empujes serían:
$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$
F1=166x9810 x 0,389 +1000 x 0,48 x 1,23=634061 N
Como se trata de una situación habitual lo ponderamos con un coeficiente 1,5, lo que nos da 951091,5 N

3. DISEÑO DE ANCLAJE

Se diseña un anclaje con 4 elementos con la finalidad de trasladar el empuje de la tubería a la pared de la estación de bombeo

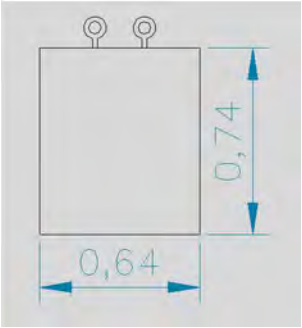
Elementos 1 y 2



El objetivo de los elementos 1 y 2 es recoger la carga de la tubería y transmitirla al elemento 3

El elemento 1 es un bloque de hormigón en masa prefabricado con unos pernos con arandela para que pueda ser movido con una grúa.

Tiene una sección de 740x640 =473.600 N



Trabaja a compresión

$$f_{cd} = \frac{f_c}{\Upsilon_c} = \frac{25}{1{,}5} = 16{,}65\ N/mm^2$$

La pieza soporta a compresión en situación 2: 951092/473600= 2 N/mm2; luego la pieza resiste.

Entre la brida enchufe y el anclaje 1 existe un relleno de hormigón en masa "in situ" HM 20 que se pueda comprobar

$$f_{cd} = \frac{f_c}{\Upsilon_c} = \frac{20}{1{,}5} = 13{,}33\ N/mm^2$$

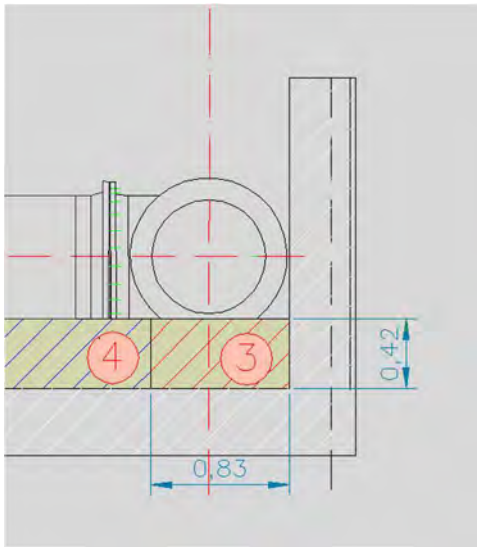
El elemento 2 son planchas de acero laminado S275JR que recogen la carga F y la transmiten al elemento 3, que funcionará como una viga a tracción. Para ello, el elemento 2 absorbe el momento M.

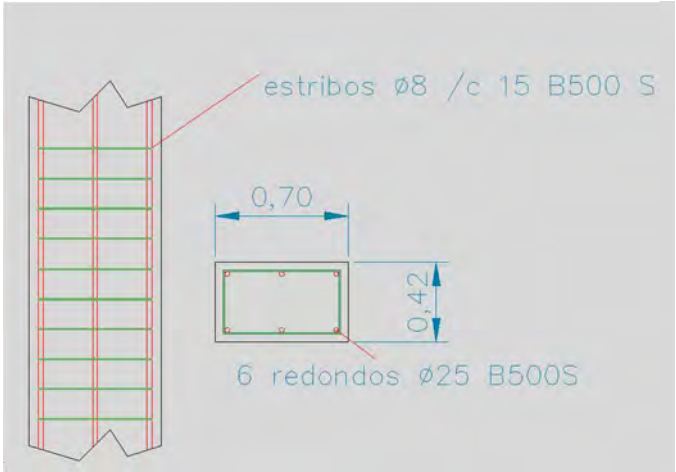
M= 951092 x 0.38 = 361415 N x m. El elemento 2 trabaja como una pieza sometida a flexión, su canto es 10 cm. y la dimensión L=0.8 m.

$\sigma ct = \frac{6M}{L \times b^2}$ = 216,85 N/mm2, que es inferior a 275 N/mm2, luego la pieza cumple.

Elemento 3

El elemento 2 transmite el esfuerzo F al elemento 3 por medio de unos pernos idénticos al armado del elemento 3, cuya sección es:





El elemento 3 funciona como una viga a tracción luego su armado sería:

El número de barras longitudinales de acero B500S, de 25 mm. de diámetro (4,91 cm2) de la riostra debe resistir este esfuerzo de tracción:

$N \cdot \pi \cdot \varnothing 2/4 \cdot 5100/1{,}1 > Fx^* = 95.109$ Kg $\Rightarrow$ $N > 4{,}17$

Con 4 barras sería suficiente según cálculo

Cuantía mecánica

Asmin> 0,04x42x83x(25/1,5)x(1,15/500)=5,34 cm2

Cuantía geométrica para vigas

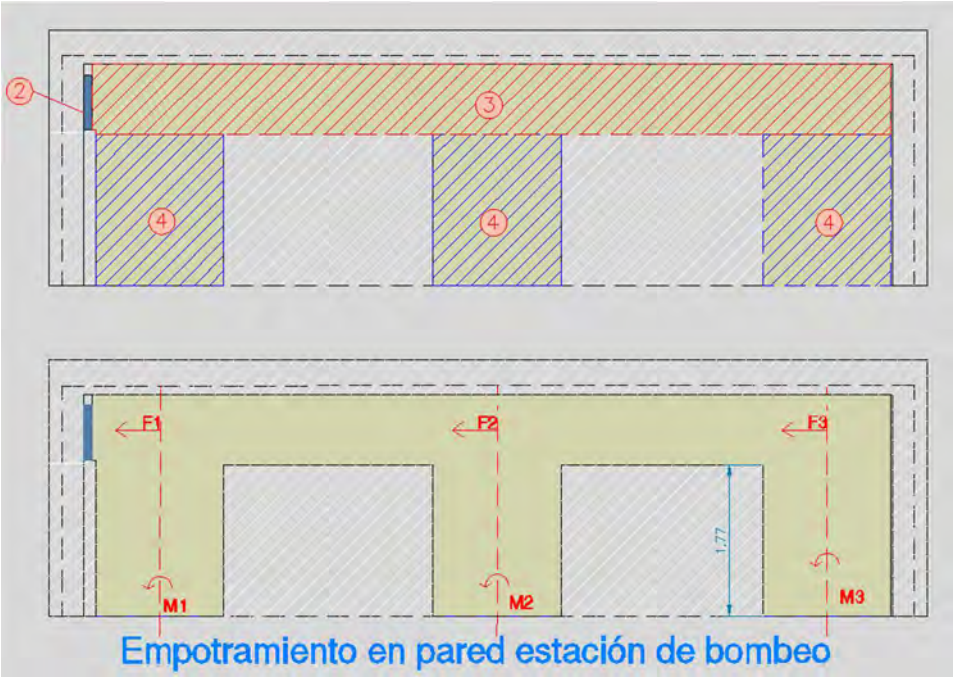
Asmín>0,0028x42x83=9,76 cm2 en armadura a tracción

Se colocan 6 redondos de 25 mm de diámetro.

Se coloca un armado mínimo a cortante.

Elemento 4

La carga F se reparte entre los elementos 4., que funcionan como un voladizo empotrado en la pared de la estación de bombeo



Se considera que:

F1=F2=F3=F/3

El elemento 4 se resuelve como un voladizo empotrado en la pared de la estación de bombeo.

El cálculo se realizó por medio de cype y se puede consultar en el anexo 1.

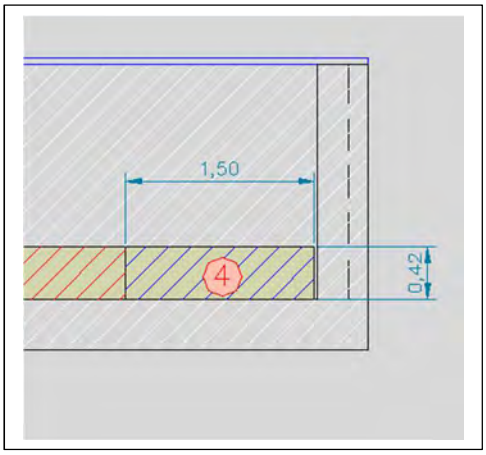


Figura4 sección del elemento 4

4. EMPOTRAMIENTO EN LA PARED DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

La pared de la estación de bombeo es de hormigón armado HA-25. Tiene un armado vertical por cada car de redondos de 20 mm de diámetro, separados 26 cm. y un armado horizontal de redondos de 16 mm. separados 20 cm.
Para comprobar que la pared es capaz de absorber el momento que transmite el elemento 4, se ha modelizado la sección de la pared en contacto con la sección del elemento 4 como una viga en voladizo empotrada de 0,6 de canto y 0,4 de nacho.
El cálculo se ha realizado por medio del programa cype, dando como resultado un armado de redondos de 10 mm de acero B500S, separados cada 20 cm.
El cálculo se puede consultar en el anexo 2.

5. ANCLAJES B Y C (PLANO 03.01.01) PARA RIGIDIZACIÓN DE UNIÓN ENCHUFE

Las uniones tipo enchufe tienen cierta movilidad, así que es necesario dotar la tubería de unos anclajes para rigidizar.
El anclaje C es un relleno entre las Té de brida enchufe y la pared opuesta a la pared de la estación de bombeo para evitar desplazamiento en el sentido opuesto al empuje de la salida de las Tés, si bien dicho empuje queda contrarrestado por el empuje del codo (Anexo 11)
Los anclajes B, tal como se ve en la sección C-C' del plano 03.03.01, hoja 2, es un muerto de hormigón que arriostra la tubería por el punto medio de la misma, bloqueando cualquier desplazamiento porque el anclaje queda encajado entre las paredes de la arqueta y las de la estación de bombeo. Debido a que la tubería

ocupa una posición excéntrica con respecto al centro de gravedad, cualquier desplazamiento del anclaje que pudiera estar inducido por la tubería es imposible ya que encuentra la oposición de las paredes de la arqueta y de la estación de bombeo. La pieza tiene un armado en mallazo de redondos de 16 mm separados 30 cm en todas sus caras.

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 10 ARQUETA EXTERIOR ESTACIÓN DE BOMBEO EN BARRANCO SECO

APÉNDICE 1

LISTADO DE ELEMENTO 4

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA..... 2
1.1. Normas consideradas..... 2
1.2. Estados límite..... 2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....2

2. ESTRUCTURA..... 4
2.1. Pórtico 1..... 4
2.1.1. Geometría.....4
2.1.2. Cargas.....4

3. RESULTADOS..... 5
3.1. Pórtico 1..... 5
3.1.1. Resultados por hipótesis.....5
3.1.2. Comprobaciones.....5
3.1.3. Resumen de las comprobaciones..... 33
3.1.4. Listado de armados.....34

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Hormigón: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{Q1}\Psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$$

- Donde:

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

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

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

E.L.S. Fisuración. Hormigón: EHE-08

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300

E.L.S. Flecha. Hormigón: EHE-08
E.L.S. Flecha. Acero laminado: CTE DB SE-A

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	0.700

Frecuente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.500	0.300

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

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

2. ESTRUCTURA

2.1. Pórtico 1

2.1.1. Geometría

2.1.1.1. Nudos

Nudos	
Nudo	Descripción
P1	Voladizo
P2	Pilar pasante

2.1.1.2. Vigas

Vigas			
Viga	Descripción	Luz libre (m)	Longitud libre de la viga (m)
P1/P2	40x150	1.82	1.82

2.1.2. Cargas

Nudos						
Nudo	Hipótesis	Axil (t)	Momento (t·m)	Dirección		
				X	Y	Z
P1	Q 1	25.00	0.00	0.0	-1.0	0.0
P2	-	-	-	-	-	-

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.

– Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: t/m.

P1/P2									
Hipótesis	Tipo	Valores		Posiciones		Dirección			
		P1	P2	L1	L2	Ejes	X	Y	Z
Peso propio	Uniforme	0.010	--	--	--	Globales	0.0	0.0	-1.0

3. RESULTADOS

3.1. Pórtico 1

3.1.1. Resultados por hipótesis

3.1.1.1. Vigas

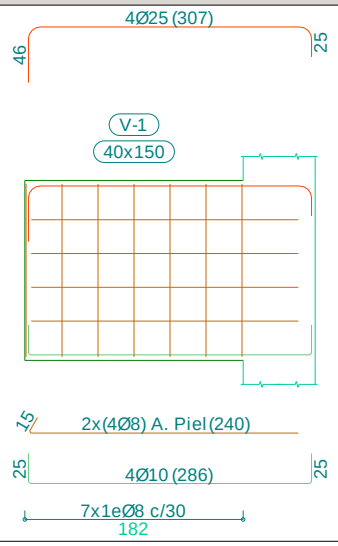
Viga P1/P2														
Hipótesis	Esf.	Posiciones												
		0.00	0.18	0.36	0.36	0.55	0.73	0.91	1.09	1.27	1.46	1.46	1.64	1.82
Peso propio	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vz	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q 1	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vz	-25.00	-25.00	-25.00	-25.00	-25.00	-25.00	-25.00	-25.00	-25.00	-25.00	-25.00	-25.00	-25.00
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00	-4.55	-9.05	-9.10	-13.65	-18.20	-22.75	-27.30	-31.85	-36.40	-36.45	-40.95	-45.50
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3.1.2. Comprobaciones

3.1.2.1. V-1: P1 - P2

3.1.2.1.1. Descripción

Datos de la viga



Geometría

Dimensiones	:	40x150
Luz libre	:	1.8 m
Recubrimiento geométrico superior	:	3.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	:	3.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	:	3.0 cm

Materiales

Hormigón	:	HA-25, Yc=1.5
Armadura longitudinal	:	B 500 S, Ys=1.15
Armadura transversal	:	B 500 S, Ys=1.15

3.1.2.1.2. Comprobaciones de resistencia

V-1: P1 - P2 (P1 - P2, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

Armadura longitudinal

La distancia libre d_l, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$d_l \geq s_{min}$ 69 mm ≥ 25 mm ✓

Donde:

s_{min}: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. s_{min} : 25 mm

$s_1 = 20$ mm s_1 : 20 mm

$s_2 = 1.25 \cdot d_a$ s_2 : 19 mm

$s_3 = \varnothing_{max}$ s_3 : 25 mm

Siendo:

d_a: Tamaño máximo del árido. d_a : 15 mm

$\varnothing_{max}$: Diámetro de la barra más gruesa. $\varnothing_{max}$: 25 mm

La armadura pasiva longitudinal resistente habrá de quedar distribuida convenientemente para evitar que queden zonas de hormigón sin armaduras, de forma que la distancia entre dos barras longitudinales consecutivas (s) cumpla las siguientes limitaciones (Artículo 42.3.1):

$s \leq 3 \cdot b_0 \not> 300$ mm 281 mm ≤ 300 mm ✓

Siendo:

b_0: Espesor bruto del elemento. b_0 : 400 mm

Estribos

La distancia libre d_l, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$d_l \geq s_{min}$ 292 mm ≥ 20 mm ✓

Donde:

s_{min}: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. s_{min} : 20 mm

$s_1 = 20$ mm s_1 : 20 mm

$s_2 = 1.25 \cdot d_a$ s_2 : 19 mm

$s_3 = \varnothing_{max}$ s_3 : 8 mm

Siendo:

d_a: Tamaño máximo del árido. d_a : 15 mm

$\varnothing_{max}$: Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal. $\varnothing_{max}$: 8 mm

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

Flexión negativa alrededor del eje x:

En secciones sometidas a flexión simple o compuesta, la cuantía geométrica de armadura principal de tracción ρ_l con barras de acero f_{yk}=5096.84 kp/cm² debe cumplir:

$\rho_l \geq \rho_{l,min}$ 0.00327 ≥ 0.00280 ✓

Donde:

$\rho_{l,min} = 0.0028$ $r_{l,min}$: 0.00280

Armadura longitudinal mínima para secciones en flexión simple o compuesta (Artículo 42.3.2)

Flexión negativa alrededor del eje x:

En secciones sometidas a flexión simple, la armadura principal de tracción debe cumplir la siguiente limitación:

$A_s \geq A_{s,min}$ 11.97 cm² ≥ 9.20 cm² ✓

Donde:

$A_{s,min} = 0.04 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$ $A_{s,min}$: 9.20 cm²

Siendo:

A_c: Área total de la sección de hormigón. A_c : 6000.00 cm²

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. f_{cd} : 169.89 kp/cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 4432.03 kp/cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \frac{V_{rd1,y}}{V_{u1,y}} \leq 1$$

h : 0.127 ✓

Donde:

$V_{rd1,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{rd1,y}$: 37.525 t

$V_{u1,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma. $V_{u1,y}$: 295.515 t

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '1.820 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.5·Q1".

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblícua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección Y:

$$V_{u1} = K \cdot f_{1cd} \cdot b_0 \cdot d \cdot \frac{\cot g\,\theta + \cot g\,\alpha}{1 + \cot g^2\,\theta}$$

V_{u1} : 295.515 t

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axil. K : 1.00

$$\sigma'_{cd} \leq 0 \rightarrow K = 1.00$$

s'_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras. s'_{cd} : -2.32 kp/cm²

$$\sigma'_{cd} = \frac{N_d - A'_s \cdot f_{yd}}{A_c}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo. N_d : 0.000 t

A_c: Área total de la sección de hormigón. A_c : 6000.00 cm²

A'_s: Área total de la armadura comprimida. A'_s : 3.14 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 4432.03 kp/cm²

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón f_{1cd} : 101.94 kp/cm²

$$f_{ck} \leq 60\ N/mm^2 \rightarrow f_{1cd} = 0.60 \cdot f_{cd}$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón. f_{ck} : 254.84 kp/cm²

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. f_{cd} : 169.89 kp/cm²

b_0: Anchura neta mínima del elemento. b_0 : 400.00 mm

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión. d : 1449.50 mm

a: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza. a : 90.0 grados

q: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza. q : 45.0 grados

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'P2', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{N_{ed}^2 + M_{ed,x}^2 + M_{ed,y}^2}{N_{Rd}^2 + M_{Rd,x}^2 + M_{Rd,y}^2}} \leq 1$$

h : 0.956 ✓

Comprobación de resistencia de la sección (h_1)

N_{ed},M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed}: Esfuerzo normal de cálculo.	N_{ed} :	0.000	t
M_{ed}: Momento de cálculo de primer orden.	$M_{ed,x}$:	-63.189	t·m
	$M_{ed,y}$:	0.000	t·m

N_{Rd},M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd}: Axil de agotamiento.	N_{Rd} :	0.000	t
M_{Rd}: Momentos de agotamiento.	$M_{Rd,x}$:	-66.115	t·m
	$M_{Rd,y}$:	0.000	t·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

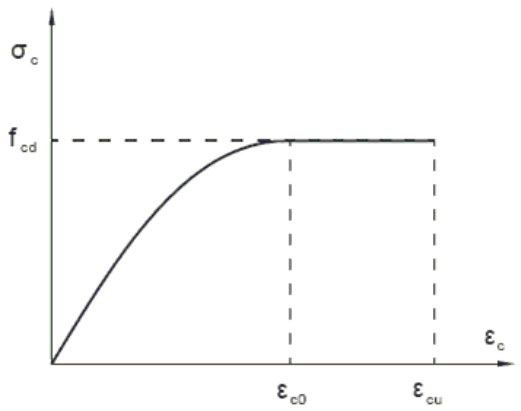
(a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.

(b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.

(c) Las deformaciones ε_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.

(d) Diagramas de cálculo.

(i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd} :	169.89	kp/cm²
e_{c0}: Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.	e_{c0} :	0.0020	

e_{cu}: Deformación de rotura del hormigón en flexión. e_{cu} : 0.0035

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

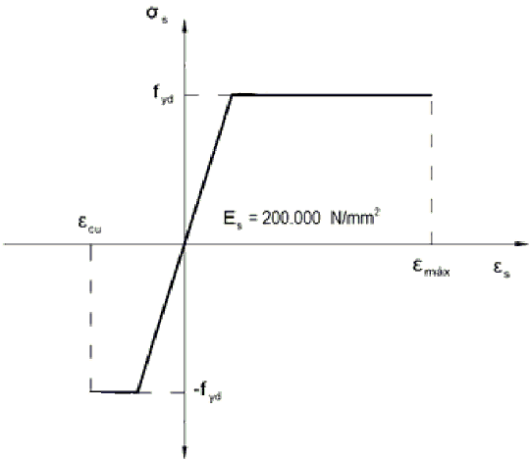
$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

a_{cc}: Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración. a_{cc} : 1.00

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón. f_{ck} : 254.84 kp/cm²

g_c: Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón. g_c : 1.5

(ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 4432.03 kp/cm²

e_{max}: Deformación máxima del acero en tracción. e_{max} : 0.0100

e_{cu}: Deformación de rotura del hormigón en flexión. e_{cu} : 0.0035

Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

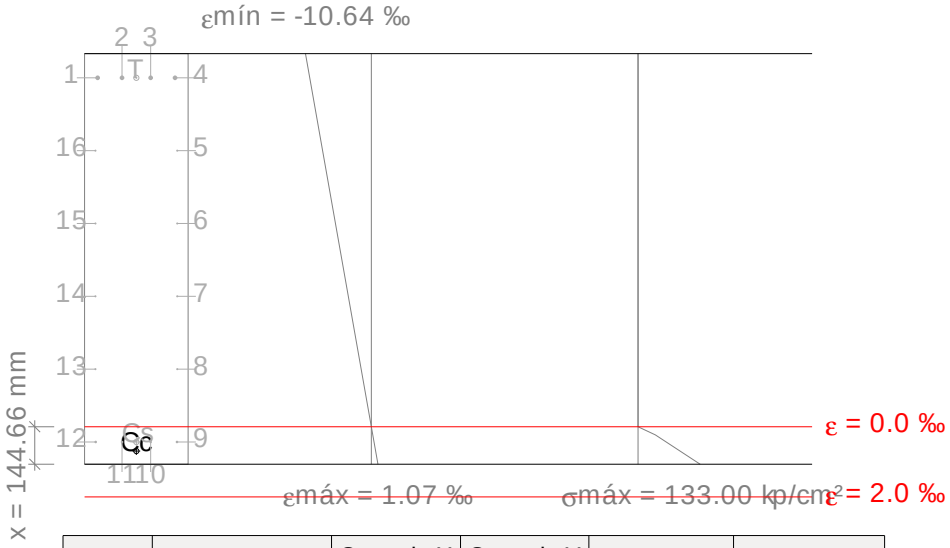
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

f_{yk}: Resistencia característica de proyecto f_{yk} : 5096.84 kp/cm²

g_s: Coeficiente parcial de seguridad. g_s : 1.15

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	s_s (kp/cm²)	e
1	Ø25	-149.50	699.50	-4432.04	-0.009950
2	Ø25	-55.33	699.50	-4432.04	-0.009950
3	Ø25	55.33	699.50	-4432.04	-0.009950
4	Ø25	149.50	699.50	-4432.04	-0.009950
5	Ø8	158.00	418.20	0.00	-0.007873
6	Ø8	158.00	136.90	0.00	-0.005796
7	Ø8	158.00	-144.40	0.00	-0.003720
8	Ø8	158.00	-425.70	0.00	-0.001643
9	Ø10	157.00	-707.00	+885.06	+0.000434
10	Ø10	55.33	-707.00	+885.06	+0.000434
11	Ø10	-55.33	-707.00	+885.06	+0.000434
12	Ø10	-157.00	-707.00	+885.06	+0.000434
13	Ø8	-158.00	-425.70	0.00	-0.001643
14	Ø8	-158.00	-144.40	0.00	-0.003720
15	Ø8	-158.00	136.90	0.00	-0.005796
16	Ø8	-158.00	418.20	0.00	-0.007873

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	43.151	0.00	-742.03
Cs	2.781	0.00	-707.00
T	45.932	0.00	699.50

$N_{Rd} = C_c + C_s - T$ — N_{Rd} : 0.000 t

$M_{Rd,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{Rd,x}$: -66.115 t·m

$M_{Rd,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{Rd,y}$: 0.000 t·m

Donde:

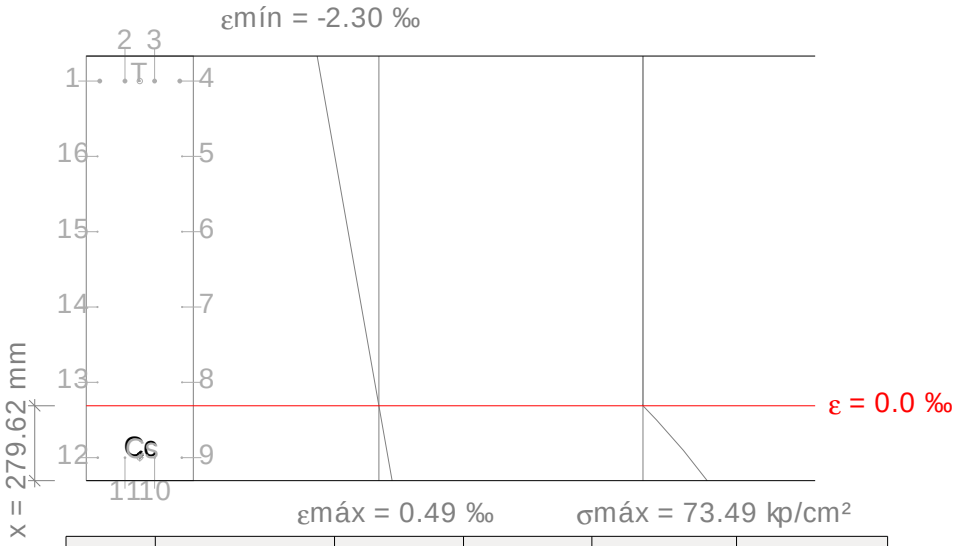
C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : 43.151 t

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : 2.781 t

T: Resultante de tracciones en el acero. — T : 45.932 t

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	-742.03	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	-707.00	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	699.50	mm
e_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	e_{cmax} :	0.0011	
e_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	e_{smax} :	0.0099	
s_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	s_{cmax} :	133.00	kp/cm²
s_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	s_{smax} :	4432.04	kp/cm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	s_s (kp/cm²)	e
1	Ø25	-149.50	699.50	-4362.90	-0.002140
2	Ø25	-55.33	699.50	-4362.90	-0.002140
3	Ø25	55.33	699.50	-4362.90	-0.002140
4	Ø25	149.50	699.50	-4362.90	-0.002140
5	Ø8	158.00	418.20	0.00	-0.001644
6	Ø8	158.00	136.90	0.00	-0.001147
7	Ø8	158.00	-144.40	0.00	-0.000651
8	Ø8	158.00	-425.70	0.00	-0.000154
9	Ø10	157.00	-707.00	+697.08	+0.000342
10	Ø10	55.33	-707.00	+697.08	+0.000342
11	Ø10	-55.33	-707.00	+697.08	+0.000342
12	Ø10	-157.00	-707.00	+697.08	+0.000342
13	Ø8	-158.00	-425.70	0.00	-0.000154
14	Ø8	-158.00	-144.40	0.00	-0.000651
15	Ø8	-158.00	136.90	0.00	-0.001147
16	Ø8	-158.00	418.20	0.00	-0.001644

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	43.026	0.00	-697.56
Cs	2.190	0.00	-707.00

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
T	45.215	0.00	699.50

$N_{ed} = C_c + C_s - T$ — N_{ed} : 0.000 t

$M_{ed,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{ed,x}$: -63.189 t·m

$M_{ed,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{ed,y}$: 0.000 t·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : 43.026 t

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : 2.190 t

T: Resultante de tracciones en el acero. — T : 45.215 t

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: 0.00 mm; $e_{cc,y}$: -697.56 mm

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: 0.00 mm; $e_{cs,y}$: -707.00 mm

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: 0.00 mm; $e_{T,y}$: 699.50 mm

e_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — e_{cmax} : 0.0005

e_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — e_{smax} : 0.0021

s_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — s_{cmax} : 73.49 kp/cm²

s_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — s_{smax} : 4362.90 kp/cm²

V-1: P1 - P2 (P1 - P2, Positivos)

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

Armadura longitudinal

La distancia libre d_l, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$d_l \geq s_{min}$ 69 mm ≥ 25 mm ✓

Donde:

s_{min}: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. s_{min} : 25 mm

$s_1 = 20$ mm s_1 : 20 mm

$s_2 = 1.25 \cdot d_a$ s_2 : 19 mm

$s_3 = \varnothing_{max}$ s_3 : 25 mm

Siendo:

d_a: Tamaño máximo del árido. d_a : 15 mm

$\varnothing_{max}$: Diámetro de la barra más gruesa. $\varnothing_{max}$: 25 mm

La armadura pasiva longitudinal resistente habrá de quedar distribuida convenientemente para evitar que queden zonas de hormigón sin armaduras, de forma que la distancia entre dos barras longitudinales consecutivas (s) cumpla las siguientes limitaciones (Artículo 42.3.1):

$\mathbf{s} \leq 3 \cdot b_0 \not> 300$ mm 281 mm ≤ 300 mm ✓

Siendo:

b_0: Espesor bruto del elemento. b_0 : 400 mm

Estribos

La distancia libre d_l, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$d_l \geq s_{min}$ 292 mm ≥ 20 mm ✓

Donde:

s_{min}: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. s_{min} : 20 mm

$s_1 = 20$ mm s_1 : 20 mm

$s_2 = 1.25 \cdot d_a$ s_2 : 19 mm

$s_3 = \varnothing_{max}$ s_3 : 8 mm

Siendo:

d_a: Tamaño máximo del árido. d_a : 15 mm

$\varnothing_{max}$: Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal. $\varnothing_{max}$: 8 mm

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

Flexión negativa alrededor del eje x:

En secciones sometidas a flexión simple o compuesta, la cuantía geométrica de armadura principal de tracción ρ_l con barras de acero f_{yk}=5096.84 kp/cm² debe cumplir:

$\rho_l \geq \rho_{l,min}$ 0.00327 ≥ 0.00280 ✓

Donde:

$\rho_{l,min} = 0.0028$ $r_{l,min}$: 0.00280

Armadura longitudinal mínima para secciones en flexión simple o compuesta (Artículo 42.3.2)

Flexión negativa alrededor del eje x:

En secciones sometidas a flexión simple, la armadura principal de tracción debe cumplir la siguiente limitación:

$A_s \geq A_{s,min}$ 11.97 cm² ≥ 9.20 cm² ✓

Donde:

$A_{s,min} = 0.04 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$ $A_{s,min}$: 9.20 cm²

Siendo:

A_c: Área total de la sección de hormigón. A_c : 6000.00 cm²

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. f_{cd} : 169.89 kp/cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 4432.03 kp/cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \frac{V_{rd1,y}}{V_{u1,y}} \leq 1$$

h : 0.127 ✓

Donde:

$V_{rd1,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{rd1,y}$: 37.525 t

$V_{u1,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma. $V_{u1,y}$: 295.515 t

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '1.820 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.5·Q1".

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblícua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección Y:

$$V_{u1} = K \cdot f_{1cd} \cdot b_0 \cdot d \cdot \frac{\cot g\,\theta + \cot g\,\alpha}{1 + \cot g^2\,\theta}$$

V_{u1} : 295.515 t

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axil. K : 1.00

$$\sigma'_{cd} \leq 0 \rightarrow K = 1.00$$

s'_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras. s'_{cd} : -2.32 kp/cm²

$$\sigma'_{cd} = \frac{N_d - A'_s \cdot f_{yd}}{A_c}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo. N_d : 0.000 t

A_c: Área total de la sección de hormigón. A_c : 6000.00 cm²

A'_s: Área total de la armadura comprimida. A'_s : 3.14 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 4432.03 kp/cm²

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón f_{1cd} : 101.94 kp/cm²

$$f_{ck} \leq 60\ N/mm^2 \rightarrow f_{1cd} = 0.60 \cdot f_{cd}$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón. f_{ck} : 254.84 kp/cm²

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. f_{cd} : 169.89 kp/cm²

b_0: Anchura neta mínima del elemento. b_0 : 400.00 mm

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión. d : 1449.50 mm

a: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza. a : 90.0 grados

q: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza. q : 45.0 grados

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'P2', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{N_{ed}^2 + M_{ed,x}^2 + M_{ed,y}^2}{N_{Rd}^2 + M_{Rd,x}^2 + M_{Rd,y}^2}} \leq 1$$

h : 0.956 ✓

Comprobación de resistencia de la sección (h_1)

N_{ed},M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed}: Esfuerzo normal de cálculo.	N_{ed} :	0.000	t
M_{ed}: Momento de cálculo de primer orden.	$M_{ed,x}$:	-63.189	t·m
	$M_{ed,y}$:	0.000	t·m

N_{Rd},M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd}: Axil de agotamiento.	N_{Rd} :	0.000	t
M_{Rd}: Momentos de agotamiento.	$M_{Rd,x}$:	-66.115	t·m
	$M_{Rd,y}$:	0.000	t·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

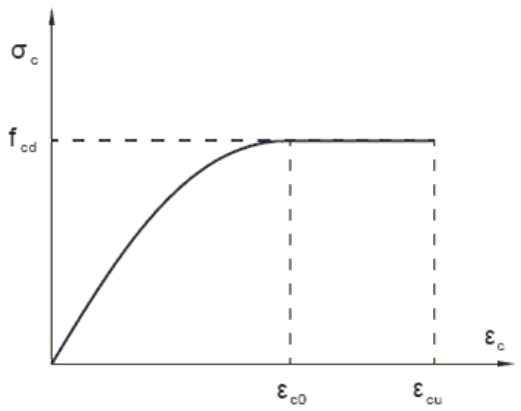
(a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.

(b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.

(c) Las deformaciones ε_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.

(d) Diagramas de cálculo.

(i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd} :	169.89	kp/cm²
e_{c0}: Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.	e_{c0} :	0.0020	

e_{cu}: Deformación de rotura del hormigón en flexión. e_{cu} : 0.0035

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

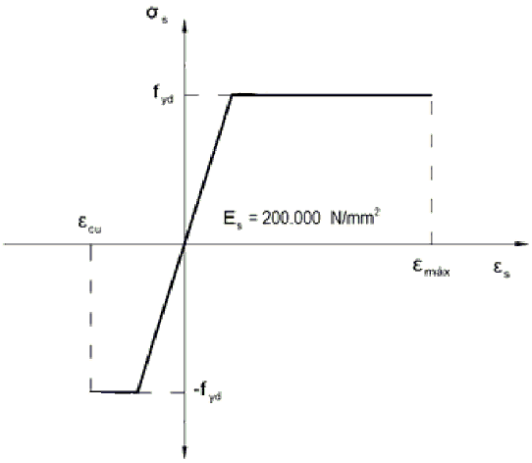
$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

a_{cc}: Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración. a_{cc} : 1.00

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón. f_{ck} : 254.84 kp/cm²

g_c: Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón. g_c : 1.5

(ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 4432.03 kp/cm²

e_{max}: Deformación máxima del acero en tracción. e_{max} : 0.0100

e_{cu}: Deformación de rotura del hormigón en flexión. e_{cu} : 0.0035

Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

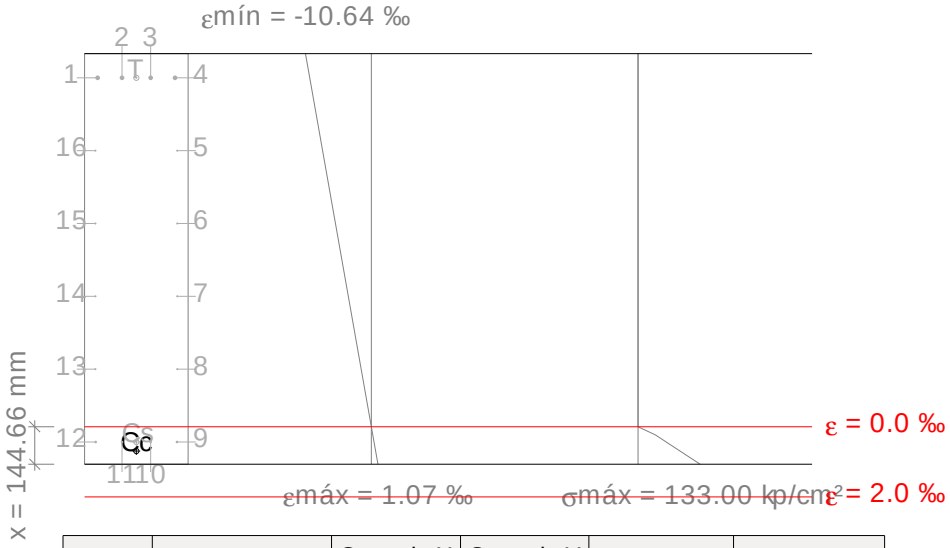
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

f_{yk}: Resistencia característica de proyecto f_{yk} : 5096.84 kp/cm²

g_s: Coeficiente parcial de seguridad. g_s : 1.15

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	s_s (kp/cm²)	e
1	Ø25	-149.50	699.50	-4432.04	-0.009950
2	Ø25	-55.33	699.50	-4432.04	-0.009950
3	Ø25	55.33	699.50	-4432.04	-0.009950
4	Ø25	149.50	699.50	-4432.04	-0.009950
5	Ø8	158.00	418.20	0.00	-0.007873
6	Ø8	158.00	136.90	0.00	-0.005796
7	Ø8	158.00	-144.40	0.00	-0.003720
8	Ø8	158.00	-425.70	0.00	-0.001643
9	Ø10	157.00	-707.00	+885.06	+0.000434
10	Ø10	55.33	-707.00	+885.06	+0.000434
11	Ø10	-55.33	-707.00	+885.06	+0.000434
12	Ø10	-157.00	-707.00	+885.06	+0.000434
13	Ø8	-158.00	-425.70	0.00	-0.001643
14	Ø8	-158.00	-144.40	0.00	-0.003720
15	Ø8	-158.00	136.90	0.00	-0.005796
16	Ø8	-158.00	418.20	0.00	-0.007873

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	43.151	0.00	-742.03
Cs	2.781	0.00	-707.00
T	45.932	0.00	699.50

$$N_{Rd} = C_c + C_s - T$$

N_{Rd} : 0.000 t

$$M_{Rd,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$$

$M_{Rd,x}$: -66.115 t·m

$$M_{Rd,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$$

$M_{Rd,y}$: 0.000 t·m

Donde:

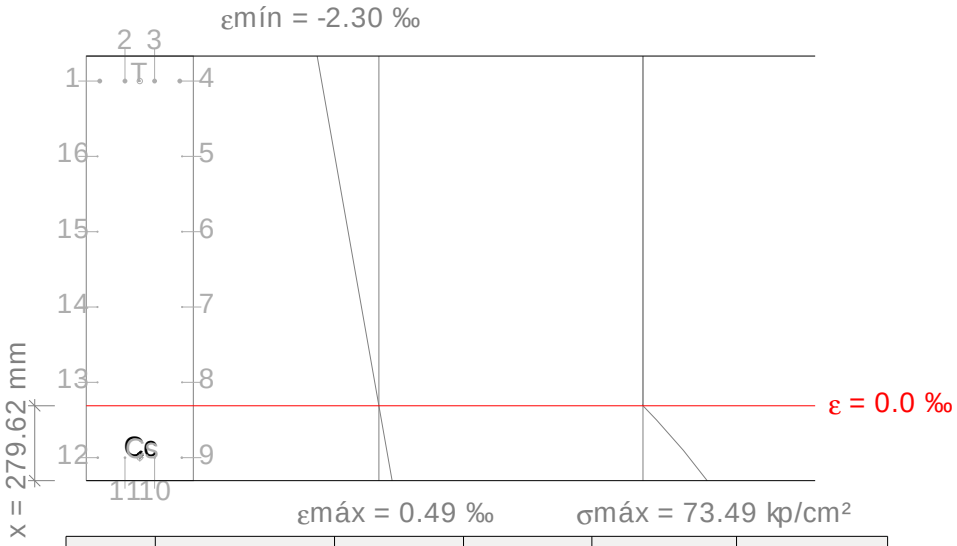
C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. C_c : 43.151 t

C_s: Resultante de compresiones en el acero. C_s : 2.781 t

T: Resultante de tracciones en el acero. T : 45.932 t

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	-742.03	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	-707.00	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	699.50	mm
e_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	e_{cmax} :	0.0011	
e_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	e_{smax} :	0.0099	
s_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	s_{cmax} :	133.00	kp/cm²
s_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	s_{smax} :	4432.04	kp/cm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	s_s (kp/cm²)	e
1	Ø25	-149.50	699.50	-4362.90	-0.002140
2	Ø25	-55.33	699.50	-4362.90	-0.002140
3	Ø25	55.33	699.50	-4362.90	-0.002140
4	Ø25	149.50	699.50	-4362.90	-0.002140
5	Ø8	158.00	418.20	0.00	-0.001644
6	Ø8	158.00	136.90	0.00	-0.001147
7	Ø8	158.00	-144.40	0.00	-0.000651
8	Ø8	158.00	-425.70	0.00	-0.000154
9	Ø10	157.00	-707.00	+697.08	+0.000342
10	Ø10	55.33	-707.00	+697.08	+0.000342
11	Ø10	-55.33	-707.00	+697.08	+0.000342
12	Ø10	-157.00	-707.00	+697.08	+0.000342
13	Ø8	-158.00	-425.70	0.00	-0.000154
14	Ø8	-158.00	-144.40	0.00	-0.000651
15	Ø8	-158.00	136.90	0.00	-0.001147
16	Ø8	-158.00	418.20	0.00	-0.001644

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	43.026	0.00	-697.56
Cs	2.190	0.00	-707.00

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
T	45.215	0.00	699.50

$N_{ed} = C_c + C_s - T$ — N_{ed} : 0.000 t

$M_{ed,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{ed,x}$: -63.189 t·m

$M_{ed,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{ed,y}$: 0.000 t·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c :	43.026	t
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s :	2.190	t
T: Resultante de tracciones en el acero.	T :	45.215	t
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	-697.56	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	-707.00	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	699.50	mm
e_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	e_{cmax} :	0.0005	
e_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	e_{smax} :	0.0021	
s_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	s_{cmax} :	73.49	kp/cm²
s_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	s_{smax} :	4362.90	kp/cm²

3.1.2.1.3. Comprobación de fisuración

V-1: P1 - P2

Fisuración por compresión (EHE-08, Artículo 49.2.1)

Se debe satisfacer:

$\sigma_c \leq 0.60 \cdot f_{ck,j}$ 19.75 kp/cm² ≤ 180.75 kp/cm² ✓

La tensión de compresión máxima se produce en el nudo P2, para la combinación de acciones PP+0.3·Q1.

Donde:

s_c: Tensión de compresión del hormigón. s_c : 19.75 kp/cm²

$f_{ck,j}$: Resistencia característica del hormigón a la edad de 'j' días. Se adopta j = 120. $f_{ck,j}$: 301.25 kp/cm²

$$f_{ck,j} = \beta_{cc} \cdot f_{ck,28} + 8\ MPa \cdot (\beta_{cc} - 1)$$

Donde:

$f_{ck,28}$: Resistencia característica del hormigón a la edad de 28 días. $f_{ck,28}$: 254.84 kp/cm²

b_{cc}: Coeficiente que depende de la edad del hormigón. b_{cc} : 1.14

$$\beta_{cc} = e^{\left[s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28}{j}}\right)\right]}$$

Donde:

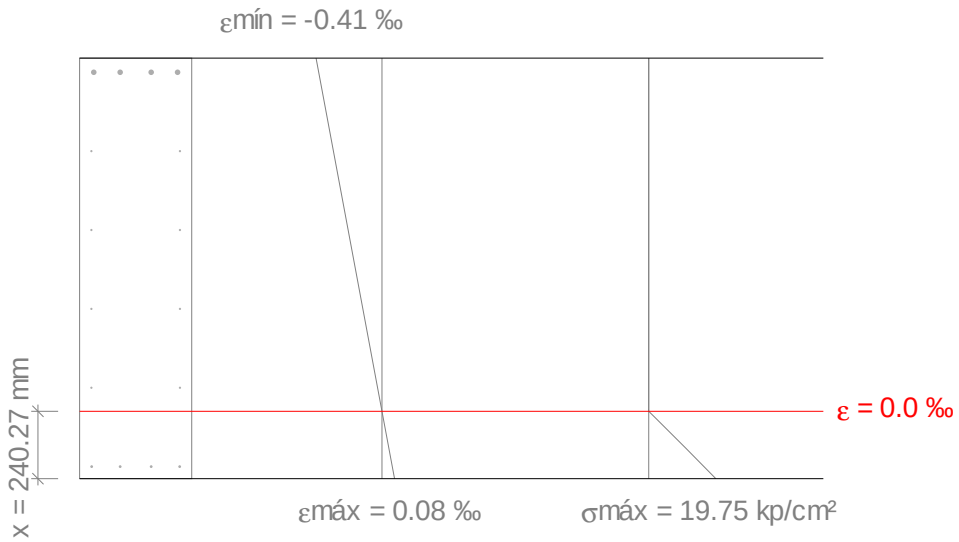
s: Coeficiente que depende del tipo de cemento. Se adopta el valor correspondiente a cementos normales. s : 0.25

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de la combinación:

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.000 t

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.000 t·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: -13.667 t·m



Fisuración por tracción: Cara superior (EHE-08, Artículo 49.2.3)

No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Fisuración por tracción: Cara lateral derecha (EHE-08, Artículo 49.2.3)

No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Fisuración por tracción: Cara inferior (EHE-08, Artículo 49.2.3)

No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda (EHE-08, Artículo 49.2.3)

No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Área mínima de armadura (Criterio de CYPE)

No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Fisuración por cortante (EHE-08, Artículo 49.3)

Al cumplirse las indicaciones del Artículo 44º Estado Límite Último frente a Cortante, el control de la fisuración en servicio está asegurado sin comprobaciones adicionales.

3.1.2.1.4. Comprobaciones de flecha

Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$ = L/350	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$ = Mín.(L/300, L/500+10.00)	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$ = L/400	Estado
$f_{i,Q}$: 0.29 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.40 mm	$f_{T,max}$: 0.14 mm $f_{T,lim}$: 12.13 mm	$f_{A,max}$: 0.34 mm $f_{A,lim}$: 9.10 mm	CUMPLE

Flecha total instantánea para el conjunto de las cargas de tipo "Sobrecarga" para la combinación "Característica" de acciones

La flecha máxima se produce en la sección "0.00 m" para la combinación de acciones: Peso propio+Q 1

$f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ 0.29 mm ≤ 10.40 mm ✓

$f_{i,Q,lim}$: límite establecido para la flecha instantánea producida por las sobrecargas de uso $f_{i,Q,lim}$: 10.40 mm

$f_{i,Q,lim}$ = L/350

L: longitud de referencia L : 3.64 m

$f_{i,Q}$: flecha instantánea producida por las sobrecargas de uso aplicadas $f_{i,Q}$: 0.29 mm

Escalón de carga	t_i	$q(t_i)$	Combinación de acciones	E_c (kp/cm²)	I_e (cm4)	f_i (mm)	Δf_i (mm)	$f_{i,Q,max}$ (mm)
1	28 días	Peso propio	Peso propio	277920.49	11250000.00	0.00	0.00	0.00
2	12 meses	Q 1	Peso propio+Q 1	293365.29	8797689.43	0.29	0.29	0.29

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$q(t_i)$: carga aplicada en el instante inicial 't_i'

f_i: flecha instantánea total debida al conjunto de cargas que actúan en el instante t_i

Df_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.

$f_{i,Q,max}$: valor máximo de la flecha instantánea debida a las sobrecargas de uso producida hasta el instante t_i

E_c: módulo de deformación del hormigón

$$E_c(t_i) = \left(\exp\left[0,25 \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t_i} \right)^{1/2} \right] \right] \right)^{0,3} \cdot E_c$$

E_c: módulo de deformación secante a los 28 días

I_e: momento de inercia equivalente de la viga para cada escalón de carga

Se obtiene como la mínima inercia de las calculadas para todas las posibles combinaciones características de las cargas aplicadas en dicho escalón. Se toma siempre el valor más desfavorable calculado hasta ese instante.

Escalón	t_i	$Q(t_i)$	$I_{e,v,i}$ (cm4)	$I_{e,i}$ (cm4)
1	28 días	Peso propio	11250000.00	11250000.00
2	12 meses	Peso propio,Q 1	8797689.43	8797689.43

Siendo:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$Q(t_i)$: cargas que actúan a partir del instante t_i

$I_{e,i}$: inercia equivalente de la viga considerada para el escalón de carga "i". Es el valor pésimo de todos los calculados hasta dicho instante.

$$I_{e,i} = \underset{j=1}{\overset{j=i}{\mathrm{MIN}}}\left(I_{e,v_i}\right)$$

$I_{e,v,i}$: inercia equivalente de la viga calculada para el escalón de carga "i"

Se muestra, a continuación, el desarrollo del valor pésimo de $I_{e,v}$, que se produce para el escalón de carga "2"

$I_{e,v}$: momento de inercia equivalente de la viga para la combinación "Peso propio+Q 1" $I_{e,v}$: *8797689.43* cm4

Se calcula asimilando la viga a uno de los casos tipo definidos por la norma en función de la ley de momentos resultante. Cuando no es posible la equiparación con un único caso tipo, se interpola linealmente entre los mismos, de forma que la inercia equivalente se puede expresar como combinación de las inercias definidas para dichos casos:

$$I_{e,v} = \alpha_A \cdot I_{e,caso\ A} + \alpha_B \cdot I_{e,caso\ B} + \alpha_{C1} \cdot I_{e,caso\ C1} + \alpha_{C2} \cdot I_{e,caso\ C2} + \alpha_{D1} \cdot I_{e,caso\ D1} + \alpha_{D2} \cdot I_{e,caso\ D2}$$

Donde:

caso A	caso B	caso C1, C2	caso D1, D2
Elementos simplemente apoyados	Vanos internos de elementos continuos	Vanos externos con continuidad sólo en uno de los apoyos	Elementos en voladizo
$I_e = I_{ec}$	$I_e = 0.50I_{ec} + 0.25(I_{ee1} + I_{ee2})$	$I_e = 0.75I_{ec} + 0.25I_{ee}$	$I_e = I_{ee}$

a_i: coeficiente de combinación para el caso 'i'

α_A	α_B	α_{C1}	α_{C2}	α_{D1}	α_{D2}
0	0	0	0	0	1

I_{ec}: momento de inercia equivalente de la sección de centro de vano I_{ec} : *11250000.00* cm4

I_{ee1}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (1) I_{ee1} : *11250000.00* cm4

I_{ee2}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (2) I_{ee2} : *8797689.43* cm4

Se calcula mediante la fórmula de Branson:

$$I_{ei} = \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3 I_b + \left[1 - \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3\right] I_f \leq I_b$$

Sección	I_b (cm4)	I_f (cm4)	M_f (t·m)	M_a (t·m)	I_{ei} (cm4)
Extremo (1)	11250000.00	416241.75	40.25	0.00	11250000.00
Centro de vano	11250000.00	2171368.32	-42.70	-22.75	11250000.00
Extremo (2)	11250000.00	1439883.07	-41.35	-45.52	8797689.43

Siendo:

I_b: momento de inercia de la sección bruta

I_f: momento de inercia de la sección fisurada

M_f: momento de fisuración de la sección

M_a: momento flector aplicado en la sección

Flecha total a plazo infinito para la combinación "Cuasipermanente" de acciones

La flecha máxima se produce en la sección "0.00 m" para la combinación de acciones: Peso propio+0.3Q 1

$f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ 0.14 mm ≤ 12.13 mm ✓

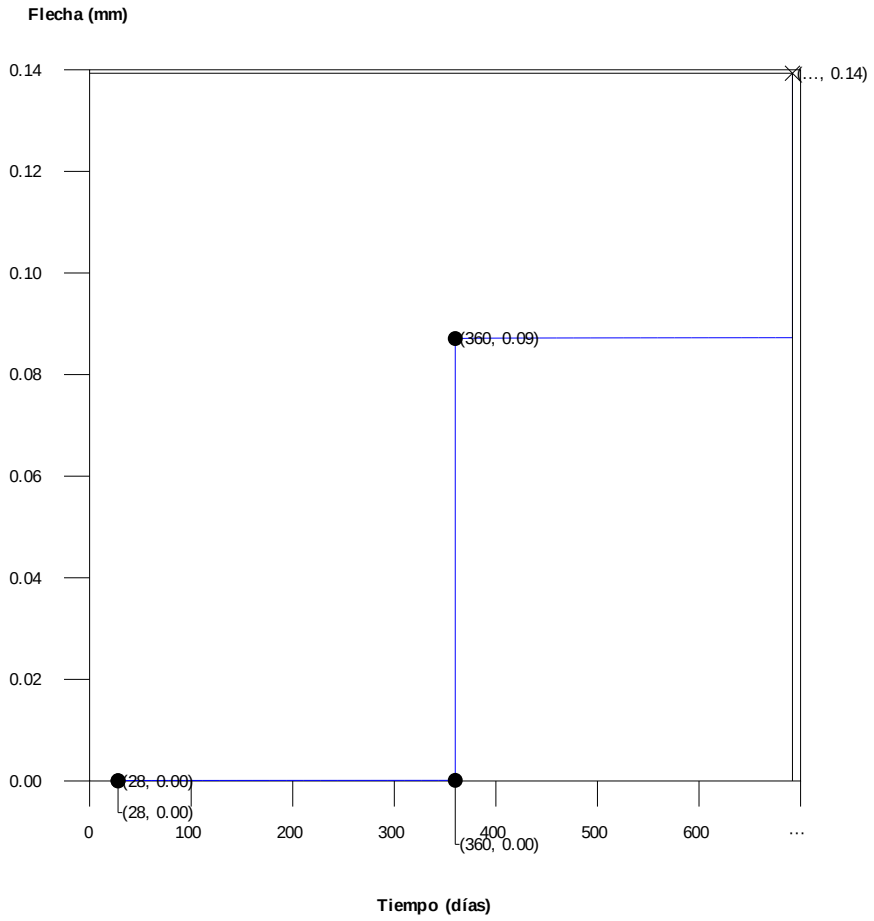
$f_{T,lim}$: límite establecido para la flecha total a plazo infinito $f_{T,lim}$: 12.13 mm

$f_{T,lim}$= Mín.(L/300, L/500+10.00)

L: longitud de referencia L : 3.64 m

$f_{T,max}$: valor máximo de la flecha total $f_{T,max}$: 0.14 mm

Flecha total a plazo infinito



Escalón de carga	t_i (días)	t_f (días)	$f_0(t_i)$ (mm)	$\Delta f_i(t_i)$ (mm)	$f(t_i)$ (mm)	$f_{dif}(t_0,t_f)$ (mm)	$f_{tot}(t_f)$ (mm)	$f_{tot,max}(t_f)$ (mm)
1-2	28	360	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-∞	360	∞	0.00	0.09	0.09	0.05	0.14	0.14

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

t_f: instante final de cada intervalo de carga considerado

$f_0(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, antes de aplicar la carga de t_i

$Df_i(t_i)$: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i

$f(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, después de aplicar la carga de t_i

$f_{dif}(t_0,t_f)$: flecha total diferida producida en el intervalo (t_i,t_f)

$f_{tot}(t_f)$: flecha total producida hasta el instante t_f

$f_{tot,max}(t_f)$: flecha total máxima producida hasta el instante t_f

Flecha instantánea

Escalón de carga	t_i	$q(t_i)$	Combinación de acciones	E_c (kp/cm²)	I_e (cm4)	f_i (mm)	Δf_i (mm)	$f_{i,max}$ (mm)
1	28 días	Peso propio	Peso propio	277920.49	11250000.00	0.00	0.00	0.00
2	12 meses	Q 1	Peso propio+0.3Q 1	293365.29	8797689.43	0.09	0.09	0.09

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$q(t_i)$: carga aplicada en el instante inicial 't_i'

f_i: flecha instantánea total debida al conjunto de cargas que actúan en el instante t_i

Df_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.

$f_{i,max}$: valor máximo de la flecha instantánea producida hasta el instante t_i

E_c: módulo de deformación del hormigón

$$E_c(t_i) = \left(\exp\left[0,25 \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t_i} \right)^{1/2} \right] \right] \right)^{0,3} \cdot E_c$$

E_c: módulo de deformación secante a los 28 días

I_e: momento de inercia equivalente de la viga para cada escalón de carga

Se obtiene como la mínima inercia de las calculadas para todas las posibles combinaciones características de las cargas aplicadas en dicho escalón. Se toma siempre el valor más desfavorable calculado hasta ese instante.

Escalón	t_i	$Q(t_i)$	$I_{e,v,i}$ (cm4)	$I_{e,i}$ (cm4)
1	28 días	Peso propio	11250000.00	11250000.00
2	12 meses	Peso propio,Q 1	8797689.43	8797689.43

Siendo:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$Q(t_i)$: cargas que actúan a partir del instante t_i

$I_{e,i}$: inercia equivalente de la viga considerada para el escalón de carga "i". Es el valor pésimo de todos los calculados hasta dicho instante.

$$I_{e,i} = \mathrm{MIN}_{j=1}^{j=i}\left(I_{e,v_i}\right)$$

$I_{e,v,i}$: inercia equivalente de la viga calculada para el escalón de carga "i"

Se muestra, a continuación, el desarrollo del valor pésimo de $I_{e,v}$, que se produce para el escalón de carga "2"

$I_{e,v}$: momento de inercia equivalente de la viga para la combinación "Peso propio+Q 1" $I_{e,v}$: *8797689.43* cm4

Se calcula asimilando la viga a uno de los casos tipo definidos por la norma en función de la ley de momentos resultante. Cuando no es posible la equiparación con un único caso tipo, se interpola linealmente entre los mismos, de forma que la inercia equivalente se puede expresar como combinación de las inercias definidas para dichos casos:

$$I_{e,v} = \alpha_A \cdot I_{e,caso\ A} + \alpha_B \cdot I_{e,caso\ B} + \alpha_{C1} \cdot I_{e,caso\ C1} + \alpha_{C2} \cdot I_{e,caso\ C2} + \alpha_{D1} \cdot I_{e,caso\ D1} + \alpha_{D2} \cdot I_{e,caso\ D2}$$

Donde:

caso A	caso B	caso C1, C2	caso D1, D2
Elementos simplemente apoyados	Vanos internos de elementos continuos	Vanos externos con continuidad sólo en uno de los apoyos	Elementos en voladizo
$I_e = I_{ec}$	$I_e = 0.50I_{ec} + 0.25(I_{ee1} + I_{ee2})$	$I_e = 0.75I_{ec} + 0.25I_{ee}$	$I_e = I_{ee}$

a_i: coeficiente de combinación para el caso 'i'

α_A	α_B	α_{C1}	α_{C2}	α_{D1}	α_{D2}
0	0	0	0	0	1

I_{ec}: momento de inercia equivalente de la sección de centro de vano I_{ec} : *11250000.00* cm4

I_{ee1}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (1) I_{ee1} : *11250000.00* cm4

I_{ee2}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (2) I_{ee2} : *8797689.43* cm4

Se calcula mediante la fórmula de Branson:

$$I_{ei} = \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3 I_b + \left[1 - \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3\right] I_f \leq I_b$$

Sección	I_b (cm4)	I_f (cm4)	M_f (t·m)	M_a (t·m)	I_{ei} (cm4)
Extremo (1)	11250000.00	416241.75	40.25	0.00	11250000.00
Centro de vano	11250000.00	2171368.32	-42.70	-22.75	11250000.00
Extremo (2)	11250000.00	1439883.07	-41.35	-45.52	8797689.43

Siendo:

I_b: momento de inercia de la sección bruta
I_f: momento de inercia de la sección fisurada
M_f: momento de fisuración de la sección
M_a: momento flector aplicado en la sección

Flecha diferida

Se obtiene como la suma de las flechas diferidas producidas para cada escalón de carga. ($f_{dif}(t_i,t_f)$)

$$f_{dif,tot} = \sum f_{dif}(t_i, t_f)$$

$f_{dif}(t_i,t_f)$: flecha diferida por escalón de carga.Se calcula como la suma de las flechas diferidas producidas por cada carga aplicada durante el intervalo de tiempo del escalón de carga:

$$f_{dif}(t_i, t_f) = \sum(\Delta f_i \cdot \lambda(t_i, t_f))$$

Intervalo de carga	t_i	t_f	Combinación de acciones	Δf_i (mm)	$\Sigma\Delta f_i$ (mm)	$\xi(t_i)$	$\xi(t_f)$	$\lambda(t_i,t_f)$	$f_{dif}(t_i,t_f)$ (mm)
1-2	28 días	12 meses	Peso propio	0.00	0.00	0.67	1.40	0.73	0.00
2-∞	12 meses	∞	Peso propio+0.3Q 1	0.09	0.09	1.40	2.00	0.60	0.05

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'
t_f: instante final de cada intervalo de carga considerado
Df_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.
$x(t_i)$: coeficiente de duración de carga para el instante inicial del intervalo de carga
$x(t_f)$: coeficiente de duración de carga para el instante final del intervalo de carga
$l(t_i,t_f)$: factor de cálculo de la flecha diferida para el intervalo de carga (t_i,t_f)

$$\lambda = \xi(t_i, t_f) = \xi(t_f) - \xi(t_i)$$

Flecha activa a partir del instante "3 meses", para la combinación de acciones "Característica"

La flecha máxima se produce en la sección "0.00 m" para la combinación de acciones: Peso propio+Q 1

$f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ 0.34 mm ≤ 9.10 mm ✓

$f_{A,lim}$: límite establecido para la flecha activa $f_{A,lim}$: 9.10 mm

$f_{A,lim}$= L/400

L: longitud de referencia L : 3.64 m

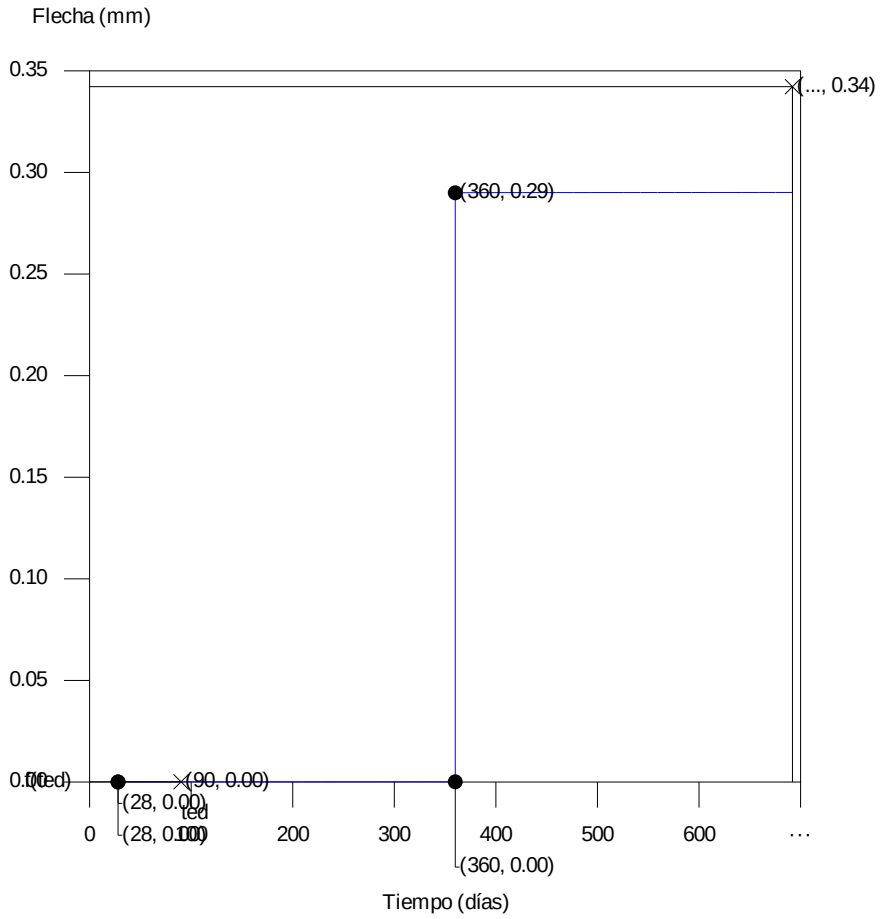
$f_{A,max}$: flecha activa máxima producida a partir del instante "3 meses" $f_{A,max}$: 0.34 mm

Flecha producida a partir del instante "3 meses", calculada como la diferencia entre la flecha total máxima y la flecha producida hasta dicho instante ($f(t_{ed})$)

$$f_{A,max} = f_{T,max}(t_{ed}, \infty) - f(t_{ed})$$

$f_{T,max}(t_{ed},¥)$: flecha total máxima producida a partir del instante "3 meses" $f_{T,max}(t_{ed},¥)$: 0.34 mm

Flecha total a plazo infinito



Escalón de carga	t_i (días)	t_f (días)	$f_0(t_i)$ (mm)	$\Delta f_i(t_i)$ (mm)	$f(t_i)$ (mm)	$f_{dif}(t_0,t_f)$ (mm)	$f_{tot}(t_f)$ (mm)	$f_{tot,max}(t_f)$ (mm)
1-2	28	360	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-∞	360	∞	0.00	0.29	0.29	0.05	0.34	0.34

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

t_f: instante final de cada intervalo de carga considerado

$f_0(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, antes de aplicar la carga de t_i

$Df_i(t_i)$: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i

$f(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, después de aplicar la carga de t_i

$f_{dif}(t_0,t_f)$: flecha total diferida producida en el intervalo (t_i,t_f)

$f_{tot}(t_f)$: flecha total producida hasta el instante t_f

$f_{tot,max}(t_f)$: flecha total máxima producida hasta el instante t_f

Flecha instantánea

Escalón de carga	t_i	$q(t_i)$	Combinación de acciones	E_c (kp/cm²)	I_e (cm4)	f_i (mm)	Δf_i (mm)	$f_{i,max}$ (mm)
1	28 días	Peso propio	Peso propio	277920.49	11250000.00	0.00	0.00	0.00
2	12 meses	Q 1	Peso propio+Q 1	293365.29	8797689.43	0.29	0.29	0.29

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$q(t_i)$: carga aplicada en el instante inicial 't_i'

f_i: flecha instantánea total debida al conjunto de cargas que actúan en el instante t_i

Df_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.

$f_{i,max}$: valor máximo de la flecha instantánea producida hasta el instante t_i

E_c: módulo de deformación del hormigón

$$E_c(t_i) = \left(\exp\left[0,25 \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t_i} \right)^{1/2} \right] \right] \right)^{0,3} \cdot E_c$$

E_c: módulo de deformación secante a los 28 días

I_e: momento de inercia equivalente de la viga para cada escalón de carga

Se obtiene como la mínima inercia de las calculadas para todas las posibles combinaciones características de las cargas aplicadas en dicho escalón. Se toma siempre el valor más desfavorable calculado hasta ese instante.

Escalón	t_i	$Q(t_i)$	$I_{e,v,i}$ (cm4)	$I_{e,i}$ (cm4)
1	28 días	Peso propio	11250000.00	11250000.00
2	12 meses	Peso propio,Q 1	8797689.43	8797689.43

Siendo:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$Q(t_i)$: cargas que actúan a partir del instante t_i

$I_{e,i}$: inercia equivalente de la viga considerada para el escalón de carga "i". Es el valor pésimo de todos los calculados hasta dicho instante.

$$I_{e,i} = \underset{j=1}{\overset{j=i}{\mathrm{MIN}}}\left(I_{e,v_i}\right)$$

$I_{e,v,i}$: inercia equivalente de la viga calculada para el escalón de carga "i"

Se muestra, a continuación, el desarrollo del valor pésimo de $I_{e,v}$, que se produce para el escalón de carga "2"

$I_{e,v}$: momento de inercia equivalente de la viga para la combinación "Peso propio+Q 1" $I_{e,v}$: *8797689.43* cm4

Se calcula asimilando la viga a uno de los casos tipo definidos por la norma en función de la ley de momentos resultante. Cuando no es posible la equiparación con un único caso tipo, se interpola linealmente entre los mismos, de forma que la inercia equivalente se puede expresar como combinación de las inercias definidas para dichos casos:

$$I_{e,v} = \alpha_A \cdot I_{e,caso\ A} + \alpha_B \cdot I_{e,caso\ B} + \alpha_{C1} \cdot I_{e,caso\ C1} + \alpha_{C2} \cdot I_{e,caso\ C2} + \alpha_{D1} \cdot I_{e,caso\ D1} + \alpha_{D2} \cdot I_{e,caso\ D2}$$

Donde:

caso A	caso B	caso C1, C2	caso D1, D2
Elementos simplemente apoyados	Vanos internos de elementos continuos	Vanos externos con continuidad sólo en uno de los apoyos	Elementos en voladizo
$I_e = I_{ec}$	$I_e = 0.50I_{ec} + 0.25(I_{ee1} + I_{ee2})$	$I_e = 0.75I_{ec} + 0.25I_{ee}$	$I_e = I_{ee}$

a_i: coeficiente de combinación para el caso 'i'

α_A	α_B	α_{C1}	α_{C2}	α_{D1}	α_{D2}
0	0	0	0	0	1

I_{ec}: momento de inercia equivalente de la sección de centro de vano I_{ec} : *11250000.00* cm4

I_{ee1}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (1) I_{ee1} : *11250000.00* cm4

I_{ee2}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (2) I_{ee2} : *8797689.43* cm4

Se calcula mediante la fórmula de Branson:

$$I_{ei} = \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3 I_b + \left[1 - \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3\right] I_f \leq I_b$$

Sección	I_b (cm4)	I_f (cm4)	M_f (t·m)	M_a (t·m)	I_{ei} (cm4)
Extremo (1)	11250000.00	416241.75	40.25	0.00	11250000.00
Centro de vano	11250000.00	2171368.32	-42.70	-22.75	11250000.00
Extremo (2)	11250000.00	1439883.07	-41.35	-45.52	8797689.43

Siendo:

I_b: momento de inercia de la sección bruta

I_f: momento de inercia de la sección fisurada

M_f: momento de fisuración de la sección

M_a: momento flector aplicado en la sección

Flecha diferida

Se obtiene como la suma de las flechas diferidas producidas para cada escalón de carga. ($f_{dif}(t_i,t_f)$)

$$f_{dif,tot} = \sum f_{dif}(t_i, t_f)$$

$f_{dif}(t_i,t_f)$: flecha diferida por escalón de carga.Se calcula como la suma de las flechas diferidas producidas por cada carga aplicada durante el intervalo de tiempo del escalón de carga:

$$f_{dif}(t_i, t_f) = \sum\left(\Delta f_i \cdot \lambda(t_i, t_f)\right)$$

Intervalo de carga	t_i	t_f	Combinación de acciones	Δf_i (mm)	$\Sigma\Delta f_i$ (mm)	$\xi(t_i)$	$\xi(t_f)$	$\lambda(t_i,t_f)$	$f_{dif}(t_i,t_f)$ (mm)
1-2	28 días	12 meses	Peso propio	0.00	0.00	0.67	1.40	0.73	0.00
2-∞	12 meses	∞	Peso propio+Q 1	0.09	0.09	1.40	2.00	0.60	0.05

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

t_f: instante final de cada intervalo de carga considerado

Df_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.

$x(t_i)$: coeficiente de duración de carga para el instante inicial del intervalo de carga

$x(t_f)$: coeficiente de duración de carga para el instante final del intervalo de carga

$l(t_i,t_f)$: factor de cálculo de la flecha diferida para el intervalo de carga (t_i,t_f)

$$\lambda = \xi(t_i,t_f) = \xi(t_f) - \xi(t_i)$$

$f(t_{ed})$: flecha total producida hasta el instante "3 meses" $f(t_{ed})$: 0.00 mm

La flecha total producida hasta el instante "t_{ed}" asociado al momento de ejecución del elemento dañable (3 meses) se obtiene a partir de la historia total de cargas desarrollada anteriormente en el cálculo de la flecha total a plazo infinito.

3.1.3. Resumen de las comprobaciones

3.1.3.1. Comprobaciones de resistencia

Vano	COMPROBACIONES (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)				Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	
V-1: P1 - P2	Cumple	'0.182 m' Cumple	'1.820 m' η = 12.7	'P2' η = 95.6	CUMPLE h = 95.6

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)

3.1.3.2. Comprobación de fisuración

Vano	COMPROBACIONES (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)							Estado
	σ_c	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	
V-1: P1 - P2	x: 1.82 m Cumple	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	x: 0.182 m Cumple	CUMPLE

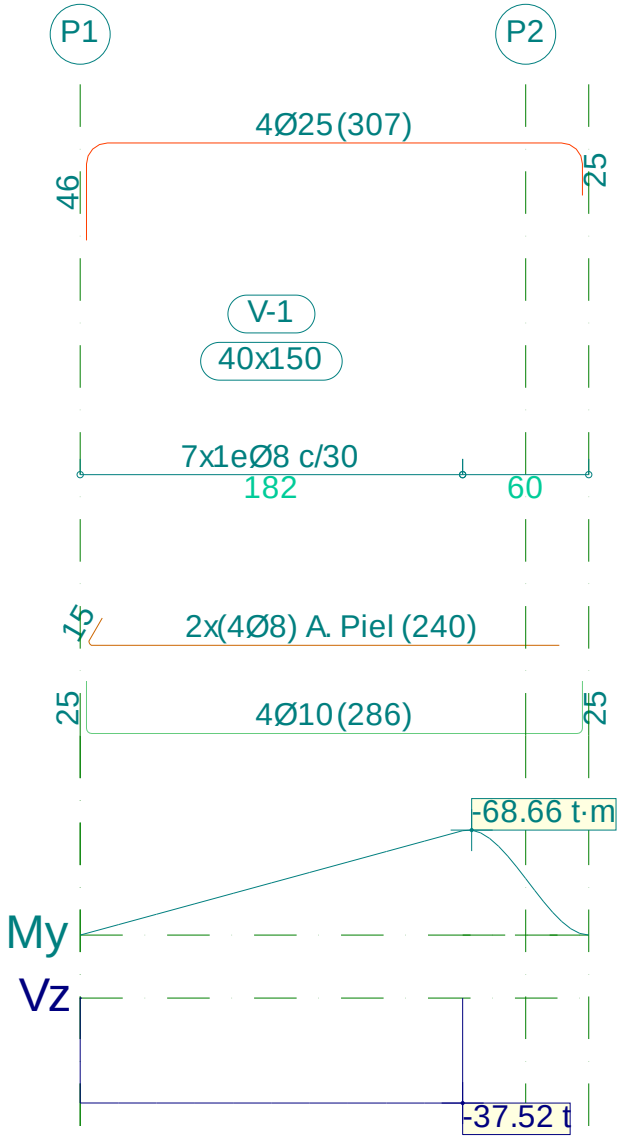
Notación:
s_c: Fisuración por compresión
$W_{k,C,sup.}$: Fisuración por tracción: Cara superior
$W_{k,C,Lat.Der.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha
$W_{k,C,inf.}$: Fisuración por tracción: Cara inferior
$W_{k,C,Lat.Izq.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda
s_{sr}: Área mínima de armadura
V_{fis}: Fisuración por cortante
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.3.3. Comprobaciones de flecha

Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$ = L/350	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$ = Mín.(L/300, L/500+10.00)	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$ = L/400	Estado
V-1: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.29 mm $f_{i,Q,lim}$: 10.40 mm	$f_{T,max}$: 0.14 mm $f_{T,lim}$: 12.13 mm	$f_{A,max}$: 0.34 mm $f_{A,lim}$: 9.10 mm	CUMPLE

3.1.4. Listado de armados



Pórtico 1		Tramo: V-1		
Sección		40x150		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[t·m]	-20.48	-40.96	-68.27
x	[m]	0.55	1.09	1.82
Momento máx.	[t·m]	--	--	--
x	[m]	--	--	--
Cortante mín.	[t]	-37.51	-37.51	-37.52
x	[m]	0.55	1.09	1.82
Cortante máx.	[t]	--	--	--
x	[m]	--	--	--
Torsor mín.	[t]	--	--	--
x	[m]	--	--	--
Torsor máx.	[t]	--	--	--
x	[m]	--	--	--

Pórtico 1			Tramo: V-1		
Sección			40x150		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Área Sup.	[cm²]	Real	17.42	19.64	19.64
		Nec.	16.80	16.80	16.80
Área Inf.	[cm²]	Real	3.14	3.14	3.14
		Nec.	0.00	0.00	0.00
Área Transv.	[cm²/m]	Real	3.35	3.35	3.35
		Nec.	0.00	0.00	0.00
F. Sobrecarga			0.29 mm, L/12558 (L: 3.64 m)		
F. Activa			0.34 mm, L/10640 (L: 3.64 m)		
F. A plazo infinito			0.14 mm, L/26127 (L: 3.64 m)		

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 10 ARQUETA EXTERIOR ESTACIÓN DE BOMBEO EN BARRANCO SECO

APÉNDICE 2

LISTADO DE EMPOTRAMIENTO

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA..... 2
1.1. Normas consideradas..... 2
1.2. Estados límite..... 2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....2

2. ESTRUCTURA..... 4
2.1. Pórtico 4..... 4
2.1.1. Geometría.....4
2.1.2. Cargas.....4

3. RESULTADOS..... 5
3.1. Pórtico 4..... 5
3.1.1. Resultados por hipótesis.....5
3.1.2. Comprobaciones.....5
3.1.3. Resumen de las comprobaciones..... 17
3.1.4. Listado de armados.....18

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Hormigón: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{Q1}\Psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$$

- Donde:

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

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

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

E.L.S. Fisuración. Hormigón: EHE-08

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300

E.L.S. Flecha. Hormigón: EHE-08
E.L.S. Flecha. Acero laminado: CTE DB SE-A

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	0.700

Frecuente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.500	0.300

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

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

2. ESTRUCTURA

2.1. Pórtico 4

2.1.1. Geometría

2.1.1.1. Nudos

Nudos	
Nudo	Descripción
P1	Pilar de última planta
P2	Voladizo

2.1.1.2. Vigas

Vigas			
Viga	Descripción	Luz libre (m)	Longitud libre de la viga (m)
P1/P2	40x60	2.45	2.45

2.1.2. Cargas

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: t/m.

P1/P2									
Hipótesis	Tipo	Valores		Posiciones		Dirección			
		P1	P2	L1	L2	Ejes	X	Y	Z
Peso propio	Uniforme	0.001	--	--	--	Globales	0.0	0.0	-1.0
	Momento	45.000	--	0.00	--	Globales	0.0	1.0	0.0

3. RESULTADOS

3.1. Pórtico 4

3.1.1. Resultados por hipótesis

3.1.1.1. Vigas

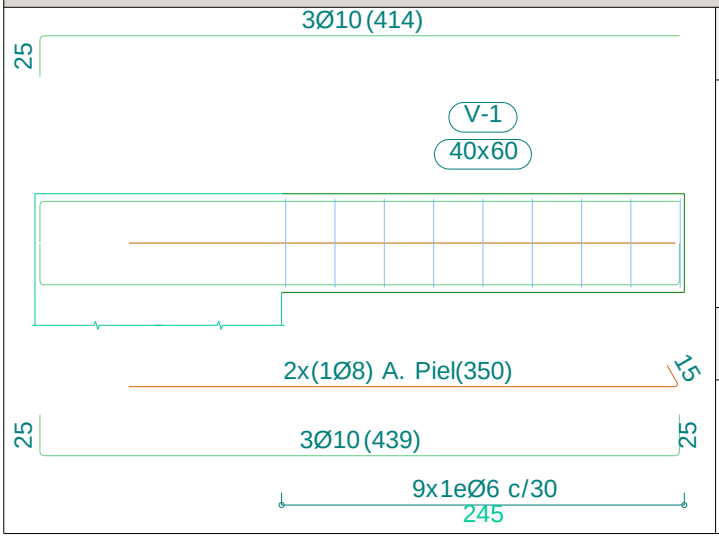
Viga P1/P2																	
Hipótesis	Esf.	Posiciones															
		0.00	0.00	0.20	0.41	0.56	0.61	0.82	1.02	1.23	1.43	1.63	1.84	1.89	2.04	2.25	2.45
Peso propio	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q 1	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3.1.2. Comprobaciones

3.1.2.1. V-1: P1 - P2

3.1.2.1.1. Descripción

Datos de la viga



Geometría

Dimensiones	:	40x60
Luz libre	:	2.5 m
Recubrimiento geométrico superior	:	3.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	:	3.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	:	3.0 cm

Materiales

Hormigón	:	HA-25, Yc=1.5
Armadura longitudinal	:	B 500 S, Ys=1.15
Armadura transversal	:	B 500 S, Ys=1.15

3.1.2.1.2. Comprobaciones de resistencia

V-1: P1 - P2

-

No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.2.1.3. Comprobación de fisuración

V-1: P1 - P2

-

No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.2.1.4. Comprobaciones de flecha

Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$ = L/350	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$ = Mín.(L/300, L/500+10.00)	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$ = L/400	Estado
$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.00 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 8.17 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 6.12 mm	CUMPLE

Flecha total instantánea para el conjunto de las cargas de tipo "Sobrecarga" para la combinación "Característica" de acciones

La flecha máxima se produce en la sección "0.00 m" para la combinación de acciones: Peso propio

$f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ 0.00 mm ≤ 7.00 mm ✓

$f_{i,Q,lim}$: límite establecido para la flecha instantánea producida por las sobrecargas de uso $f_{i,Q,lim}$: 7.00 mm

$f_{i,Q,lim}$ = L/350

L: longitud de referencia L : 2.45 m

$f_{i,Q}$: flecha instantánea producida por las sobrecargas de uso aplicadas $f_{i,Q}$: 0.00 mm

Escalón de carga	t_i	$q(t_i)$	Combinación de acciones	E_c (kp/cm²)	I_e (cm4)	f_i (mm)	Δf_i (mm)	$f_{i,Q,max}$ (mm)
1	28 días	Peso propio	Peso propio	277920.49	720000.00	0.00	0.00	0.00
2	12 meses	Q 1	Peso propio	293365.29	720000.00	0.00	0.00	0.00

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$q(t_i)$: carga aplicada en el instante inicial 't_i'

f_i: flecha instantánea total debida al conjunto de cargas que actúan en el instante t_i

Df_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.

$f_{i,Q,max}$: valor máximo de la flecha instantánea debida a las sobrecargas de uso producida hasta el instante t_i

E_c: módulo de deformación del hormigón

$$E_c(t_i) = \left(\exp\left[0,25 \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t_i} \right)^{1/2} \right] \right] \right)^{0,3} \cdot E_c$$

E_c: módulo de deformación secante a los 28 días

I_e: momento de inercia equivalente de la viga para cada escalón de carga

Se obtiene como la mínima inercia de las calculadas para todas las posibles combinaciones características de las cargas aplicadas en dicho escalón. Se toma siempre el valor más desfavorable calculado hasta ese instante.

Escalón	t_i	$Q(t_i)$	$I_{e,v,i}$ (cm4)	$I_{e,i}$ (cm4)
1	28 días	Peso propio	720000.00	720000.00
2	12 meses	Peso propio,Q 1	720000.00	720000.00

Siendo:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$Q(t_i)$: cargas que actúan a partir del instante t_i

$I_{e,i}$: inercia equivalente de la viga considerada para el escalón de carga "i". Es el valor pésimo de todos los calculados hasta dicho instante.

$$I_{e,i} = \mathrm{MIN}_{j=1}^{j=i}\left(I_{e,v_i}\right)$$

$I_{e,v,i}$: inercia equivalente de la viga calculada para el escalón de carga "i"

Se muestra, a continuación, el desarrollo del valor pésimo de $I_{e,v}$, que se produce para el escalón de carga "1"

$I_{e,v}$: momento de inercia equivalente de la viga para la combinación "Peso propio" $I_{e,v}$: *720000.00* cm4

Se calcula asimilando la viga a uno de los casos tipo definidos por la norma en función de la ley de momentos resultante. Cuando no es posible la equiparación con un único caso tipo, se interpola linealmente entre los mismos, de forma que la inercia equivalente se puede expresar como combinación de las inercias definidas para dichos casos:

$$I_{e,v} = \alpha_A \cdot I_{e,caso\ A} + \alpha_B \cdot I_{e,caso\ B} + \alpha_{C1} \cdot I_{e,caso\ C1} + \alpha_{C2} \cdot I_{e,caso\ C2} + \alpha_{D1} \cdot I_{e,caso\ D1} + \alpha_{D2} \cdot I_{e,caso\ D2}$$

Donde:

caso A	caso B	caso C1, C2	caso D1, D2
Elementos simplemente apoyados	Vanos internos de elementos continuos	Vanos externos con continuidad sólo en uno de los apoyos	Elementos en voladizo
$I_e = I_{ec}$	$I_e = 0.50I_{ec} + 0.25(I_{ee1} + I_{ee2})$	$I_e = 0.75I_{ec} + 0.25I_{ee}$	$I_e = I_{ee}$

a_i: coeficiente de combinación para el caso 'i'

α_A	α_B	α_{C1}	α_{C2}	α_{D1}	α_{D2}
0	0	0	0	1	0

I_{ec}: momento de inercia equivalente de la sección de centro de vano I_{ec} : *720000.00* cm4

I_{ee1}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (1) I_{ee1} : *720000.00* cm4

I_{ee2}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (2) I_{ee2} : *720000.00* cm4

Se calcula mediante la fórmula de Branson:

$$I_{ei} = \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3 I_b + \left[1 - \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3\right] I_f \leq I_b$$

Sección	I_b (cm4)	I_f (cm4)	M_f (t·m)	M_a (t·m)	I_{ei} (cm4)
Extremo (1)	720000.00	45938.43	-6.43	0.00	720000.00

Sección	I_b (cm4)	I_f (cm4)	M_f (t·m)	M_a (t·m)	I_{ei} (cm4)
Centro de vano	720000.00	45938.43	-6.43	0.00	720000.00
Extremo (2)	720000.00	162.05	-6.28	0.00	720000.00

Siendo:

I_b: momento de inercia de la sección bruta

I_f: momento de inercia de la sección fisurada

M_f: momento de fisuración de la sección

M_a: momento flector aplicado en la sección

Flecha total a plazo infinito para la combinación "Cuasipermanente" de acciones

La flecha máxima se produce en la sección "2.25 m" para la combinación de acciones: Peso propio

$f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ 0.00 mm ≤ 8.17 mm ✓

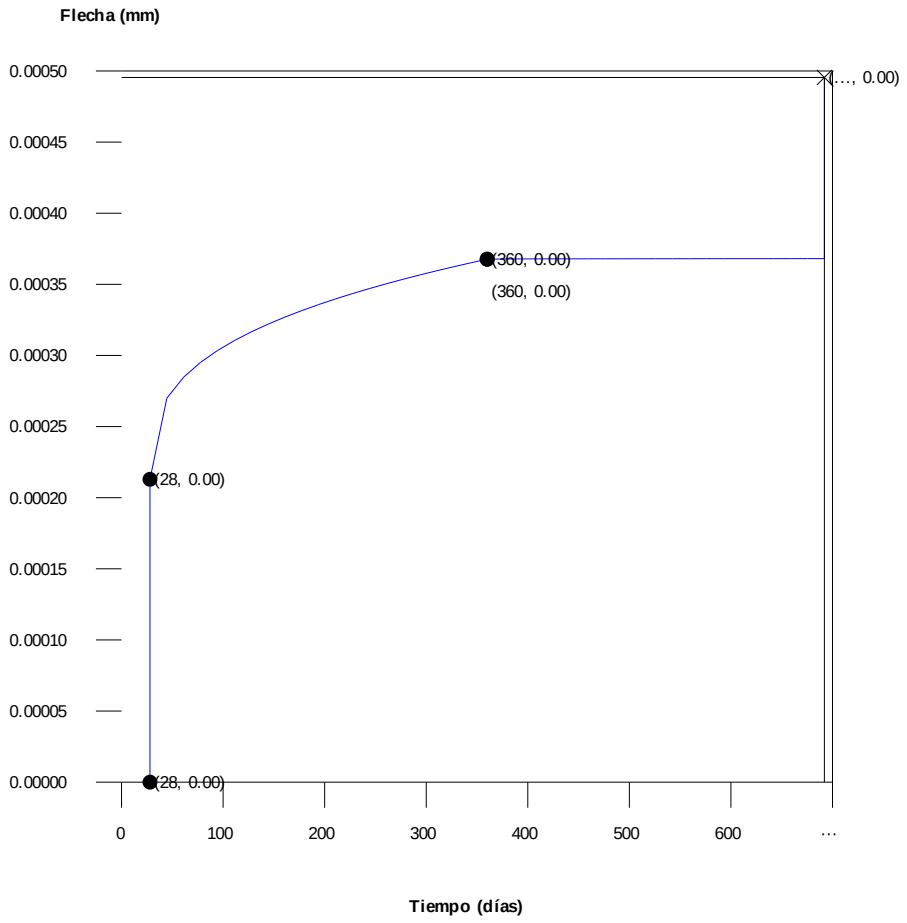
$f_{T,lim}$: límite establecido para la flecha total a plazo infinito $f_{T,lim}$: 8.17 mm

$f_{T,lim}$= Mín.(L/300, L/500+10.00)

L: longitud de referencia L : 2.45 m

$f_{T,max}$: valor máximo de la flecha total $f_{T,max}$: 0.00 mm

Flecha total a plazo infinito



Escalón de carga	t_i (días)	t_f (días)	$f_0(t_i)$ (mm)	$\Delta f_i(t_i)$ (mm)	$f(t_i)$ (mm)	$f_{dif}(t_0,t_f)$ (mm)	$f_{tot}(t_f)$ (mm)	$f_{tot,max}(t_f)$ (mm)
1-2	28	360	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-∞	360	∞	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

t_f: instante final de cada intervalo de carga considerado

$f_0(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, antes de aplicar la carga de t_i

$Df_i(t_i)$: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i

$f(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, después de aplicar la carga de t_i

$f_{dif}(t_0,t_f)$: flecha total diferida producida en el intervalo (t_i,t_f)

$f_{tot}(t_f)$: flecha total producida hasta el instante t_f

$f_{tot,max}(t_f)$: flecha total máxima producida hasta el instante t_f

Flecha instantánea

Escalón de carga	t_i	$q(t_i)$	Combinación de acciones	E_c (kp/cm²)	I_e (cm4)	f_i (mm)	Δf_i (mm)	$f_{i,max}$ (mm)
1	28 días	Peso propio	Peso propio	277920.49	720000.00	0.00	0.00	0.00
2	12 meses	Q 1	Peso propio	293365.29	720000.00	0.00	0.00	0.00

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$q(t_i)$: carga aplicada en el instante inicial 't_i'

f_i: flecha instantánea total debida al conjunto de cargas que actúan en el instante t_i

Df_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.

$f_{i,max}$: valor máximo de la flecha instantánea producida hasta el instante t_i

E_c: módulo de deformación del hormigón

$$E_c(t_i) = \left(\exp\left[0,25 \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t_i} \right)^{1/2} \right] \right] \right)^{0,3} \cdot E_c$$

E_c: módulo de deformación secante a los 28 días

I_e: momento de inercia equivalente de la viga para cada escalón de carga

Se obtiene como la mínima inercia de las calculadas para todas las posibles combinaciones características de las cargas aplicadas en dicho escalón. Se toma siempre el valor más desfavorable calculado hasta ese instante.

Escalón	t_i	$Q(t_i)$	$I_{e,v,i}$ (cm4)	$I_{e,i}$ (cm4)
1	28 días	Peso propio	720000.00	720000.00
2	12 meses	Peso propio,Q 1	720000.00	720000.00

Siendo:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$Q(t_i)$: cargas que actúan a partir del instante t_i

$I_{e,i}$: inercia equivalente de la viga considerada para el escalón de carga "i". Es el valor pésimo de todos los calculados hasta dicho instante.

$$I_{e,i} = \mathrm{MIN}_{j=1}^{j=i}\left(I_{e,v_i}\right)$$

$I_{e,v,i}$: inercia equivalente de la viga calculada para el escalón de carga "i"

Se muestra, a continuación, el desarrollo del valor pésimo de $I_{e,v}$, que se produce para el escalón de carga "1"

$I_{e,v}$: momento de inercia equivalente de la viga para la combinación "Peso propio" $I_{e,v}$: *720000.00* cm4

Se calcula asimilando la viga a uno de los casos tipo definidos por la norma en función de la ley de momentos resultante. Cuando no es posible la equiparación con un único caso tipo, se interpola linealmente entre los mismos, de forma que la inercia equivalente se puede expresar como combinación de las inercias definidas para dichos casos:

$$I_{e,v} = \alpha_A \cdot I_{e,caso\ A} + \alpha_B \cdot I_{e,caso\ B} + \alpha_{C1} \cdot I_{e,caso\ C1} + \alpha_{C2} \cdot I_{e,caso\ C2} + \alpha_{D1} \cdot I_{e,caso\ D1} + \alpha_{D2} \cdot I_{e,caso\ D2}$$

Donde:

caso A	caso B	caso C1, C2	caso D1, D2
Elementos simplemente apoyados	Vanos internos de elementos continuos	Vanos externos con continuidad sólo en uno de los apoyos	Elementos en voladizo
$I_e = I_{ec}$	$I_e = 0.50I_{ec} + 0.25(I_{ee1} + I_{ee2})$	$I_e = 0.75I_{ec} + 0.25I_{ee}$	$I_e = I_{ee}$

a_i: coeficiente de combinación para el caso 'i'

α_A	α_B	α_{C1}	α_{C2}	α_{D1}	α_{D2}
0	0	0	0	1	0

I_{ec}: momento de inercia equivalente de la sección de centro de vano I_{ec} : *720000.00* cm4

I_{ee1}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (1) I_{ee1} : *720000.00* cm4

I_{ee2}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (2) I_{ee2} : *720000.00* cm4

Se calcula mediante la fórmula de Branson:

$$I_{ei} = \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3 I_b + \left[1 - \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3\right] I_f \leq I_b$$

Sección	I_b (cm4)	I_f (cm4)	M_f (t·m)	M_a (t·m)	I_{ei} (cm4)
Extremo (1)	720000.00	45938.43	-6.43	0.00	720000.00
Centro de vano	720000.00	45938.43	-6.43	0.00	720000.00
Extremo (2)	720000.00	162.05	-6.28	0.00	720000.00

Siendo:

I_b: momento de inercia de la sección bruta
I_f: momento de inercia de la sección fisurada
M_f: momento de fisuración de la sección
M_a: momento flector aplicado en la sección

Flecha diferida

Se obtiene como la suma de las flechas diferidas producidas para cada escalón de carga. ($f_{dif}(t_i,t_f)$)

$$f_{dif,tot} = \sum f_{dif}(t_i, t_f)$$

$f_{dif}(t_i,t_f)$: flecha diferida por escalón de carga.Se calcula como la suma de las flechas diferidas producidas por cada carga aplicada durante el intervalo de tiempo del escalón de carga:

$$f_{dif}(t_i, t_f) = \sum(\Delta f_i \cdot \lambda(t_i, t_f))$$

Intervalo de carga	t_i	t_f	Combinación de acciones	Δf_i (mm)	$\Sigma\Delta f_i$ (mm)	$\xi(t_i)$	$\xi(t_f)$	$\lambda(t_i,t_f)$	$f_{dif}(t_i,t_f)$ (mm)
1-2	28 días	12 meses	Peso propio	0.00	0.00	0.67	1.40	0.73	0.00
2-∞	12 meses	∞	Peso propio	0.00	0.00	1.40	2.00	0.60	0.00

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'
t_f: instante final de cada intervalo de carga considerado
Df_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.
$x(t_i)$: coeficiente de duración de carga para el instante inicial del intervalo de carga
$x(t_f)$: coeficiente de duración de carga para el instante final del intervalo de carga
$l(t_i,t_f)$: factor de cálculo de la flecha diferida para el intervalo de carga (t_i,t_f)

$$\lambda = \xi(t_i, t_f) = \xi(t_f) - \xi(t_i)$$

Flecha activa a partir del instante "3 meses", para la combinación de acciones "Característica"

La flecha máxima se produce en la sección "0.00 m" para la combinación de acciones: Peso propio

$f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ 0.00 mm ≤ 6.12 mm ✓

$f_{A,lim}$: límite establecido para la flecha activa $f_{A,lim}$: 6.12 mm

$f_{A,lim}$= L/400

L: longitud de referencia L : 2.45 m

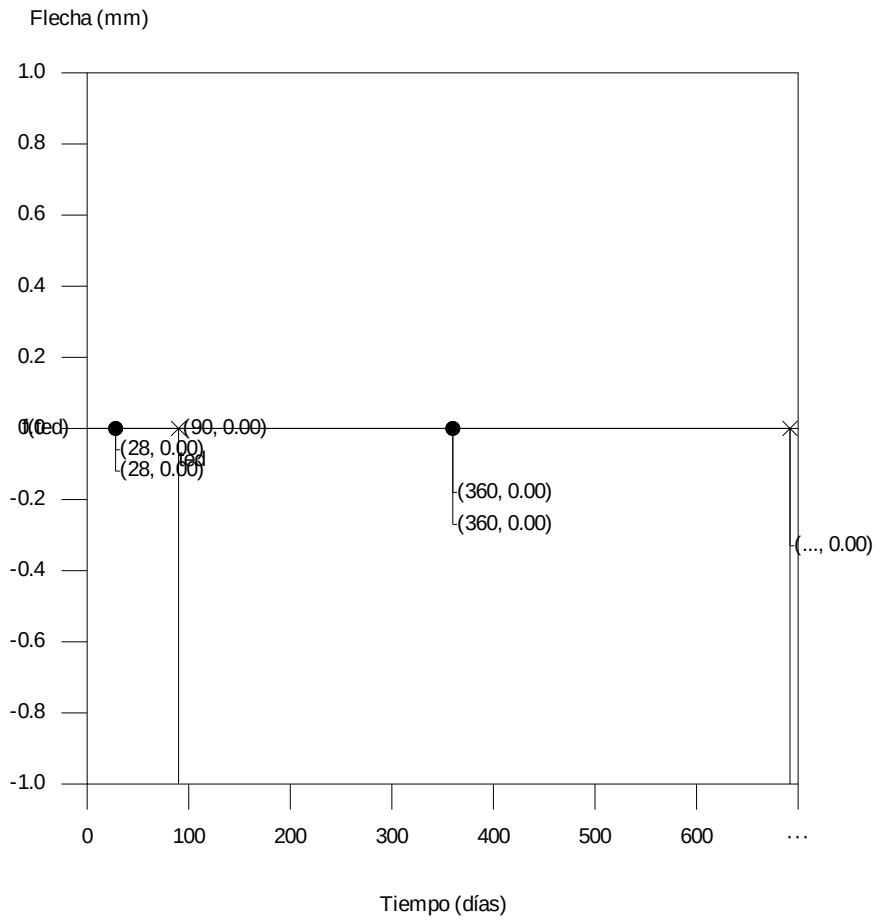
$f_{A,max}$: flecha activa máxima producida a partir del instante "3 meses" $f_{A,max}$: 0.00 mm

Flecha producida a partir del instante "3 meses", calculada como la diferencia entre la flecha total máxima y la flecha producida hasta dicho instante ($f(t_{ed})$)

$$f_{A,max} = f_{T,max}(t_{ed}, \infty) - f(t_{ed})$$

$f_{T,max}(t_{ed},¥)$: flecha total máxima producida a partir del instante "3 meses" $f_{T,max}(t_{ed},¥)$: 0.00 mm

Flecha total a plazo infinito



Escalón de carga	t_i (días)	t_f (días)	$f_0(t_i)$ (mm)	$\Delta f_i(t_i)$ (mm)	$f(t_i)$ (mm)	$f_{dif}(t_0,t_f)$ (mm)	$f_{tot}(t_f)$ (mm)	$f_{tot,max}(t_f)$ (mm)
1-2	28	360	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-∞	360	∞	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

t_f: instante final de cada intervalo de carga considerado

$f_0(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, antes de aplicar la carga de t_i

$Df_i(t_i)$: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i

$f(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, después de aplicar la carga de t_i

$f_{dif}(t_0,t_f)$: flecha total diferida producida en el intervalo (t_i,t_f)

$f_{tot}(t_f)$: flecha total producida hasta el instante t_f

$f_{tot,max}(t_f)$: flecha total máxima producida hasta el instante t_f

Flecha instantánea

Escalón de carga	t_i	$q(t_i)$	Combinación de acciones	E_c (kp/cm²)	I_e (cm4)	f_i (mm)	Δf_i (mm)	$f_{i,max}$ (mm)
1	28 días	Peso propio	Peso propio	277920.49	720000.00	0.00	0.00	0.00
2	12 meses	Q 1	Peso propio	293365.29	720000.00	0.00	0.00	0.00

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$q(t_i)$: carga aplicada en el instante inicial 't_i'

f_i: flecha instantánea total debida al conjunto de cargas que actúan en el instante t_i

Df_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.

$f_{i,max}$: valor máximo de la flecha instantánea producida hasta el instante t_i

E_c: módulo de deformación del hormigón

$$E_c(t_i) = \left(\exp\left[0,25 \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{t_i} \right)^{1/2} \right] \right] \right)^{0,3} \cdot E_c$$

E_c: módulo de deformación secante a los 28 días

I_e: momento de inercia equivalente de la viga para cada escalón de carga

Se obtiene como la mínima inercia de las calculadas para todas las posibles combinaciones características de las cargas aplicadas en dicho escalón. Se toma siempre el valor más desfavorable calculado hasta ese instante.

Escalón	t_i	$Q(t_i)$	$I_{e,v,i}$ (cm4)	$I_{e,i}$ (cm4)
1	28 días	Peso propio	720000.00	720000.00
2	12 meses	Peso propio,Q 1	720000.00	720000.00

Siendo:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$Q(t_i)$: cargas que actúan a partir del instante t_i

$I_{e,i}$: inercia equivalente de la viga considerada para el escalón de carga "i". Es el valor pésimo de todos los calculados hasta dicho instante.

$$I_{e,i} = \underset{j=1}{\overset{j=i}{\mathrm{MIN}}}\left(I_{e,v_j}\right)$$

$I_{e,v,i}$: inercia equivalente de la viga calculada para el escalón de carga "i"

Se muestra, a continuación, el desarrollo del valor pésimo de $I_{e,v}$, que se produce para el escalón de carga "1"

$I_{e,v}$: momento de inercia equivalente de la viga para la combinación "Peso propio" $I_{e,v}$: *720000.00* cm4

Se calcula asimilando la viga a uno de los casos tipo definidos por la norma en función de la ley de momentos resultante. Cuando no es posible la equiparación con un único caso tipo, se interpola linealmente entre los mismos, de forma que la inercia equivalente se puede expresar como combinación de las inercias definidas para dichos casos:

$$I_{e,v} = \alpha_A \cdot I_{e,caso\ A} + \alpha_B \cdot I_{e,caso\ B} + \alpha_{C1} \cdot I_{e,caso\ C1} + \alpha_{C2} \cdot I_{e,caso\ C2} + \alpha_{D1} \cdot I_{e,caso\ D1} + \alpha_{D2} \cdot I_{e,caso\ D2}$$

Donde:

caso A	caso B	caso C1, C2	caso D1, D2
Elementos simplemente apoyados	Vanos internos de elementos continuos	Vanos externos con continuidad sólo en uno de los apoyos	Elementos en voladizo

caso A	caso B	caso C1, C2	caso D1, D2
$I_e = I_{ec}$	$I_e = 0.50I_{ec} + 0.25(I_{ee1} + I_{ee2})$	$I_e = 0.75I_{ec} + 0.25I_{ee}$	$I_e = I_{ee}$

a_i: coeficiente de combinación para el caso 'i'

α_A	α_B	α_{C1}	α_{C2}	α_{D1}	α_{D2}
0	0	0	0	1	0

I_{ec}: momento de inercia equivalente de la sección de centro de vano I_{ec} : *720000.00* cm4

I_{ee1}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (1) I_{ee1} : *720000.00* cm4

I_{ee2}: momento de inercia equivalente de la sección de extremo (2) I_{ee2} : *720000.00* cm4

Se calcula mediante la fórmula de Branson:

$$I_{ei} = \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3 I_b + \left[1 - \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3\right] I_f \leq I_b$$

Sección	I_b (cm4)	I_f (cm4)	M_f (t·m)	M_a (t·m)	I_{ei} (cm4)
Extremo (1)	720000.00	45938.43	-6.43	0.00	720000.00
Centro de vano	720000.00	45938.43	-6.43	0.00	720000.00
Extremo (2)	720000.00	162.05	-6.28	0.00	720000.00

Siendo:

I_b: momento de inercia de la sección bruta

I_f: momento de inercia de la sección fisurada

M_f: momento de fisuración de la sección

M_a: momento flector aplicado en la sección

Flecha diferida

Se obtiene como la suma de las flechas diferidas producidas para cada escalón de carga. ($f_{dif}(t_i,t_f)$)

$$f_{dif,tot} = \sum f_{dif}(t_i, t_f)$$

$f_{dif}(t_i,t_f)$: flecha diferida por escalón de carga.Se calcula como la suma de las flechas diferidas producidas por cada carga aplicada durante el intervalo de tiempo del escalón de carga:

$$f_{dif}(t_i, t_f) = \sum\left(\Delta f_i \cdot \lambda(t_i, t_f)\right)$$

Intervalo de carga	t_i	t_f	Combinación de acciones	Δf_i (mm)	$\sum\Delta f_i$ (mm)	$\xi(t_i)$	$\xi(t_f)$	$\lambda(t_i,t_f)$	$f_{dif}(t_i,t_f)$ (mm)
1-2	28 días	12 meses	Peso propio	0.00	0.00	0.67	1.40	0.73	0.00
2-∞	12 meses	∞	Peso propio	0.00	0.00	1.40	2.00	0.60	0.00

Donde:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

t_f: instante final de cada intervalo de carga considerado

Df_i: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i, calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1}.

$x(t_i)$: coeficiente de duración de carga para el instante inicial del intervalo de carga

$x(t_f)$: coeficiente de duración de carga para el instante final del intervalo de carga

$l(t_i,t_f)$: factor de cálculo de la flecha diferida para el intervalo de carga (t_i,t_f)

$$\lambda = \xi(t_i,t_f) = \xi(t_f) - \xi(t_i)$$

$f(t_{ed})$: flecha total producida hasta el instante "3 meses" $f(t_{ed})$: 0.00 mm

La flecha total producida hasta el instante "t_{ed}" asociado al momento de ejecución del elemento dañable (3 meses) se obtiene a partir de la historia total de cargas desarrollada anteriormente en el cálculo de la flecha total a plazo infinito.

3.1.3. Resumen de las comprobaciones

3.1.3.1. Comprobaciones de resistencia

Vano	COMPROBACIONES (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)	Estado
	-	
V-1: P1 - P2	N.P.[1]	NO PROCEDE

Notación:
-: -
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.3.2. Comprobación de fisuración

Vano	COMPROBACIONES (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)	Estado
	-	
V-1: P1 - P2	N.P.[1]	NO PROCEDE

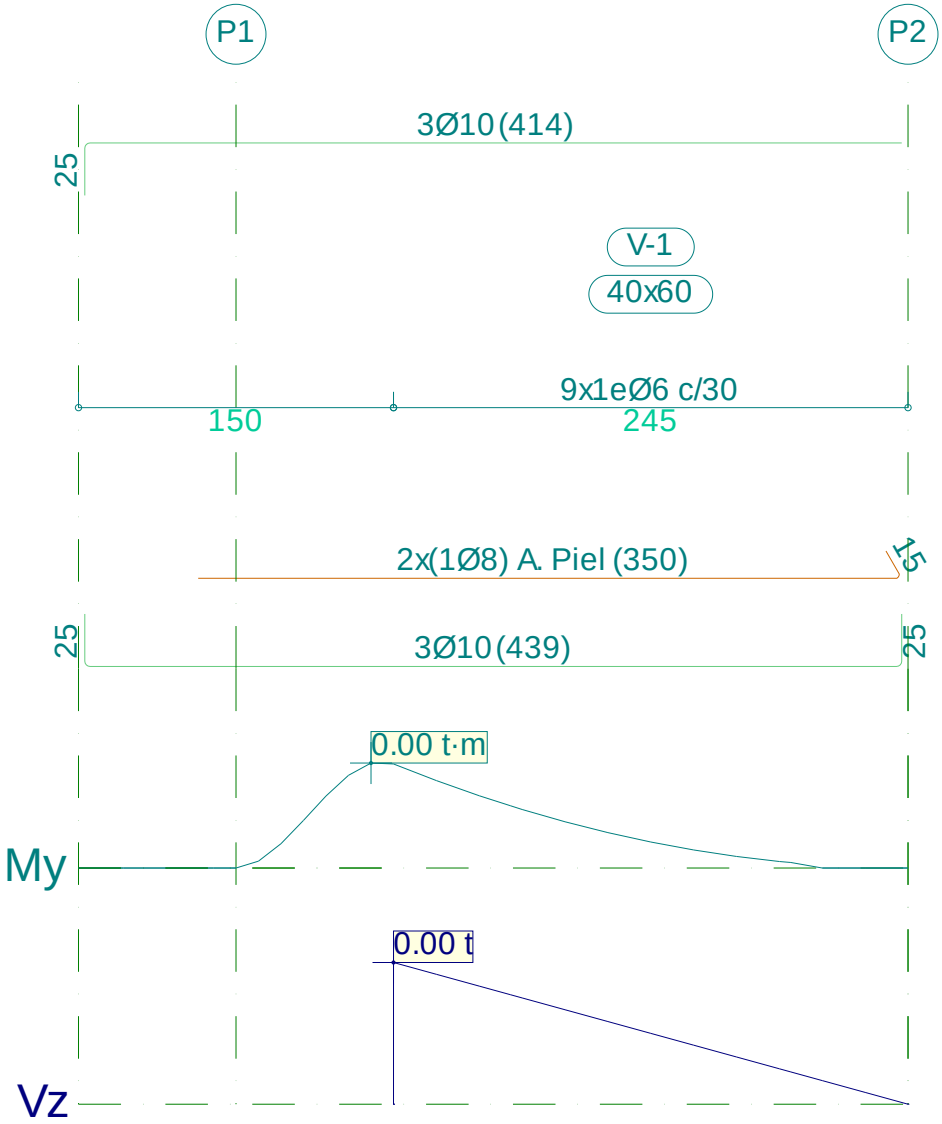
Notación:
-: -
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.3.3. Comprobaciones de flecha

Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$ = L/350	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim}$ = Mín.(L/300, L/500+10.00)	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$ = L/400	Estado
V-1: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$: 7.00 mm	$f_{T,max}$: 0.00 mm $f_{T,lim}$: 8.17 mm	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 6.12 mm	CUMPLE

3.1.4. Listado de armados



Pórtico 4		Tramo: V-1		
Sección		40x60		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[t·m]	--	--	--
x	[m]	--	--	--
Momento máx.	[t·m]	--	--	--
x	[m]	--	--	--
Cortante mín.	[t]	--	--	--
x	[m]	--	--	--
Cortante máx.	[t]	0.00	0.00	0.00
x	[m]	0.00	0.82	1.63
Torsor mín.	[t]	--	--	--
x	[m]	--	--	--
Torsor máx.	[t]	--	--	--
x	[m]	--	--	--

Pórtico 4			Tramo: V-1		
Sección			40x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Área Sup.	[cm²]	Real	2.36	2.36	2.36
		Nec.	0.00	0.00	0.00
Área Inf.	[cm²]	Real	2.36	2.36	2.36
		Nec.	0.00	0.00	0.00
Área Transv.	[cm²/m]	Real	1.88	1.88	1.88
		Nec.	0.00	0.00	0.00
F. Sobrecarga			0.00 mm, <L/1000 (L: 2.45 m)		
F. Activa			0.00 mm, <L/1000 (L: 2.45 m)		
F. A plazo infinito			0.00 mm, <L/1000 (L: 2.45 m)		

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO DE CÁLCULO 11

ANCLAJE DE CODO DN700 EN ESTACIÓN DE BOMBEO

Índice:

1. INTRODUCCIÓN 2
2. CÁLCULO DE ESFUERZOS 5
3. DISEÑO DE ANCLAJE 6
4. EMPOTRAMIENTO EN LA PARED DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO 7

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tipología de anclaje

La estación de bombeo se encuentra en un sótano a unos 3 metros de profundidad. Las paredes y el suelo son de hormigón armado. La impulsión arranca de las bombas, sube por la pared y la atraviesa para conectarse a la tubería de impulsión en la arqueta exterior, tal como se ve en la foto. La tubería de impulsión de la arqueta exterior es DN 700 y las piezas embridadas de la estación de bombeo van desde DN 250 hasta DN 400, todas ellas en PN 16

Figura 1 Una de las bombas existentes. La impulsión remonta hasta la arqueta exterior

Se puede observar que el codo tiene un anclaje lateral, del que ya se habló en el cálculo del anclaje de la arqueta exterior y otro superior

En esta foto hecha desde la arqueta exterior se observa con nitidez el anclaje superior del codo

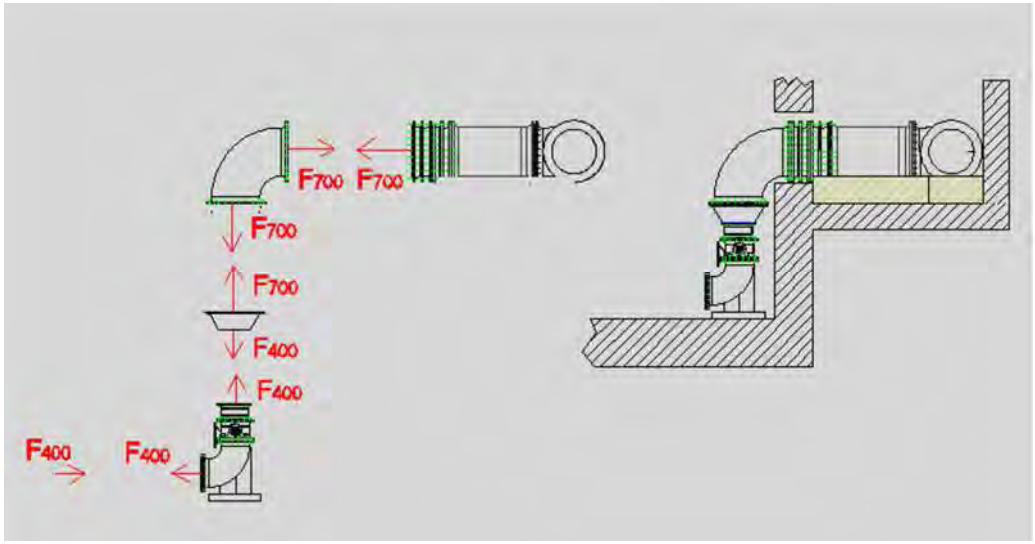
Las piezas son embridadas y los empujes se compensan entre sí, pero es necesario anclarlas para rigidizarlas frente a las vibraciones.

Las piezas de la nueva instalación van desde DN 250(salida de la bomba) a DN 700. La magnitud de los empujes que se presentan dependen del diámetro de la pieza. En este caso tenemos empujes de piezas de diámetro DN 700 (F700) y piezas de diámetro DN 400 (F400)

Se pueden dar dos situaciones:

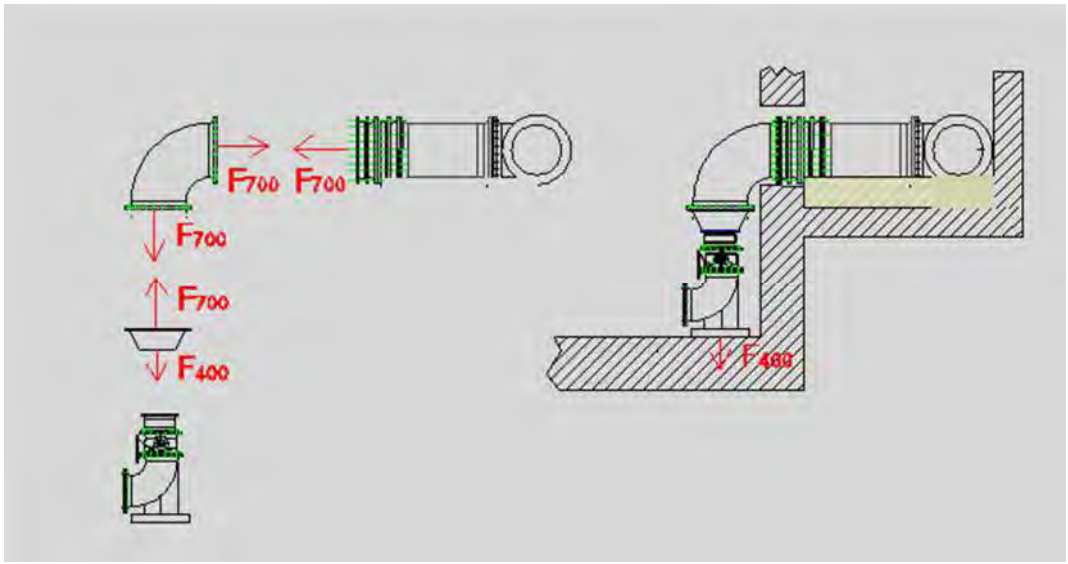
1) Funcionamiento normal

En este caso aparecen empujes a lo largo de las piezas embridadas que se compensan entre sí.



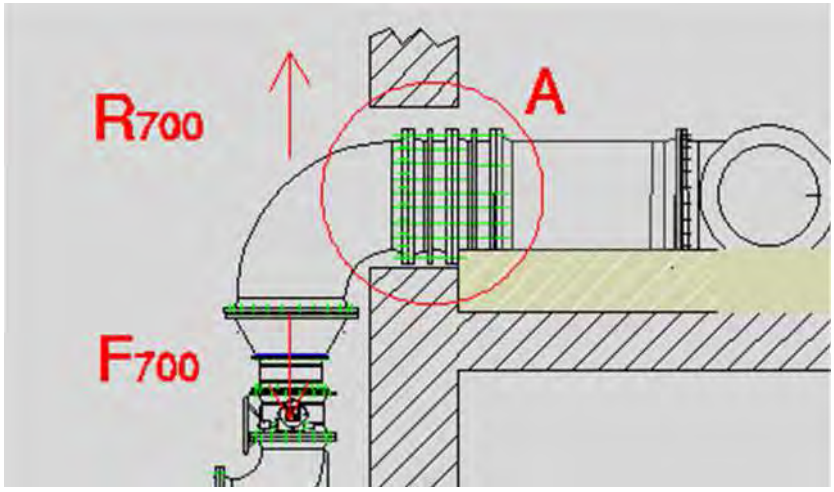
1) Funcionamiento golpe de ariete

En este caso, debido a la acción de la válvula antirretorno aparecen empujes a lo largo de las piezas embridadas que se compensan entre sí salvo un empuje en vertical en el codo de pie de pato, que recibe la losa de la estación de bombeo. En lo que respecta a la losa de la estación de bombeo, esta situación es equivalente al funcionamiento actual del bombeo ya que existe un codo en pie de pato DN 400 en la misma posición y el golpe de ariete máximo es igual en la situación actual y en la de proyecto (ver anejo 12)



Independientemente de que los empujes se compensen es necesario reponer el anclaje superior del codo para absorber las vibraciones verticales. El anclaje se calculará para que sea capaz de soportar un empuje vertical F700

Las vibraciones horizontales estarían suficientemente absorbidas por el anclaje de la tubería en la arqueta exterior.



1.2. Normativa

La normativa aplicada para el dimensionamiento de la estructura es la siguiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural. (EHE 08).
- Los materiales considerados son los siguientes: Hormigón:
- Hormigón en estructura: HA-25/B/20/IV

2. CÁLCULO DE ESFUERZOS

Se consideran dos situaciones

Situación 1: Golpe de ariete
Presión máxima:
P=200 m.c.a.
Q= 0 m^3/h (0.511 m^3/s)
W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)

Luego los empujes serían:

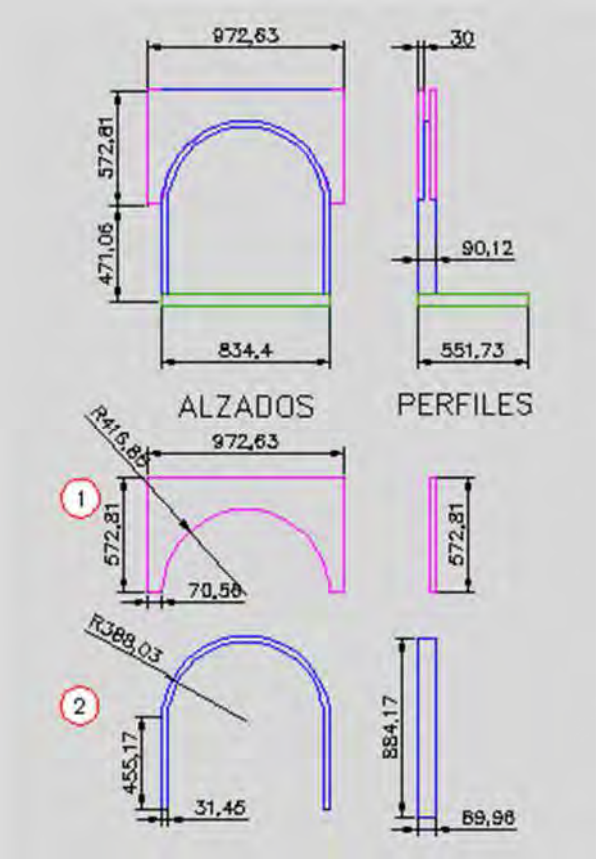
$$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$$

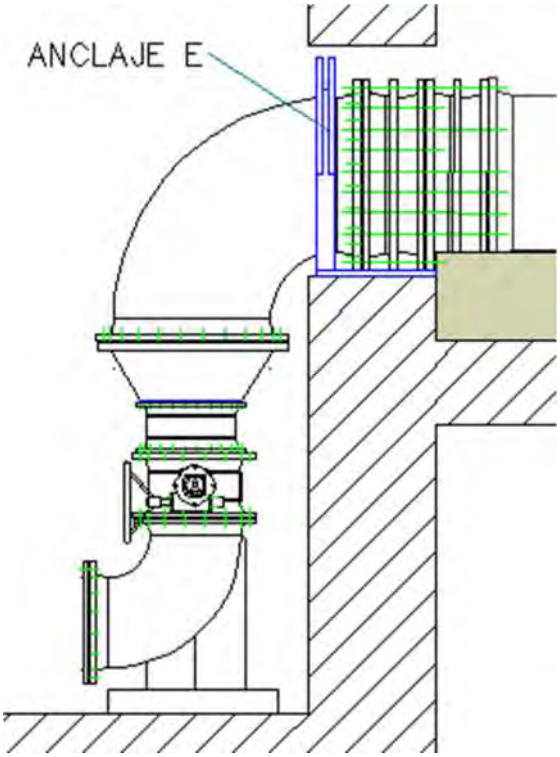
F=200 x9810x 0,389 = 763218 N
Como se trata de una situación accidental lo ponderamos con un coeficiente 1,1, lo que nos da 839539,8 N

Situación 2: Funcionamiento con dos bombas en el Caso 3.2 del anejo 12
Presión máxima:
P=166 m.c.a. Q= 1735 m^3/h (0,48 m^3/s)
W_2= 0,389 m^2 (para DN 700)
Luego los empujes serían:
$$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$$
F1=166x9810 x 0,389 +1000 x 0,48 x 1,23=634061 N
Como se trata de una situación habitual lo ponderamos con un coeficiente 1,5, lo que nos da 951091,5 N, siendo este el caso más desfavorable.
Luego, para nuestro cálculo R700= 951091,5 N.

3. DISEÑO DE ANCLAJE

Se diseña un anclaje con 3 elementos de acero laminado s275JR soldados entre sí, con la finalidad de trasladar el empuje vertical de la tubería a la pared de la estación de bombeo. Se colocará sujetando el codo en el orificio de la pared de la estación de bombeo.

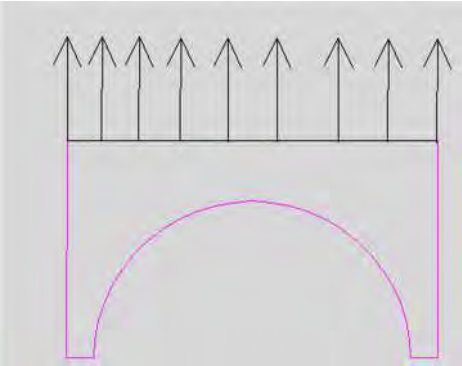




Dimensiones en milímetros

El anclaje E está formado por tres elementos La carga que debe resistir es la correspondiente a la situación 2

Elemento 1

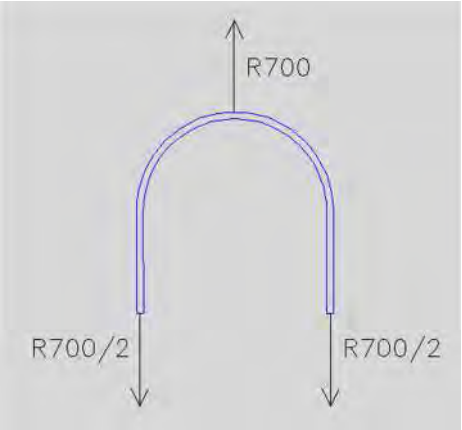


El elemento 1 es una placa que recibe la carga R700 repartida.

Como hay dos elementos 1, cada una de ellas soportará una carga de R700/2 repartido a lo largo de 0,97m de su anchura.

En el apéndice 1 se puede observar la comprobación realizada con el programa Cype

Elemento 2

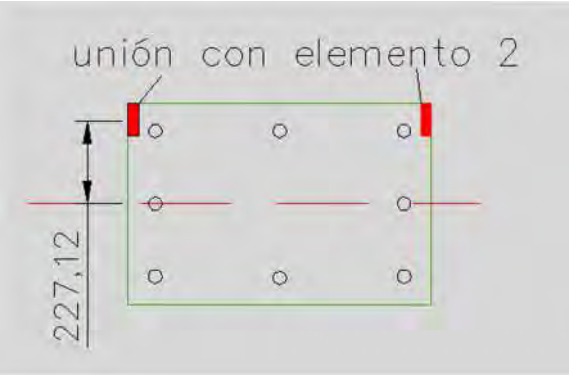


El elemento 2 es un zuncho de 90x30 mm. de sección sometido a una carga axil. No se considera el esfuerzo a flexión porque lo absorbe el elemento 1

El elemento 2 está sometido a tracción R700/2=475.545,75 N y tiene una sección de 30x90= 2700 mm^2

475545,75/2700=176,12 N/mm^2 que es inferior a 275/1,1 N/mm^2

Elemento 3



El elemento 3 es una placa de anclaje de 75 mm. de espesor que va a recibir las cargas del elemento 2 y las traslada a la pared de hormigón armado de la estación por medio de 8 pernos El elemento 2 está sometido a flexión y se comprueba para la distancia más desfavorable hasta una línea de pernos

R700/2=475.545,75 N y tiene una sección de 30x90= 2700 mm^2

M= 951092 x 0.22 = 209240,24 N x m. El elemento 2 trabaja como una pieza sometida a flexión, su canto es 7,5cm. y la dimensión L=0.97m.

$$\sigma ct = \frac{6M}{L \times b^2} = 230 \text{ N/mm2, que es inferior a 275/1,1 N/mm2, luego la pieza cumple}$$

4. EMPOTRAMIENTO EN LA PARED DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

La pared de la estación de bombeo es de hormigón armado HA-25. Tiene un armado vertical por cada car de redondos de 20 mm de diámetro, separados 26 cm. y un armado horizontal de redondos de 16 mm. separados 20 cm.

El elemento 3 transmite una carga a tracción por medio de 8 varillas de métrica M36 de acero galvanizado 8.8 de 0,5 m de longitud con adhesivo químico y con una resistencia mínima de 143 KN, lo que permite absorber R700 que es de 950 KN

El número de barras longitudinales de acero B500S, de 20 mm. de diámetro (3,14 cm2) necesarios para resistir el esfuerzo que provoca R700 a tracción:

$N \cdot \pi \cdot \varnothing 2/4 \cdot 5100/1{,}1 > Fx^* = 95.109$ Kg $\Rightarrow$ $N > 6{,}51$

Bajo una sección de 1 m. de muro hay 8 pernos de diámetro 20 mm

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO 11

APÉNDICE 1

Listados de comprobación de elemento 1

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA..... 2
1.1. Normas consideradas..... 2
1.2. Estados límite..... 2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....2

2. ESTRUCTURA..... 4
2.1. Pórtico 5..... 4
2.1.1. Geometría.....4
2.1.2. Cargas.....4

3. RESULTADOS..... 5
3.1. Pórtico 5..... 5
3.1.1. Resultados por hipótesis.....5
3.1.2. Comprobaciones.....5
3.1.3. Resumen de las comprobaciones..... 11

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Hormigón: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

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

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

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

E.L.S. Fisuración. Hormigón: EHE-08

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300

E.L.S. Flecha. Hormigón: EHE-08
E.L.S. Flecha. Acero laminado: CTE DB SE-A

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	0.700

Frecuente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.500	0.300

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

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

2. ESTRUCTURA

2.1. Pórtico 5

2.1.1. Geometría

2.1.1.1. Nudos

Nudos	
Nudo	Descripción
P1	Pilar pasante
P2	Pilar pasante

2.1.1.2. Vigas

Vigas			
Viga	Descripción	Luz libre (m)	Longitud libre de la viga (m)
P1/P2	FL 160 x 30	0.80	0.80

2.1.2. Cargas

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: t/m.

P1/P2									
Hipótesis	Tipo	Valores		Posiciones		Dirección			
		P1	P2	L1	L2	Ejes	X	Y	Z
Q 1	Uniforme	40.000	--	--	--	Globales	0.0	0.0	-1.0

P1/P2									
Hipótesis	Tipo	Valores		Posiciones		Dirección			
		P1	P2	L1	L2	Ejes	X	Y	Z
Peso propio	Uniforme	0.001	--	--	--	Globales	0.0	0.0	-1.0
	Uniforme	0.010	--	--	--	Globales	0.0	0.0	-1.0

3. RESULTADOS

3.1. Pórtico 5

3.1.1. Resultados por hipótesis

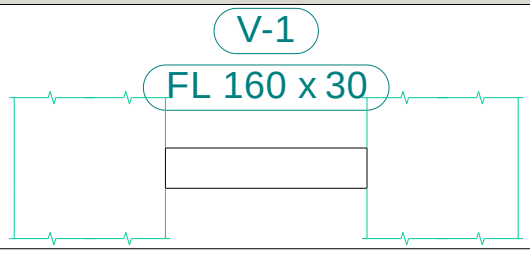
3.1.1.1. Vigas

Viga P1/P2						
Hipótesis	Esf.	Posiciones				
		0.00	0.20	0.40	0.60	0.80
Peso propio	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q 1	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vz	16.00	8.00	0.00	-8.00	-16.00
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	My	-2.13	0.27	1.07	0.27	-2.13
	Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3.1.2. Comprobaciones

3.1.2.1. V-1: P1 - P2

3.1.2.1.1. Descripción

Datos de la viga	
	Geometría
	Referencia del perfil : FL 160 x 30
	Materiales
	Acero : S275

3.1.2.1.2. Comprobaciones de resistencia

V-1: P1 - P2

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.972 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo P1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 3.201 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{el,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 3.293 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 3

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3. $W_{el,y}$: 128.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $`l_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$`l_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{el,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$`l_{LT}^{+}$: 0.00

$$\bar{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{el,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$`l_{LT}^{-}$: 0.31

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^{+} : ∞

M_{cr}^{-} : 36.913 t·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_c^2} \cdot \left\{ \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_c^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right)^2 \right]^{0.5} - \left(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j \right) \right\}$$

Siendo:

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	36.00	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	126.58	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	3072.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E :	2140673	kp/cm²
G: Módulo de elasticidad transversal.	G :	825688	kp/cm²
L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^+ :	0.000	m
L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^- :	0.800	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
C_2: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_2 :	1.00	
C_3: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_3 :	1.00	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	k_z^+ :	0.00	
	k_z^- :	1.00	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	k_w^+ :	0.00	
	k_w^- :	1.00	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	z_g :	0.00	mm

$$z_g = z_a - z_s$$

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	z_a :	0.00	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	z_s :	0.00	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	z_j :	0.00	mm

$$z_j = z_s - 0.5 \cdot \int_A \left(y^2 + z^2 \right) \cdot \left(z / I_Y \right) \cdot dA$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.337 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo P1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 24.006 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 71.296 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 48.00 cm²

$$A_V = h \cdot t$$

Siendo:

h: Canto de la sección. h : 160.00 mm

t: Espesor de la chapa. t : 30.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2701.33 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

24.006 t ≤ 35.648 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo P1, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 24.006 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 71.296 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.2.1.3. Comprobaciones de flecha

Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$ = L/350	Instantánea (Cuasipermanente) $f_{i,tot,max} \leq f_{i,tot,lim}$ $f_{i,tot,lim}$ = L/300	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$ = L/400	Estado
$f_{i,Q}$: 0.29 mm $f_{i,Q,lim}$: 2.29 mm	$f_{i,tot,max}$: 0.09 mm $f_{i,tot,lim}$: 2.67 mm	$f_{A,max}$: 0.29 mm $f_{A,lim}$: 2.00 mm	CUMPLE

Flecha total instantánea para el conjunto de las cargas de tipo "Sobrecarga" para la combinación "Característica" de acciones

La flecha máxima se produce en la sección "0.40 m" para la combinación de acciones: Peso propio+Q 1

$f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ 0.29 mm ≤ 2.29 mm ✓

$f_{i,Q,lim}$: límite establecido para la flecha instantánea producida por las sobrecargas de uso $f_{i,Q,lim}$: 2.29 mm

$f_{i,Q,lim}$ = L/350

L: longitud de referencia L : 0.80 m

$f_{i,Q}$: flecha instantánea producida por las sobrecargas de uso aplicadas $f_{i,Q}$: 0.29 mm

Flecha total instantánea para la combinación "Cuasipermanente" de acciones

La flecha máxima se produce en la sección "0.40 m" para la combinación de acciones: Peso propio+0.3Q 1

$f_{i,tot,max} \leq f_{i,tot,lim}$ 0.09 mm ≤ 2.67 mm ✓

$f_{i,tot,lim}$: límite establecido para la flecha total instantánea $f_{i,tot,lim}$: 2.67 mm

$f_{i,tot,lim}$ = L/300

L: longitud de referencia L : 0.80 m

$f_{i,tot,max}$: valor máximo de la flecha total instantánea $f_{i,tot,max}$: 0.09 mm

Flecha activa a partir del instante "3 meses", para la combinación de acciones "Característica"

La flecha máxima se produce en la sección "0.40 m" para la combinación de acciones: Peso propio+Q 1

$f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ 0.29 mm ≤ 2.00 mm ✓

$f_{A,lim}$: límite establecido para la flecha activa $f_{A,lim}$: 2.00 mm

$f_{A,lim}$ = L/400

L: longitud de referencia L : 0.80 m

$f_{A,max}$: flecha activa máxima producida a partir del instante "3 meses" $f_{A,max}$: 0.29 mm

$f_{A,max} = f_T - f_i\ (t = t_{ed})$

f_T: flecha instantánea máxima f_T : 0.29 mm

$f_i\ (t = t_{ed})$: flecha instantánea en el instante $t = t_{ed}$ $f_i\ (t = t_{ed})$: 0.00 mm

t_{ed}: Construcción del elemento dañable t_{ed} : 3 meses

3.1.3. Resumen de las comprobaciones

3.1.3.1. Comprobaciones de resistencia

Tramo	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
V-1: P1 - P2	N.P.[1]	N_{Ed} = 0.00 N.P.[2]	N_{Ed} = 0.00 N.P.[3]	x: 0 m η = 97.2	M_{Ed} = 0.00 N.P.[4]	x: 0 m η = 33.7	V_{Ed} = 0.00 N.P.[5]	x: 0 m η < 0.1	N.P.[6]	N.P.[7]	N.P.[8]	M_{Ed} = 0.00 N.P.[9]	N.P.[10]	N.P.[10]	CUMPLE h = 97.2

Notación:
`l: Limitación de esbeltez
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
[2] La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
[3] La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
[4] La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
[5] La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
[6] No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
[7] No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
[8] No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
[9] La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
[10] No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.3.2. Comprobaciones de flecha

Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim}$ = L/350	Instantánea (Cuasipermanente) $f_{i,tot,max} \leq f_{i,tot,lim}$ $f_{i,tot,lim}$ = L/300	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$ = L/400	Estado
V-1: P1 - P2	$f_{i,Q}$: 0.29 mm $f_{i,Q,lim}$: 2.29 mm	$f_{i,tot,max}$: 0.09 mm $f_{i,tot,lim}$: 2.67 mm	$f_{A,max}$: 0.29 mm $f_{A,lim}$: 2.00 mm	CUMPLE

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

Anejo Nº 10 Cálculos estructurales

DEPÓSITO REGULADOR DE LAS AGUAS REGENERADAS DE LA EDAR DE BARRANCO SECO EN EL FONDILLO

T.M. LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ANEXO DE CÁLCULO 12

APOYO EN ASPIRACIÓN

Índice:

1. INTRODUCCIÓN 2
2. CÁLCULO DE ESFUERZOS 4
3. DISEÑO APOYO DE ASPIRACIÓN 5

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tipología de anclaje

La aspiración de la bomba elevada, lo que obliga a la instalación de un apoyo. La tubería arranca de la aspiración DN 700 y llega hasta la aspiración superior de la bomba. Dicha tubería no se apoya, pues queda unida a ella por medio de un manguito Durante el funcionamiento está sometido a un empuje debido a la carga hidráulica a depósito lleno.

Por lo tanto, tenemos dos situaciones:

Situación 1. Parada de bombas con tubería llena

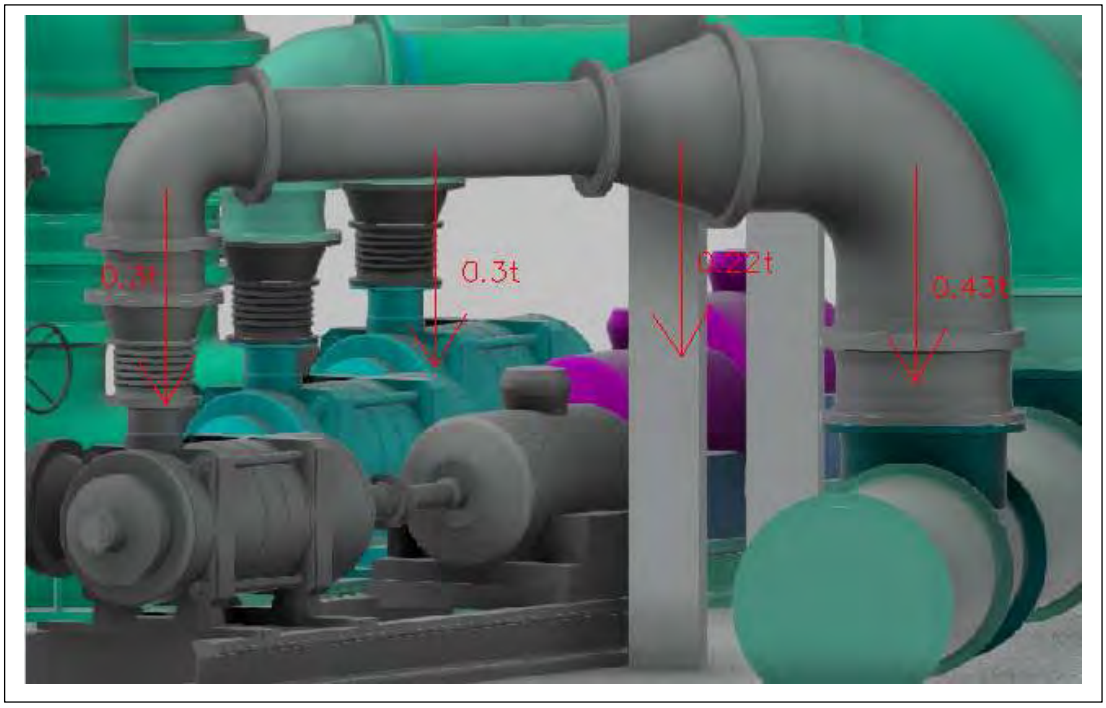
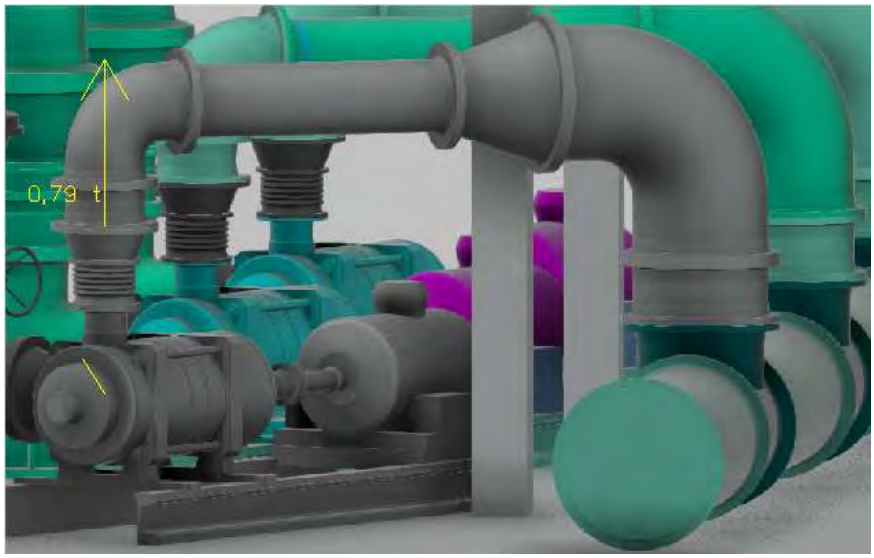


Figura 1instalación hidráulica de aspiración

En este caso la tubería está sometida a su propio peso y al peso del agua que contiene

Situación 2. Las bombas en marcha. Se produce un empuje en la salida DN 300 debido a la carga hidrostático con el depósito lleno (9 m) y al caudal más desfavorable (caso 2.2) de 1.111 m3/h



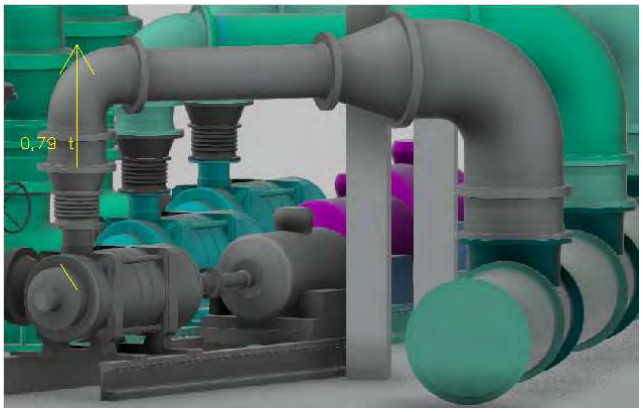
Es necesario colocar un apoyo que soporte la tubería y que tenga un zuncho que impida las vibraciones para evitar solicitaciones en la tubería

1.2. Normativa

La normativa aplicada para el dimensionamiento de la estructura es la siguiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural. (EHE 08).
- Los materiales considerados son los siguientes: Hormigón:
- Hormigón en estructura: HA-30/B/20/IV

2. CÁLCULO DE ESFUERZOS



Se consideran dos situaciones

Situación1: llenado de depósito viejo

Con T9 al máximo Caso 2.2.

Presión máxima:

P=9,0 m.c.a. (T9 lleno)

Q= 1.111m^3/h (0.308 m^3/s)

W_1= 0,075 m^2 (para DN 300)

Luego los empujes hacia arriba serían:

El empuje sería

$F = P \cdot W_2 + \rho \cdot q \cdot U_2$

F=9x9810x 0,075+1000 x 0,308 x 4,13= 7893 N; lo que provoca una reacción hacia arriba de 0,79 t

Las cargas verticales hacia abajo se corresponden con el peso de la tubería, los accesorios y el agua que contiene, siendo dichas cargas:

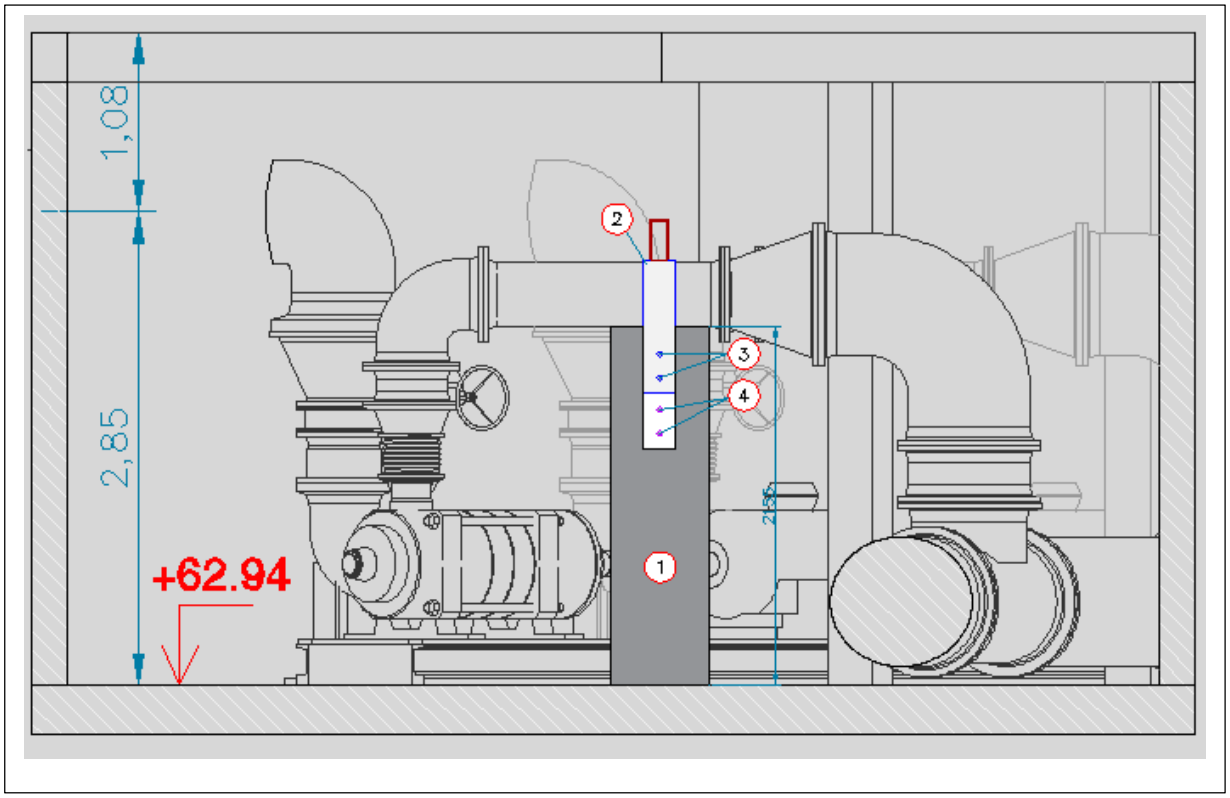
- Codo de DN 400 + reducción DN 400-DN 300: 0,3 t
- Tubería embridada DN 400 de 1,5 m: 0,3 t
- Reducción DN 700 – DN 400: 0,22t
    - Total 0,82 t

Las componentes verticales se contrarrestan entre sí.

Situación2: Bomba parada. Sol hay cargas gravitatorias con un valor de 0,82 T. Esta situación es la más desfavorable

3. DISEÑO APOYO DE ASPIRACIÓN

Se diseña un apoyo de hormigón armado con una sección de 0,6x0,4 de HA 30/B/20/IV con un zuncho metálico para evitar vibraciones



La tubería está simplemente apoyada sobre el apoyo, luego la sección trabaja a compresión. Esta sección de hormigón en HA 30 resiste a compresión 720 t, y se le pide que resista 0,83 t con lo que se le pone la cuantía mínima, que es 0,004 x60 x40= 9,6 cm2, de acero lo que se cumple con 6 redondos de 16 mm de diámetro.

También hay que poner estribos de 8 mm cada 30 cemtro.