

**ANEJO N°&
CÁLCULO DE MUROS**

ANEJO Nº2

CÁLCULO DE MUROS

El cálculo de los empujes de las tierras en el trasdós de los muros se realiza utilizando las hipótesis de Coulomb:

- La línea de rotura es una recta que pasa por el pie del trasdós del muro
- Se supone una ley de empujes triangular:

$$e(z) = K_a \gamma z$$

Siendo:

K_a coeficiente de empuje activo
 γ densidad del relleno
 z profundidad

- El coeficiente de empuje activo se calcula con la siguiente expresión:

$$K_a = \left(\frac{\sec \alpha \cos(\phi - \alpha)}{\sqrt{\cos(\alpha + \delta)} \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\beta - \alpha)}}} \right)^2$$

Siendo:

α : Ángulo que forma el trasdós del muro con la vertical.

β : Ángulo que forma el relleno situado en el trasdós con la horizontal.

δ : Adhesión entre el relleno y el paramento.

ϕ : Ángulo de rozamiento interno del relleno.

- Coeficientes de seguridad exigidos:

Coeficiente de seguridad al vuelco: $C_v = 1.80$

Coeficiente de seguridad al deslizamiento: $C_d = 1,50$

CÁLCULO DE MUROS

El cálculo se realiza con la ayuda de una hoja de cálculo creada con el programa Excel. En los listados que se adjuntan, se reflejan los resultados del cálculo, con los esfuerzos y los coeficientes de seguridad resultantes.

El cálculo de las armaduras se hace siguiendo los criterios de la Norma EHE de hormigón estructural.

MUROS CON PUNTERA

MURO DE 1,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	10,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad terreno	γ_t	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,50 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	1,00 m
Ancho en coronación	c	0,25 m
Ángulo trasdós	α_1	0,00 °
Ángulo intradós	α_2	0,00 °
Vuelo intradós	v_i	0,20 m
Vuelo trasdós	v_d	0,35 m
Canto zapata	h	0,25 m
Ancho total de la zapata	B	0,80 m
Ángulo beta del terreno	β	0,00 °
Altura del nivel freático trasdós	hnf1	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	hnf2	0,00 m
Sobrecarga en el trasdós	q	1,00 t/m ²

Coefficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,304
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,054
Coefficiente de rozamiento	μ	0,675

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje horiz. de tierras en trasdós	0,854	0,509	0,435
Empuje vert. De tierras en trasdós	0,151	0,450	0,068
Empuje hidr. Trasdós	0,000	0,000	0,000
Empuje hidr. Intradós	0,000	0,000	0,000
Peso muro	1,125	0,358	0,403
Peso tierras trasdós	0,700	0,625	0,438
Peso intradós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Momento volcador en A	0,367
Momento estabilizador en A	0,841
Resultante vertical	1,976
Empuje horizontal total	0,854
Coef. De rozamiento	0,675

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	2,29
Coef. Seg. al deslizamiento	1,56

Tensiones en el terreno

Tensión A (Kp/cm2)	0,55
Tensión B (Kp/cm2)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	0,719
Ancho de la zapata (m)	0,800

Características de los materiales

Resistencia del hormigón	f_{ck} (Kp/cm ²)	250
Resistencia del acero	f_{yk} (Kp/cm ²)	5100

Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	γ_c	1,5
Coef. minoración del acero	γ_s	1,15

Coef. cargas desfavorables	γ_{fg}	1,6
Coef. cargas ctes favorables	γ_{fg}	0,9

Cuantías geométricas mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantía min vertical en alzado	0,9
Cuantía min horizontal en alzado	3,2
Cuantía min longitudinal en zapata	1,8
Cuantía min transversal en zapata	1,8

ARMADO DEL MURO

Armaduras longitudinales		Md	μ	As flex	C G M	C Mec M	n	ϕ	As nec	As	As total
Armadura vertical trasdos	n1	0,405	0,210	0,48	2,25	3,76	6,66	10	3,76	5,23	5,231
Armadura vertical intrados	n2	-	-	-	0,68	-	6,66	10	0,68	5,23	5,231
Armadura longitudinal en zapata	n4	0,235	0,210	0,22	4,50	3,76	6,66	10	4,50	5,23	5,231
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	-	-	4,00	-	6,66	10	4,00	5,23	5,231
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	-	-	2,25	-	6,66	10	2,25	5,23	5,231

Comprobación a cortante	b (m)	d (m)	Vd (t)	ξ	ρ	Vcu	f _{yd}	Vsu	As cort	Cuantía min	As nec
S1	1,00	0,21	0,97	1,98	0,002	9,16	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S3	1,00	0,21	0,00	1,98	0,002	9,16	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S4	1,00	0,21	0,58	1,98	0,002	9,16	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00

MURO DE 2,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	10,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad terreno	γ_t	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,50 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	2,00 m
Ancho en coronación	c	0,25 m
Ángulo trasdós	α_1	0,00 °
Ángulo intradós	α_2	0,00 °
Vuelo intradós	v_i	0,30 m
Vuelo trasdós	v_d	0,65 m
Canto zapata	h	0,30 m
Ancho total de la zapata	B	1,20 m
Ángulo beta del terreno	β	0,00 °
Altura del nivel freático trasdós	hnf1	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	hnf2	0,00 m
Sobrecarga en el trasdós	q	1,00 t/m ²

Coefficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,304
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,054
Coefficiente de rozamiento	μ	0,675

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje horiz. de tierras en trasdós	2,306	0,883	2,036
Empuje vert. De tierras en trasdós	0,407	0,550	0,224
Empuje hidr. Trasdós	0,000	0,000	0,000
Empuje hidr. Intradós	0,000	0,000	0,000
Peso muro	2,150	0,498	1,071
Peso tierras trasdós	2,600	0,875	2,275
Peso intradós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Momento volcador en A	1,812
Momento estabilizador en A	3,346
Resultante vertical	5,157
Empuje horizontal total	2,306
Coef. De rozamiento	0,675

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	1,85
Coef. Seg. al deslizamiento	1,51

Tensiones en el terreno

Tensión A (Kp/cm2)	1,16
Tensión B (Kp/cm2)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	0,893
Ancho de la zapata (m)	1,200

Características de los materiales

Resistencia del hormigón	f_{ck} (Kp/cm ²)	250
Resistencia del acero	f_{yk} (Kp/cm ²)	5100

Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	γ_c	1,5
Coef. minoración del acero	γ_s	1,15

Coef. cargas desfavorables	γ_{fg}	1,6
Coef. cargas ctes favorables	γ_{fg}	0,9

Cuantías geométricas mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantía min vertical en alzado	0,9
Cuantía min horizontal en alzado	3,2
Cuantía min longitudinal en zapata	1,8
Cuantía min transversal en zapata	1,8

ARMADO DEL MURO

Armaduras longitudinales		Md	μ	As flex	C G M	C Mec M	n	ϕ	As nec	As	As total
Armadura vertical trasdos	n1	2,268	0,210	2,71	2,25	3,76	5	12	3,76	5,65	5,655
Armadura vertical intrados	n2	-	-	-	0,68	-	6,66	10	0,68	5,23	5,231
Armadura longitudinal en zapata	n4	1,527	0,260	1,15	5,40	4,51	5	12	5,40	5,65	5,655
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	-	-	4,00	-	6,66	10	4,00	5,23	5,231
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	-	-	2,70	-	6,66	10	2,70	5,23	5,231

Comprobación a cortante	b (m)	d (m)	Vd (t)	ξ	ρ	Vcu	f _{yd}	Vsu	As cort	Cuantía min	As nec
S1	1,00	0,21	2,92	1,98	0,003	9,40	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S3	1,00	0,26	0,51	1,88	0,002	10,30	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S4	1,00	0,26	2,92	1,88	0,002	10,30	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00

MURO DE 3,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	10,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad terreno	γ_t	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,50 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	3,00 m
Ancho en coronación	c	0,30 m
Ángulo trasdós	α_1	0,00 °
Ángulo intradós	α_2	0,00 °
Vuelo intradós	v_i	0,40 m
Vuelo trasdós	v_d	1,00 m
Canto zapata	h	0,35 m
Ancho total de la zapata	B	1,70 m
Ángulo beta del terreno	β	0,00 °
Altura del nivel freático trasdós	hnf1	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	hnf2	0,00 m
Sobrecarga en el trasdós	q	1,00 t/m ²

Coefficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,304
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,054
Coefficiente de rozamiento	μ	0,675

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje horiz. de tierras en trasdós	4,427	1,245	5,511
Empuje vert. De tierras en trasdós	0,781	0,700	0,546
Empuje hidr. Trasdós	0,000	0,000	0,000
Empuje hidr. Intradós	0,000	0,000	0,000
Peso muro	3,738	0,669	2,502
Peso tierras trasdós	6,000	1,200	7,200
Peso intradós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Momento volcador en A	4,965
Momento estabilizador en A	9,702
Resultante vertical	10,518
Empuje horizontal total	4,427
Coef. De rozamiento	0,675

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	1,95
Coef. Seg. al deslizamiento	1,60

Tensiones en el terreno

Tensión A (Kp/cm2)	1,56
Tensión B (Kp/cm2)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	1,351
Ancho de la zapata (m)	1,700

Características de los materiales

Resistencia del hormigón	f_{ck} (Kp/cm ²)	250
Resistencia del acero	f_{yk} (Kp/cm ²)	5100

Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	γ_c	1,5
Coef. minoración del acero	γ_s	1,15

Coef. cargas desfavorables	γ_{fg}	1,6
Coef. cargas ctes favorables	γ_{fg}	0,9

Cuantías geométricas mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantía min vertical en alzado	0,9
Cuantía min horizontal en alzado	3,2
Cuantía min longitudinal en zapata	1,8
Cuantía min transversal en zapata	1,8

ARMADO DEL MURO

Armaduras longitudinales		Md	μ	As flex	C G M	C Mec M	n	ϕ	As nec	As	As total
Armadura vertical trasdos	n1	6,562	0,260	6,32	2,70	4,51	6,66	12	6,32	7,53	7,532
Armadura vertical intrados	n2	-	-	-	0,81	-	6,66	10	0,81	5,23	5,231
Armadura longitudinal en zapata	n4	5,023	0,310	3,18	6,30	5,26	6,66	12	6,30	7,53	7,532
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	-	-	4,80	-	6,66	10	4,80	5,23	5,231
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	-	-	3,15	-	6,66	10	3,15	5,23	5,231

Comprobación a cortante	b (m)	d (m)	Vd (t)	ξ	ρ	Vcu	f _{yd}	Vsu	As cort	Cuantía min	As nec
S1	1,00	0,26	5,83	1,88	0,003	11,33	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S3	1,00	0,31	1,65	1,80	0,002	12,24	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S4	1,00	0,31	6,99	1,80	0,002	12,24	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00

MURO DE 4,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	10,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad terreno	γ_t	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,50 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	4,00 m
Ancho en coronación	c	0,35 m
Ángulo trasdós	α_1	0,00 °
Ángulo intradós	α_2	0,00 °
Vuelo intradós	v_i	0,55 m
Vuelo trasdós	v_d	1,25 m
Canto zapata	h	0,40 m
Ancho total de la zapata	B	2,15 m
Ángulo beta del terreno	β	0,00 °
Altura del nivel freático trasdós	hnf1	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	hnf2	0,00 m
Sobrecarga en el trasdós	q	1,00 t/m ²

Coefficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,304
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,054
Coefficiente de rozamiento	μ	0,675

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje horiz. de tierras en trasdós	7,218	1,602	11,566
Empuje vert. De tierras en trasdós	1,273	0,900	1,145
Empuje hidr. Trasdós	0,000	0,000	0,000
Empuje hidr. Intradós	0,000	0,000	0,000
Peso muro	5,650	0,858	4,849
Peso tierras trasdós	10,000	1,525	15,250
Peso intradós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Momento volcador en A	10,421
Momento estabilizador en A	20,099
Resultante vertical	16,923
Empuje horizontal total	7,218
Coef. De rozamiento	0,675

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	1,93
Coef. Seg. al deslizamiento	1,58

Tensiones en el terreno

Tensión A (Kp/cm2)	1,97
Tensión B (Kp/cm2)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	1,716
Ancho de la zapata (m)	2,150

Características de los materiales

Resistencia del hormigón	f_{ck} (Kp/cm ²)	250
Resistencia del acero	f_{yk} (Kp/cm ²)	5100

Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	γ_c	1,5
Coef. minoración del acero	γ_s	1,15

Coef. cargas desfavorables	γ_{fg}	1,6
Coef. cargas ctes favorables	γ_{fg}	0,9

Cuantías geométricas mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantía min vertical en alzado	0,9
Cuantía min horizontal en alzado	3,2
Cuantía min longitudinal en zapata	1,8
Cuantía min transversal en zapata	1,8

ARMADO DEL MURO

Armaduras longitudinales		Md	μ	As flex	C G M	C Mec M	n	ϕ	As nec	As	As total
Armadura vertical trasdos	n1	14,257	0,310	11,52	3,15	5,26	6,66	16	11,52	13,39	13,391
Armadura vertical intrados	n2	-	-	-	0,95	-	6,66	16	0,95	13,39	13,391
Armadura longitudinal en zapata	n4	10,314	0,360	5,62	7,20	6,01	6,66	16	7,20	13,39	13,391
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	-	-	5,60	-	5	12	5,60	5,65	5,655
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	-	-	3,60	-	5	12	3,60	5,65	5,655

Comprobación a cortante	b (m)	d (m)	Vd (t)	ξ	ρ	Vcu	f _{yd}	Vsu	As cort	Cuantía min	As nec
S1	1,00	0,31	9,72	1,80	0,004	14,83	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S3	1,00	0,36	4,41	1,75	0,004	15,86	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S4	1,00	0,36	11,74	1,75	0,004	15,86	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00

MURO DE 5,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	10,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad terreno	γ_t	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,50 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	5,00 m
Ancho en coronación	c	0,40 m
Ángulo trasdós	α_1	0,00 °
Ángulo intradós	α_2	0,00 °
Vuelo intradós	v_i	0,70 m
Vuelo trasdós	v_d	1,50 m
Canto zapata	h	0,50 m
Ancho total de la zapata	B	2,60 m
Ángulo beta del terreno	β	0,00 °
Altura del nivel freático trasdós	hnf1	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	hnf2	0,00 m
Sobrecarga en el trasdós	q	1,00 t/m ²

Coefficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,304
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,054
Coefficiente de rozamiento	μ	0,675

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje horiz. de tierras en trasdós	10,860	1,974	21,442
Empuje vert. De tierras en trasdós	1,915	1,100	2,106
Empuje hidr. Trasdós	0,000	0,000	0,000
Empuje hidr. Intradós	0,000	0,000	0,000
Peso muro	8,250	1,058	8,725
Peso tierras trasdós	15,000	1,850	27,750
Peso intradós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Momento volcador en A	19,335
Momento estabilizador en A	36,475
Resultante vertical	25,165
Empuje horizontal total	10,860
Coef. De rozamiento	0,675

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	1,89
Coef. Seg. al deslizamiento	1,56

Tensiones en el terreno

Tensión A (Kp/cm ²)	2,46
Tensión B (Kp/cm ²)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	2,043
Ancho de la zapata (m)	2,600

Características de los materiales

Resistencia del hormigón	f_{ck} (Kp/cm ²)	250
Resistencia del acero	f_{yk} (Kp/cm ²)	5100

Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	γ_c	1,5
Coef. minoración del acero	γ_s	1,15

Coef. cargas desfavorables	γ_{fg}	1,6
Coef. cargas ctes favorables	γ_{fg}	0,9

Cuantías geométricas mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantía min vertical en alzado	0,9
Cuantía min horizontal en alzado	3,2
Cuantía min longitudinal en zapata	1,8
Cuantía min transversal en zapata	1,8

ARMADO DEL MURO

Armaduras longitudinales		Md	μ	As flex	C G M	C Mec M	n	ϕ	As nec	As	As total
Armadura vertical trasdos	n1	26,328	0,360	18,32	3,60	6,01	6,66	20	18,32	20,92	20,923
Armadura vertical intrados	n2	-	-	-	1,08	-	6,66	12	1,08	7,53	7,532
Armadura longitudinal en zapata	n4	18,732	0,460	7,98	9,00	7,52	6,66	20	9,00	20,92	20,923
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	-	-	6,40	-	6,66	12	6,40	7,53	7,532
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	-	-	4,50	-	6,66	12	4,50	7,53	7,532

Comprobación a cortante	b (m)	d (m)	Vd (t)	ξ	ρ	Vcu	f _{yd}	Vsu	As cort	Cuantía min	As nec
S1	1,00	0,36	14,58	1,75	0,006	18,40	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S3	1,00	0,46	6,77	1,66	0,005	20,60	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S4	1,00	0,46	17,45	1,66	0,005	20,60	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00

MURO DE 6,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	10,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad terreno	γ_t	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,50 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	6,00 m
Ancho en coronación	c	0,50 m
Ángulo trasdós	α_1	0,00 °
Ángulo intradós	α_2	0,00 °
Vuelo intradós	v_i	0,80 m
Vuelo trasdós	v_d	1,80 m
Canto zapata	h	0,60 m
Ancho total de la zapata	B	3,10 m
Ángulo beta del terreno	β	0,00 °
Altura del nivel freático trasdós	hnf1	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	hnf2	0,00 m
Sobrecarga en el trasdós	q	1,00 t/m ²

Coefficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,304
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,054
Coefficiente de rozamiento	μ	0,675

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje horiz. de tierras en trasdós	15,238	2,345	35,728
Empuje vert. De tierras en trasdós	2,687	1,300	3,493
Empuje hidr. Trasdós	0,000	0,000	0,000
Empuje hidr. Intradós	0,000	0,000	0,000
Peso muro	12,150	1,241	15,083
Peso tierras trasdós	21,600	2,200	47,520
Peso intradós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Momento volcador en A	32,235
Momento estabilizador en A	62,603
Resultante vertical	36,437
Empuje horizontal total	15,238
Coef. De rozamiento	0,675

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	1,94
Coef. Seg. al deslizamiento	1,61

Tensiones en el terreno

Tensión A (Kp/cm ²)	2,91
Tensión B (Kp/cm ²)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	2,500
Ancho de la zapata (m)	3,100

Características de los materiales

Resistencia del hormigón	f_{ck} (Kp/cm ²)	250
Resistencia del acero	f_{yk} (Kp/cm ²)	5100

Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	γ_c	1,5
Coef. minoración del acero	γ_s	1,15

Coef. cargas desfavorables	γ_{fg}	1,6
Coef. cargas ctes favorables	γ_{fg}	0,9

Cuantías geométricas mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantía min vertical en alzado	0,9
Cuantía min horizontal en alzado	3,2
Cuantía min longitudinal en zapata	1,8
Cuantía min transversal en zapata	1,8

ARMADO DEL MURO

Armaduras longitudinales		Md	μ	As flex	C G M	C Mec M	n	ϕ	As nec	As	As total
Armadura vertical trasdos	n1	43,744	0,460	23,83	4,50	7,52	10	20	23,83	31,42	31,416
Armadura vertical intrados	n2	-	-	-	1,35	-	10	12	1,35	11,31	11,310
Armadura longitudinal en zapata	n4	31,968	0,560	11,19	10,80	9,02	8	20	11,19	25,13	25,133
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	-	-	8,00	-	10	12	8,00	11,31	11,310
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	-	-	5,40	-	10	12	5,40	11,31	11,310

Comprobación a cortante	b (m)	d (m)	Vd (t)	ξ	ρ	Vcu	f _{yd}	Vsu	As cort	Cuantía min	As nec
S1	1,00	0,46	20,41	1,66	0,007	23,59	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S3	1,00	0,56	8,15	1,60	0,006	25,89	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S4	1,00	0,56	24,63	1,60	0,004	24,03	4,2	0,599	0,28	7,94	7,94

MURO DE 7,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	10,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad terreno	γ_t	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,50 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	7,00 m
Ancho en coronación	c	0,60 m
Ángulo trasdós	α_1	0,00 °
Ángulo intradós	α_2	0,00 °
Vuelo intradós	v_i	1,00 m
Vuelo trasdós	v_d	2,00 m
Canto zapata	h	0,60 m
Ancho total de la zapata	B	3,60 m
Ángulo beta del terreno	β	0,00 °
Altura del nivel freático trasdós	hnf1	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	hnf2	0,00 m
Sobrecarga en el trasdós	q	1,00 t/m ²

Coefficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,304
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,054
Coefficiente de rozamiento	μ	0,675

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje horiz. de tierras en trasdós	19,855	2,681	53,224
Empuje vert. De tierras en trasdós	3,501	1,600	5,602
Empuje hidr. Trasdós	0,000	0,000	0,000
Empuje hidr. Intradós	0,000	0,000	0,000
Peso muro	15,900	1,470	23,370
Peso tierras trasdós	28,000	2,600	72,800
Peso intradós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Momento volcador en A	47,622
Momento estabilizador en A	96,170
Resultante vertical	47,401
Empuje horizontal total	19,855
Coef. De rozamiento	0,675

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	2,02
Coef. Seg. al deslizamiento	1,61

Tensiones en el terreno

Tensión A (Kp/cm2)	3,09
Tensión B (Kp/cm2)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	3,073
Ancho de la zapata (m)	3,600

Características de los materiales

Resistencia del hormigón	f_{ck} (Kp/cm ²)	250
Resistencia del acero	f_{yk} (Kp/cm ²)	5100

Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	γ_c	1,5
Coef. minoración del acero	γ_s	1,15

Coef. cargas desfavorables	γ_{fg}	1,6
Coef. cargas ctes favorables	γ_{fg}	0,9

Cuantías geométricas mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantía min vertical en alzado	0,9
Cuantía min horizontal en alzado	3,2
Cuantía min longitudinal en zapata	1,8
Cuantía min transversal en zapata	1,8

ARMADO DEL MURO

Armaduras longitudinales		Md	μ	As flex	C G M	C Mec M	n	ϕ	As nec	As	As total
Armadura vertical trasdos	n1	67,480	0,560	30,19	5,40	9,02	10	20	30,19	31,42	31,416
Armadura vertical intrados	n2	-	-	-	1,62	-	10	12	1,62	11,31	11,310
Armadura longitudinal en zapata	n4	44,790	0,560	15,68	10,80	9,02	10	20	15,68	31,42	31,416
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	-	-	9,60	-	10	12	9,60	11,31	11,310
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	-	-	5,40	-	10	12	5,40	11,31	11,310

Comprobación a cortante	b (m)	d (m)	Vd (t)	ξ	ρ	Vcu	f _{yd}	Vsu	As cort	Cuantía min	As nec
S1	1,00	0,56	27,22	1,60	0,006	25,89	4,2	1,328	0,63	7,94	7,94
S3	1,00	0,56	16,21	1,60	0,006	25,89	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S4	1,00	0,56	31,95	1,60	0,006	25,89	4,2	6,058	2,86	7,94	7,94

MUROS SIN PUNTERA

MURO DE 1,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	10,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad terreno	γ_t	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,50 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	1,00 m
Ancho en coronación	c	0,25 m
Ángulo trasdós	α_1	0,00 °
Ángulo intradós	α_2	0,00 °
Vuelo intradós	v_i	0,00 m
Vuelo trasdós	v_d	0,50 m
Canto zapata	h	0,25 m
Ancho total de la zapata	B	0,75 m
Ángulo beta del terreno	β	26,00 °
Altura del nivel freático trasdós	hnf1	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	hnf2	0,00 m
Sobrecarga en el trasdós	q	0,00 t/m ²

Coefficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,500
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,088
Coefficiente de rozamiento	μ	0,675

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje horiz. de tierras en trasdós	0,781	0,417	0,325
Empuje vert. De tierras en trasdós	0,138	0,250	0,034
Empuje hidr. Trasdós	0,000	0,000	0,000
Empuje hidr. Intradós	0,000	0,000	0,000
Peso muro	1,094	0,232	0,254
Peso tierras trasdós	1,122	0,509	0,571
Peso intradós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Momento volcador en A	0,291
Momento estabilizador en A	0,825
Resultante vertical	2,353
Empuje horizontal total	0,781
Coef. De rozamiento	0,675

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	2,84
Coef. Seg. al deslizamiento	2,03

Tensiones en el terreno

Tensión A (Kp/cm2)	0,69
Tensión B (Kp/cm2)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	0,681
Ancho de la zapata (m)	0,750

Características de los materiales

Resistencia del hormigón	f_{ck} (Kp/cm ²)	250
Resistencia del acero	f_{yk} (Kp/cm ²)	5100

Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	γ_c	1,5
Coef. minoración del acero	γ_s	1,15

Coef. cargas desfavorables	γ_{fg}	1,6
Coef. cargas ctes favorables	γ_{fg}	0,9

Cuantías geométricas mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantía min vertical en alzado	0,9
Cuantía min horizontal en alzado	3,2
Cuantía min longitudinal en zapata	1,8
Cuantía min transversal en zapata	1,8

ARMADO DEL MURO

Armaduras longitudinales		Md	μ	As flex	C G M	C Mec M	n	ϕ	As nec	As	As total
Armadura vertical trasdos	n1	0,267	0,210	0,32	2,25	3,76	6,66	10	3,76	5,23	5,231
Armadura vertical intrados	n2	-	-	-	0,68	-	6,66	10	0,68	5,23	5,231
Armadura longitudinal en zapata	n4	0,468	0,210	0,44	4,50	3,76	6,66	10	4,50	5,23	5,231
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	-	-	4,00	-	6,66	10	4,00	5,23	5,231
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	-	-	2,25	-	6,66	10	2,25	5,23	5,231

Comprobación a cortante	b (m)	d (m)	Vd (t)	ξ	ρ	Vcu	f _{yd}	Vsu	As cort	Cuantía min	As nec
S1	1,00	0,21	0,80	1,98	0,002	9,16	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S3	1,00	0,21	0,00	1,98	0,002	9,16	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S4	1,00	0,21	1,16	1,98	0,002	9,16	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00

MURO DE 2,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	10,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad terreno	γ_t	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,50 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	2,00 m
Ancho en coronación	c	0,25 m
Ángulo trasdós	α_1	0,00 °
Ángulo intradós	α_2	0,00 °
Vuelo intradós	v_i	0,00 m
Vuelo trasdós	v_d	1,05 m
Canto zapata	h	0,30 m
Ancho total de la zapata	B	1,30 m
Ángulo beta del terreno	β	26,00 °
Altura del nivel freático trasdós	hnf1	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	hnf2	0,00 m
Sobrecarga en el trasdós	q	0,00 t/m ²

Coefficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,500
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,088
Coefficiente de rozamiento	μ	0,675

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje horiz. de tierras en trasdós	2,644	0,767	2,027
Empuje vert. De tierras en trasdós	0,466	0,250	0,117
Empuje hidr. Trasdós	0,000	0,000	0,000
Empuje hidr. Intradós	0,000	0,000	0,000
Peso muro	2,225	0,355	0,790
Peso tierras trasdós	4,738	0,795	3,766
Peso intradós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Momento volcador en A	1,910
Momento estabilizador en A	4,556
Resultante vertical	7,429
Empuje horizontal total	2,644
Coef. De rozamiento	0,675

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	2,38
Coef. Seg. al deslizamiento	1,90

Tensiones en el terreno

Tensión A (Kp/cm2)	1,39
Tensión B (Kp/cm2)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	1,068
Ancho de la zapata (m)	1,300

Características de los materiales

Resistencia del hormigón	f_{ck} (Kp/cm ²)	250
Resistencia del acero	f_{yk} (Kp/cm ²)	5100

Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	γ_c	1,5
Coef. minoración del acero	γ_s	1,15

Coef. cargas desfavorables	γ_{fg}	1,6
Coef. cargas ctes favorables	γ_{fg}	0,9

Cuantías geométricas mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantía min vertical en alzado	0,9
Cuantía min horizontal en alzado	3,2
Cuantía min longitudinal en zapata	1,8
Cuantía min transversal en zapata	1,8

ARMADO DEL MURO

Armaduras longitudinales		Md	μ	As flex	C G M	C Mec M	n	ϕ	As nec	As	As total
Armadura vertical trasdos	n1	2,132	0,210	2,54	2,25	3,76	5	12	3,76	5,65	5,655
Armadura vertical intrados	n2	-	-	-	0,68	-	6,66	10	0,68	5,23	5,231
Armadura longitudinal en zapata	n4	3,722	0,260	2,81	5,40	4,51	5	12	5,40	5,65	5,655
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	-	-	4,00	-	6,66	10	4,00	5,23	5,231
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	-	-	2,70	-	6,66	10	2,70	5,23	5,231

Comprobación a cortante	b (m)	d (m)	Vd (t)	ξ	ρ	Vcu	f _{yd}	Vsu	As cort	Cuantía min	As nec
S1	1,00	0,21	3,20	1,98	0,003	9,40	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S3	1,00	0,26	0,00	1,88	0,002	10,30	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S4	1,00	0,26	4,99	1,88	0,002	10,30	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00

MURO DE 3,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	10,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad terreno	γ_t	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,50 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	3,00 m
Ancho en coronación	c	0,30 m
Ángulo trasdós	α_1	0,00 °
Ángulo intradós	α_2	0,00 °
Vuelo intradós	v_i	0,00 m
Vuelo trasdós	v_d	1,50 m
Canto zapata	h	0,35 m
Ancho total de la zapata	B	1,80 m
Ángulo beta del terreno	β	26,00 °
Altura del nivel freático trasdós	hnf1	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	hnf2	0,00 m
Sobrecarga en el trasdós	q	0,00 t/m ²

Coefficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,500
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,088
Coefficiente de rozamiento	μ	0,675

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje horiz. de tierras en trasdós	5,608	1,117	6,263
Empuje vert. De tierras en trasdós	0,989	0,300	0,297
Empuje hidr. Trasdós	0,000	0,000	0,000
Empuje hidr. Intradós	0,000	0,000	0,000
Peso muro	3,825	0,459	1,755
Peso tierras trasdós	10,097	1,077	10,877
Peso intradós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Momento volcador en A	5,966
Momento estabilizador en A	12,632
Resultante vertical	14,911
Empuje horizontal total	5,608
Coef. De rozamiento	0,675

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	2,12
Coef. Seg. al deslizamiento	1,79

Tensiones en el terreno

Tensión A (Kp/cm2)	2,22
Tensión B (Kp/cm2)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	1,341
Ancho de la zapata (m)	1,800

Características de los materiales

Resistencia del hormigón	f_{ck} (Kp/cm ²)	250
Resistencia del acero	f_{yk} (Kp/cm ²)	5100

Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	γ_c	1,5
Coef. minoración del acero	γ_s	1,15

Coef. cargas desfavorables	γ_{fg}	1,6
Coef. cargas ctes favorables	γ_{fg}	0,9

Cuantías geométricas mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantía min vertical en alzado	0,9
Cuantía min horizontal en alzado	3,2
Cuantía min longitudinal en zapata	1,8
Cuantía min transversal en zapata	1,8

ARMADO DEL MURO

Armaduras longitudinales		Md	μ	As flex	C G M	C Mec M	n	ϕ	As nec	As	As total
Armadura vertical trasdos	n1	7,196	0,260	6,93	2,70	4,51	6,66	12	6,93	7,53	7,532
Armadura vertical intrados	n2	-	-	-	0,81	-	6,66	10	0,81	5,23	5,231
Armadura longitudinal en zapata	n4	11,324	0,310	7,16	6,30	5,26	10	12	7,16	11,31	11,310
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	-	-	4,80	-	6,66	10	4,80	5,23	5,231
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	-	-	3,15	-	6,66	10	3,15	5,23	5,231

Comprobación a cortante	b (m)	d (m)	Vd (t)	ξ	ρ	Vcu	f _{yd}	Vsu	As cort	Cuantía min	As nec
S1	1,00	0,26	7,20	1,88	0,003	11,33	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S3	1,00	0,31	0,00	1,80	0,002	12,24	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S4	1,00	0,31	10,78	1,80	0,004	14,02	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00

MURO DE 4,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	10,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad terreno	γ_t	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,50 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	4,00 m
Ancho en coronación	c	0,35 m
Ángulo trasdós	α_1	0,00 °
Ángulo intradós	α_2	0,00 °
Vuelo intradós	v_i	0,00 m
Vuelo trasdós	v_d	2,00 m
Canto zapata	h	0,40 m
Ancho total de la zapata	B	2,35 m
Ángulo beta del terreno	β	26,00 °
Altura del nivel freático trasdós	hnf1	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	hnf2	0,00 m
Sobrecarga en el trasdós	q	0,00 t/m ²

Coefficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,500
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,088
Coefficiente de rozamiento	μ	0,675

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje horiz. de tierras en trasdós	9,675	1,467	14,190
Empuje vert. De tierras en trasdós	1,706	0,350	0,597
Empuje hidr. Trasdós	0,000	0,000	0,000
Empuje hidr. Intradós	0,000	0,000	0,000
Peso muro	5,850	0,577	3,374
Peso tierras trasdós	17,951	1,386	24,884
Peso intradós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Momento volcador en A	13,593
Momento estabilizador en A	28,258
Resultante vertical	25,507
Empuje horizontal total	9,675
Coef. De rozamiento	0,675

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	2,08
Coef. Seg. al deslizamiento	1,78

Tensiones en el terreno

Tensión A (Kp/cm2)	2,96
Tensión B (Kp/cm2)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	1,725
Ancho de la zapata (m)	2,350

Características de los materiales

Resistencia del hormigón	f_{ck} (Kp/cm ²)	250
Resistencia del acero	f_{yk} (Kp/cm ²)	5100

Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	γ_c	1,5
Coef. minoración del acero	γ_s	1,15

Coef. cargas desfavorables	γ_{fg}	1,6
Coef. cargas ctes favorables	γ_{fg}	0,9

Cuantías geométricas mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantía min vertical en alzado	0,9
Cuantía min horizontal en alzado	3,2
Cuantía min longitudinal en zapata	1,8
Cuantía min transversal en zapata	1,8

ARMADO DEL MURO

Armaduras longitudinales		Md	μ	As flex	C G M	C Mec M	n	ϕ	As nec	As	As total
Armadura vertical trasdos	n1	17,058	0,310	13,79	3,15	5,26	6,66	16	13,79	13,39	13,391
Armadura vertical intrados	n2	-	-	-	0,95	-	6,66	16	0,95	13,39	13,391
Armadura longitudinal en zapata	n4	26,278	0,360	14,31	7,20	6,01	10	16	14,31	20,11	20,106
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	-	-	5,60	-	5	12	5,60	5,65	5,655
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	-	-	3,60	-	5	12	3,60	5,65	5,655

Comprobación a cortante	b (m)	d (m)	Vd (t)	ξ	ρ	Vcu	f _{yd}	Vsu	As cort	Cuantía min	As nec
S1	1,00	0,31	12,79	1,80	0,004	14,83	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S3	1,00	0,36	0,00	1,75	0,004	15,86	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S4	1,00	0,36	18,69	1,75	0,006	18,16	4,2	0,533	0,39	7,94	7,94

MURO DE 4,50 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	10,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad terreno	γ_t	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,50 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	4,50 m
Ancho en coronación	c	0,40 m
Ángulo trasdós	α_1	0,00 °
Ángulo intradós	α_2	0,00 °
Vuelo intradós	v_i	0,00 m
Vuelo trasdós	v_d	2,20 m
Canto zapata	h	0,50 m
Ancho total de la zapata	B	2,60 m
Ángulo beta del terreno	β	26,00 °
Altura del nivel freático trasdós	hnf1	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	hnf2	0,00 m
Sobrecarga en el trasdós	q	0,00 t/m ²

Coefficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,500
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,088
Coefficiente de rozamiento	μ	0,675

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje horiz. de tierras en trasdós	12,493	1,667	20,822
Empuje vert. De tierras en trasdós	2,203	0,400	0,881
Empuje hidr. Trasdós	0,000	0,000	0,000
Empuje hidr. Intradós	0,000	0,000	0,000
Peso muro	7,750	0,661	5,125
Peso tierras trasdós	22,161	1,539	34,107
Peso intradós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Momento volcador en A	19,941
Momento estabilizador en A	39,232
Resultante vertical	32,114
Empuje horizontal total	12,493
Coef. De rozamiento	0,675

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	1,97
Coef. Seg. al deslizamiento	1,73

Tensiones en el terreno

Tensión A (Kp/cm2)	3,56
Tensión B (Kp/cm2)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	1,802
Ancho de la zapata (m)	2,600

Características de los materiales

Resistencia del hormigón	f_{ck} (Kp/cm ²)	250
Resistencia del acero	f_{yk} (Kp/cm ²)	5100

Coeficientes de seguridad

Coef. minoración del hormigón	γ_c	1,5
Coef. minoración del acero	γ_s	1,15

Coef. cargas desfavorables	γ_{fg}	1,6
Coef. cargas ctes favorables	γ_{fg}	0,9

Cuantías geométricas mínimas

Recubrimiento (cm)	4
Cuantía min vertical en alzado	0,9
Cuantía min horizontal en alzado	3,2
Cuantía min longitudinal en zapata	1,8
Cuantía min transversal en zapata	1,8

ARMADO DEL MURO

Armaduras longitudinales		Md	μ	As flex	C G M	C Mec M	n	ϕ	As nec	As	As total
Armadura vertical trasdos	n1	24,287	0,360	16,90	3,60	6,01	6,66	16	16,90	13,39	13,391
Armadura vertical intrados	n2	-	-	-	1,08	-	6,66	16	1,08	13,39	13,391
Armadura longitudinal en zapata	n4	37,051	0,460	15,79	9,00	7,52	10	16	15,79	20,11	20,106
Armadura horizontal en alzado (por ml y cara)	n5	-	-	-	6,40	-	5	12	6,40	5,65	5,655
Armadura transversal en zapata (por ml y cara)	n6	-	-	-	4,50	-	5	12	4,50	5,65	5,655

Comprobación a cortante	b (m)	d (m)	Vd (t)	ξ	ρ	Vcu	f _{yd}	Vsu	As cort	Cuantía min	As nec
S1	1,00	0,36	16,19	1,75	0,004	15,86	4,2	0,336	0,25	7,94	7,94
S3	1,00	0,46	0,00	1,66	0,003	17,75	4,2	0,000	0,00	0,00	0,00
S4	1,00	0,46	24,25	1,66	0,004	20,33	4,2	3,923	2,26	7,94	7,94

ESCOLLERA HORMIGONADA

MURO DE 1,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	15,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad seca del terreno	γ_d	1,80 t/m ³
Densidad saturada del terreno	γ_{sat}	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,30 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	1,00 m
Ancho en coronación	c	0,70 m
Ángulo trasdós	α_t	0,00 °
Ángulo intradós	α_i	5,71 °
Vuelo trasdós	v_t	0,00 m
Vuelo intradós	v_i	0,30 m
Canto zapata	d	0,70 m
Ancho total de la zapata	B	1,10 m
Ángulo beta del terreno	β	26,50 °
Altura del nivel freático trasdós	h_{nft}	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	h_{nfi}	0,00 m
Altura de tierras en el intradós	h_i	0,00 m

Cargas en coronación

Sobrecarga en el trasdós	q	0,00 t/m ²
Carga vertical en coronación	F_v	0,00 t
Carga horizontal en coronación	F_h	0,00 t
Momento en coronación	M	0,00 t.m

Coeficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,501
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,134
Coeficiente de rozamiento	μ	0,675
Coef empuje pasivo	K_p	4,807
Coef reducción del pasivo	C_p	0,000

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje activo horizontal	1,303	0,567	0,738
Empuje activo vertical	0,349	1,100	0,384
Empuje hidrostático trasdós	0,000	0,000	0,000
Peso del muro	3,496	0,636	2,224
Peso tierras del trasdós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000
Empuje pasivo	0,000	0,000	0,000
Empuje hidrostático intradós	0,000	0,000	0,000
Peso tierras del intradós	0,000	0,000	0,000
Carga vertical en coronación	0,000	0,000	0,000
Carga horizontal en coronación	0,000	0,000	0,000
Momento en coronación	-	-	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Resultante horizontal	1,303
Resultante vertical	3,845
Momento volcador	0,354
Momento estabilizador	2,224
Momento en centro zapata	0,246

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	6,27
Coef. Seg. al deslizamiento	2,21

Tensiones en el terreno

Tensión en A (Kp/cm ²)	0,47
Tensión en B (Kp/cm ²)	0,23
Ancho de la ley de tensiones (m)	1,10
Ancho de la zapata (m)	1,10

MURO DE 2,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	15,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad seca del terreno	γ_d	1,80 t/m ³
Densidad saturada del terreno	γ_{sat}	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,30 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	2,00 m
Ancho en coronación	c	0,90 m
Ángulo trasdós	α_t	0,00 °
Ángulo intradós	α_i	5,71 °
Vuelo trasdós	v_t	0,00 m
Vuelo intradós	v_i	0,30 m
Canto zapata	d	0,80 m
Ancho total de la zapata	B	1,40 m
Ángulo beta del terreno	β	26,50 °
Altura del nivel freático trasdós	h_{nft}	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	h_{nfi}	0,00 m
Altura de tierras en el intradós	h_i	0,00 m

Cargas en coronación

Sobrecarga en el trasdós	q	0,00 t/m ²
Carga vertical en coronación	F_v	0,00 t
Carga horizontal en coronación	F_h	0,00 t
Momento en coronación	M	0,00 t.m

Coeficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,501
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,134
Coeficiente de rozamiento	μ	0,675
Coef empuje pasivo	K_p	4,807
Coef reducción del pasivo	C_p	0,000

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje activo horizontal	3,535	0,933	3,300
Empuje activo vertical	0,947	1,400	1,326
Empuje hidrostático trasdós	0,000	0,000	0,000
Peso del muro	7,176	0,827	5,935
Peso tierras del trasdós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000
Empuje pasivo	0,000	0,000	0,000
Empuje hidrostático intradós	0,000	0,000	0,000
Peso tierras del intradós	0,000	0,000	0,000
Carga vertical en coronación	0,000	0,000	0,000
Carga horizontal en coronación	0,000	0,000	0,000
Momento en coronación	-	-	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Resultante horizontal	3,535
Resultante vertical	8,123
Momento volcador	1,973
Momento estabilizador	5,935
Momento en centro zapata	1,724

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	3,01
Coef. Seg. al deslizamiento	1,67

Tensiones en el terreno

Tensión en A (Kp/cm ²)	1,11
Tensión en B (Kp/cm ²)	0,05
Ancho de la ley de tensiones (m)	1,40
Ancho de la zapata (m)	1,40

MURO DE 3,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	15,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad seca del terreno	γ_d	1,80 t/m ³
Densidad saturada del terreno	γ_{sat}	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,30 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	3,00 m
Ancho en coronación	c	1,30 m
Ángulo trasdós	α_t	0,00 °
Ángulo intradós	α_i	5,71 °
Vuelo trasdós	v_t	0,00 m
Vuelo intradós	v_i	0,30 m
Canto zapata	d	0,90 m
Ancho total de la zapata	B	1,90 m
Ángulo beta del terreno	β	26,50 °
Altura del nivel freático trasdós	h_{nft}	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	h_{nfi}	0,00 m
Altura de tierras en el intradós	h_i	0,00 m

Cargas en coronación

Sobrecarga en el trasdós	q	0,00 t/m ²
Carga vertical en coronación	F_v	0,00 t
Carga horizontal en coronación	F_h	0,00 t
Momento en coronación	M	0,00 t.m

Coeficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,501
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,134
Coeficiente de rozamiento	μ	0,675
Coef empuje pasivo	K_p	4,807
Coef reducción del pasivo	C_p	0,000

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje activo horizontal	6,859	1,300	8,916
Empuje activo vertical	1,838	1,900	3,492
Empuje hidrostático trasdós	0,000	0,000	0,000
Peso del muro	13,938	1,110	15,466
Peso tierras del trasdós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000
Empuje pasivo	0,000	0,000	0,000
Empuje hidrostático intradós	0,000	0,000	0,000
Peso tierras del intradós	0,000	0,000	0,000
Carga vertical en coronación	0,000	0,000	0,000
Carga horizontal en coronación	0,000	0,000	0,000
Momento en coronación	-	-	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Resultante horizontal	6,859
Resultante vertical	15,776
Momento volcador	5,425
Momento estabilizador	15,466
Momento en centro zapata	4,945

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	2,85
Coef. Seg. al deslizamiento	1,67

Tensiones en el terreno

Tensión en A (Kp/cm ²)	1,65
Tensión en B (Kp/cm ²)	0,01
Ancho de la ley de tensiones (m)	1,90
Ancho de la zapata (m)	1,90

MURO DE 4,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	15,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad seca del terreno	γ_d	1,80 t/m ³
Densidad saturada del terreno	γ_{sat}	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,30 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	4,00 m
Ancho en coronación	c	1,60 m
Ángulo trasdós	α_t	0,00 °
Ángulo intradós	α_i	5,71 °
Vuelo trasdós	v_t	0,00 m
Vuelo intradós	v_i	0,50 m
Canto zapata	d	1,00 m
Ancho total de la zapata	B	2,50 m
Ángulo beta del terreno	β	26,50 °
Altura del nivel freático trasdós	h_{nft}	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	h_{nfi}	0,00 m
Altura de tierras en el intradós	h_i	0,00 m

Cargas en coronación

Sobrecarga en el trasdós	q	0,00 t/m ²
Carga vertical en coronación	F_v	0,00 t
Carga horizontal en coronación	F_h	0,00 t
Momento en coronación	M	0,00 t.m

Coeficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,501
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,134
Coeficiente de rozamiento	μ	0,675
Coef empuje pasivo	K_p	4,807
Coef reducción del pasivo	C_p	0,000

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje activo horizontal	11,274	1,667	18,789
Empuje activo vertical	3,021	2,500	7,552
Empuje hidrostático trasdós	0,000	0,000	0,000
Peso del muro	22,310	1,507	33,621
Peso tierras del trasdós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000
Empuje pasivo	0,000	0,000	0,000
Empuje hidrostático intradós	0,000	0,000	0,000
Peso tierras del intradós	0,000	0,000	0,000
Carga vertical en coronación	0,000	0,000	0,000
Carga horizontal en coronación	0,000	0,000	0,000
Momento en coronación	-	-	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Resultante horizontal	11,274
Resultante vertical	25,330
Momento volcador	11,237
Momento estabilizador	33,621
Momento en centro zapata	9,279

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	2,99
Coef. Seg. al deslizamiento	1,63

Tensiones en el terreno

Tensión en A (Kp/cm ²)	1,90
Tensión en B (Kp/cm ²)	0,12
Ancho de la ley de tensiones (m)	2,50
Ancho de la zapata (m)	2,50

MURO DE 5,00 M. DE ALTURA

Características de los materiales

Ang.roz relleno	ϕ	30,00 °
Ang.roz relleno-muro	δ	15,00 °
Ang. Roz zapata-muro	φ	34,00 °

Densidad seca del terreno	γ_d	1,80 t/m ³
Densidad saturada del terreno	γ_{sat}	2,00 t/m ³
Densidad muro	γ	2,30 t/m ³

Características geométricas del muro

Altura muro	H	5,00 m
Ancho en coronación	c	1,80 m
Ángulo trasdós	α_t	0,00 °
Ángulo intradós	α_i	5,71 °
Vuelo trasdós	v_t	0,00 m
Vuelo intradós	v_i	0,50 m
Canto zapata	d	1,00 m
Ancho total de la zapata	B	2,80 m
Ángulo beta del terreno	β	26,50 °
Altura del nivel freático trasdós	h_{nft}	0,00 m
Altura del nivel freático intradós	h_{nfi}	0,00 m
Altura de tierras en el intradós	h_i	0,00 m

Cargas en coronación

Sobrecarga en el trasdós	q	0,00 t/m ²
Carga vertical en coronación	F_v	0,00 t
Carga horizontal en coronación	F_h	0,00 t
Momento en coronación	M	0,00 t.m

Coeficientes de empuje

Coef empuje activo horizontal	K_{ah}	0,501
Coef empuje activo vertical	K_{av}	0,134
Coeficiente de rozamiento	μ	0,675
Coef empuje pasivo	K_p	4,807
Coef reducción del pasivo	C_p	0,000

ACCIONES SOBRE EL MURO

Fuerza	F (t)	Distancia (m)	M (t.m)
Empuje activo horizontal	16,234	2,000	32,468
Empuje activo vertical	4,350	2,800	12,179
Empuje hidrostático trasdós	0,000	0,000	0,000
Peso del muro	30,015	1,691	50,740
Peso tierras del trasdós	0,000	0,000	0,000
Subpresión	0,000	0,000	0,000
Empuje pasivo	0,000	0,000	0,000
Empuje hidrostático intradós	0,000	0,000	0,000
Peso tierras del intradós	0,000	0,000	0,000
Carga vertical en coronación	0,000	0,000	0,000
Carga horizontal en coronación	0,000	0,000	0,000
Momento en coronación	-	-	0,000

RESULTADOS

Resultantes

Resultante horizontal	16,234
Resultante vertical	34,364
Momento volcador	20,288
Momento estabilizador	50,740
Momento en centro zapata	17,658

Coeficientes de seguridad

Coef. Seg. al vuelco	2,50
Coef. Seg. al deslizamiento	1,52

Tensiones en el terreno

Tensión en A (Kp/cm ²)	2,59
Tensión en B (Kp/cm ²)	0,00
Ancho de la ley de tensiones (m)	2,66
Ancho de la zapata (m)	2,80