

BLOQUE TEMÁTICO 1 UNIDAD TEMÁTICA 5

LECCIÓN 17 MUROS MÉNSULA. OTROS SISTEMAS DE CONTENCIÓN.

ÍNDICE

1.- DEFINICIÓN DE MURO MÉNSULA

2.- TIPOLOGÍAS. PARTES DEL MURO (TALÓN, PUNTERA, TACÓN)

3.- FORMA DE TRABAJO

3.1.- Acciones posibles

3.2.- Reacciones. Esfuerzos. Zonas de armado.

3.3.- Disposición de la armadura. Forma del muro

3.4.- Posibles fallos del muro ménsula.

- Rotura por momento

- Deslizamiento.

- Giro parcial

- Rotura de puntera o talón

- Deslizamiento profundo del suelo

- Cargas de cimentación colindante

- Aplastamiento del forjado

- Flechas verticales del muro

- Pilares. Contrafuertes.

3.5.- Contrafuertes (internos y externos)

- Forma de trabajo

- Tipología de armado

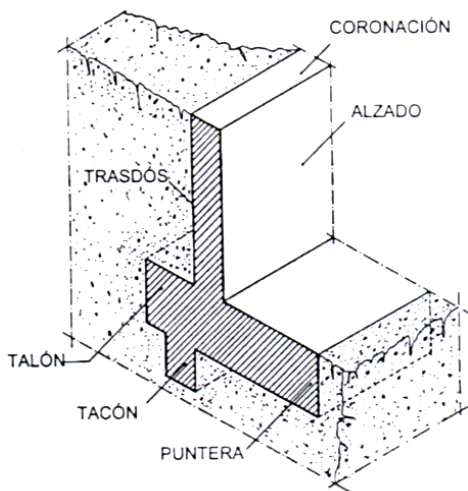
3.6.- Muros de bandejas exteriores.

1.- DEFINICIÓN. MURO EN MÉNSULA.

Se define muro en ménsula como aquel muro que trabaja a flexión en forma de voladizo empotrado en la zapata de cimentación. Es el tipo de muro más económico para alturas de hasta 10 a 12 metros.

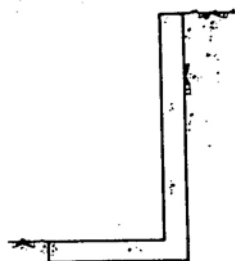
2.- TIPOLOGÍA, ELEMENTOS DE LOS MUROS MÉNSULA.

El muro en ménsula está compuesto principalmente de dos partes: el fuste y la cimentación.

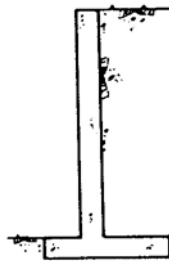


- El alzado, fuste o cuerpo es la losa encargada de la contención de tierras, denominándose trasdós a la parte en contacto con las tierras e intradós a la parte vista. Ambas pueden ser verticales, aunque el intradós puede formar un cierto ángulo de inclinación con la vertical en forma de talud.

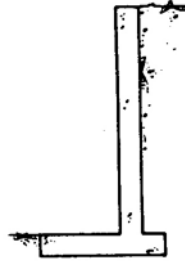
- La cimentación suele ejecutarse con zapata corrida, y consta de un tacón, una puntera y un talón, aunque, dependiendo de las condiciones donde se ejecuta (características del terreno, medianerías o medios constructivos de los que se disponga), puede carecer de alguna o de dos de esas partes. En ocasiones, la base del muro puede apoyar sobre una losa de cimentación.



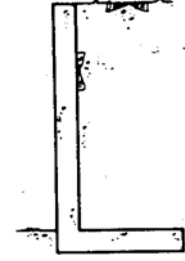
MURO EN L
sin talón.



MURO EN T.



MURO EN T,
con pequeño
talón.



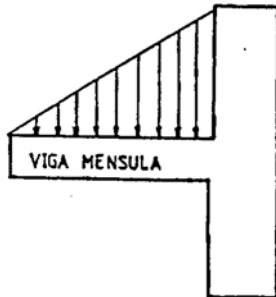
MURO EN L,
sin puntera.

La forma puede ser en T invertida o en L, pudiendo llevar tacón en la base o no llevarlo.

- Muro en L: carece de talón y tacón; es el construido en zonas con medianería.
- Muro en T: no tiene tacón; para terrenos estables con gran rozamiento, donde no hay peligro de deslizamientos.
- Muro en L sin puntera: similar al primer caso, pero en este caso con talón y sin puntera.
- Muro completo: con talón, puntera y tacón.

3.- FORMA DE TRABAJO.

El muro trabaja como una viga en ménsula a flexión, es decir, en voladizo desde la cimentación donde se encuentra empotrado.



3.1.- Acciones.

La principal acción a tener en cuenta al diseñar muros ménsula, es el empuje ejercido por las tierras, que se comportará como una carga uniforme triangular cuyo centro estará en el centro de gravedad de dicho triángulo.

Además, la superficie de las tierras puede tener un uso (calle o carretera, parque, zona peatonal, etc.) que originará una carga, generalmente distribuida, sobre el muro.

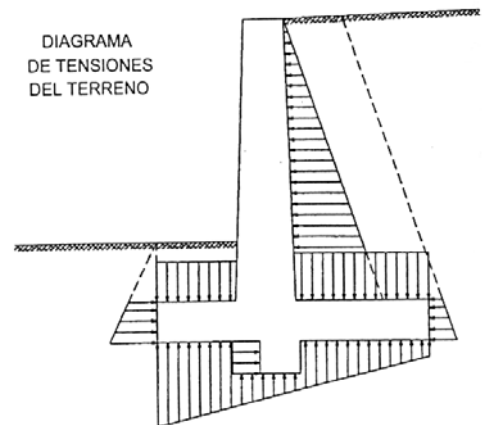
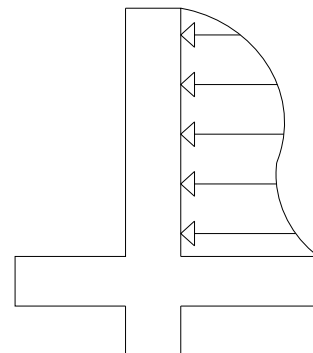
También puede verse afectado por la cimentación de un edificio medianero o por pilares sobre el muro como parte de una estructura, que serán considerados como cargas puntuales, y por el peso propio del muro.

3.2.- Reacciones.

Tanto las cargas que recibe el muro como su propio peso, provocan una respuesta del terreno sobre el muro en forma de carga distribuida sobre toda su cimentación.

Con esas cargas, el terreno reacciona de la siguiente forma:

- La losa soportaría el empuje de las tierras y de las cargas sobre ellas, deformándose desde el trasdós hacia el intradós.
- La puntera del muro estaría sometida a fuertes tensiones de respuesta del terreno mayor que el peso de las tierras que hay por encima, por lo que se deformará hacia arriba.
- El talón soporta el peso del terreno situado sobre él, originando una resultante descendente mayor que las presiones de respuesta del suelo, con lo que se deforma clavándose en el suelo.
- El tacón se deforma hacia donde está el terreno a contener, porque el empuje de las tierras intenta deslizar el muro hacia delante.

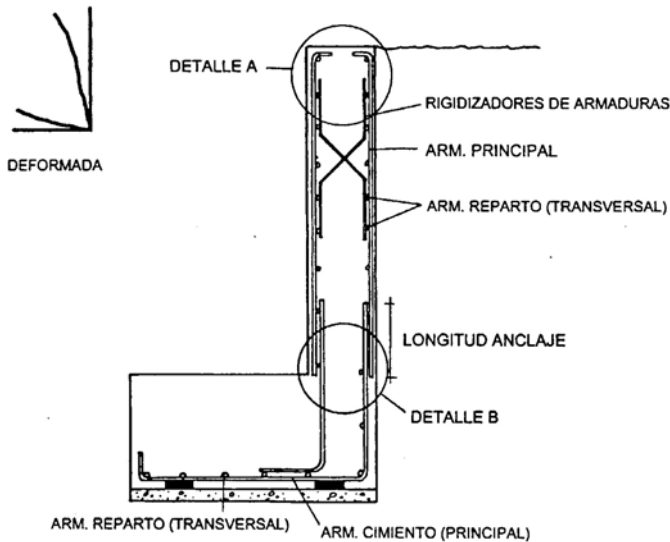


Armado del muro y refuerzos en el mismo:

Depende del tipo de muro y del tipo de cimentación. Muro con puntera: La armadura de tracción deberá colocarse en el intradós del muro y en la base de la zapata, siendo la armadura vertical la armadura principal y la horizontal la armadura secundaria, que debe ser al menos del 20% de la armadura principal.

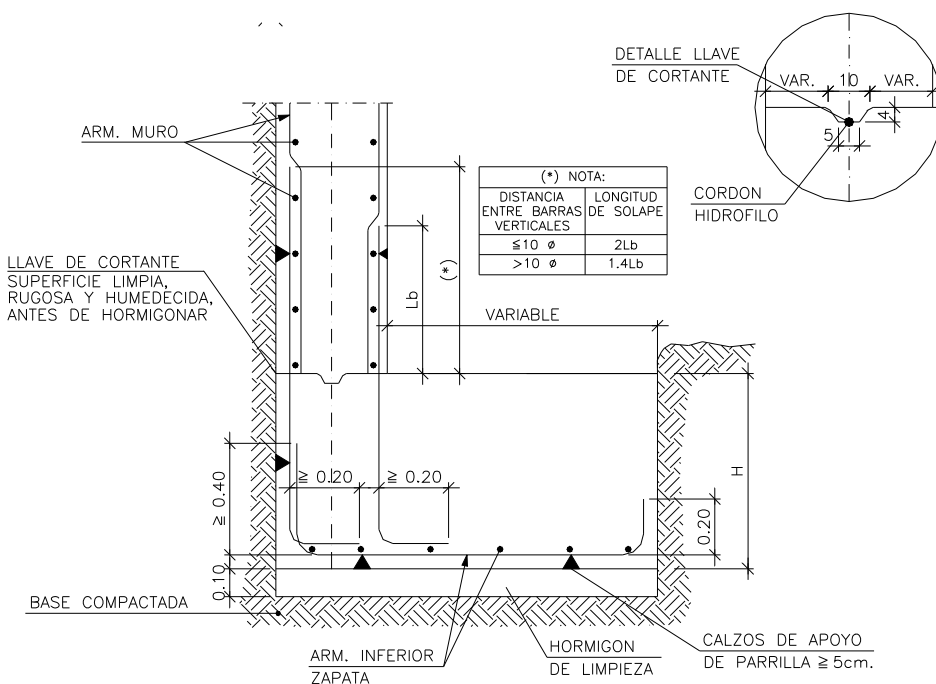
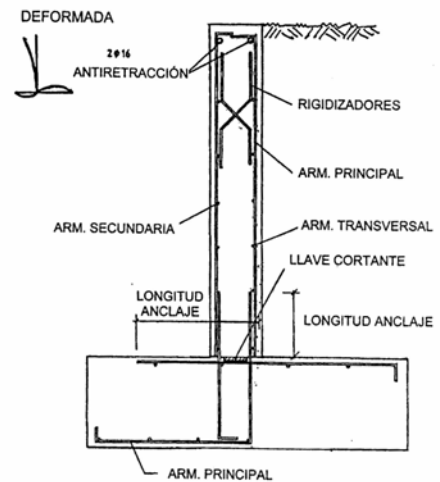
Armadura de muro con puntera.

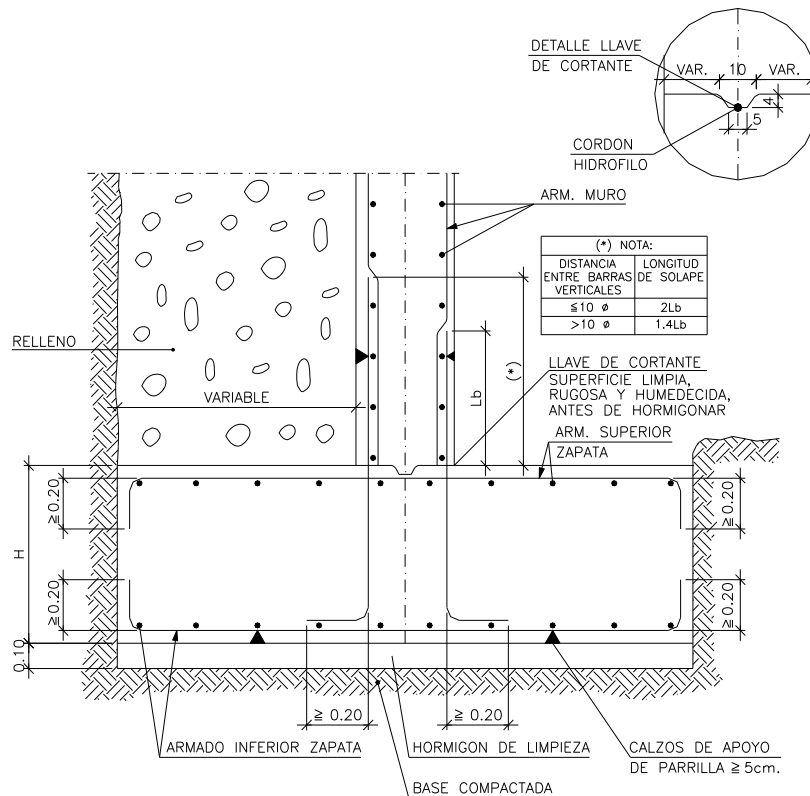
ARMADO DE MURO CON PUNTERA



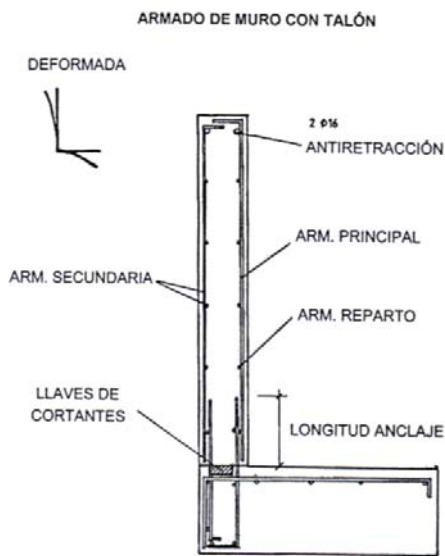
Muro con puntera y talón: La única diferencia con el anterior es la necesidad de colocar armadura en la parte superior de la zapata en el talón; la armadura principal es la vertical y la secundaria es la horizontal.

ARMADO DE MURO CON PUNTERA Y TALÓN





Armadura de muro con puntera y talón

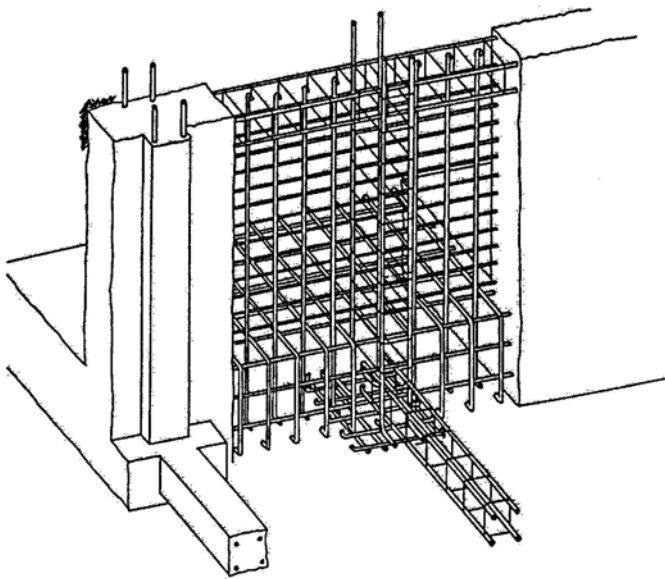
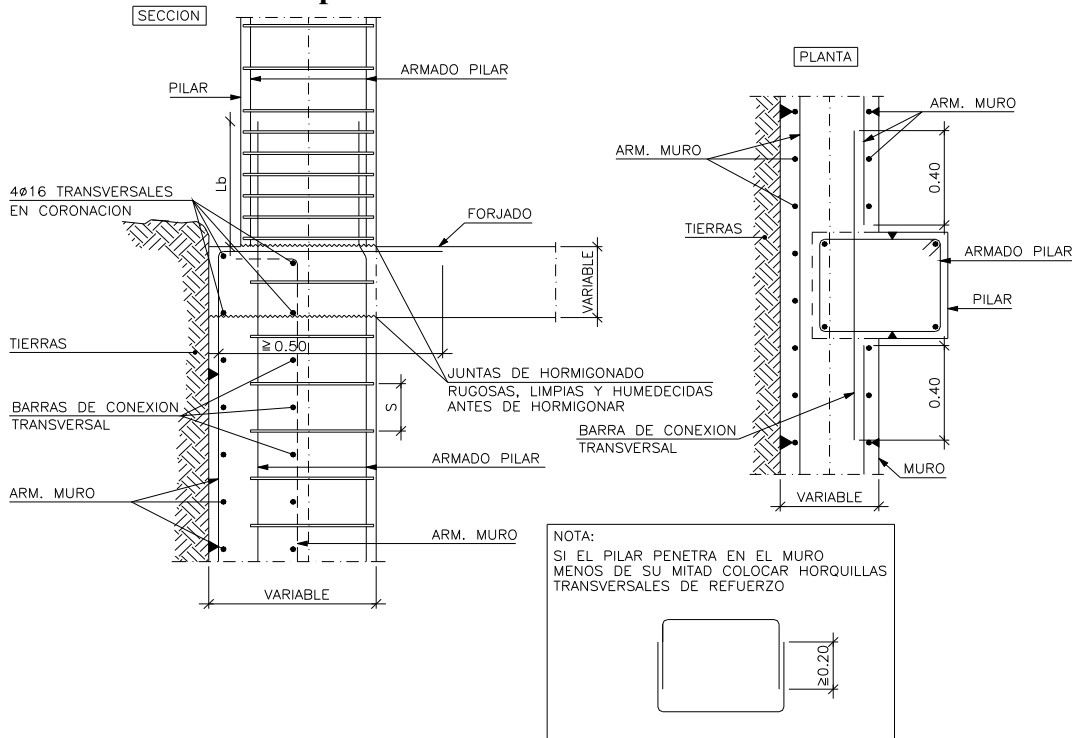


Muro con talón: se diferencia del primer caso en que la armadura de la zapata se coloca en la parte superior de la cimentación.

En el caso de que del muro nazcan pilares, hay varias soluciones dependiendo de los pilares:

a) Si el pilar tiene el mismo ancho que la sección del muro, el armado del pilar se puede disponer en el tercio superior del muro, ya que éste absorberá las cargas por tener gran inercia y las distribuirá uniformemente en el terreno a través de la zapata. Si el pilar debe soportar demasiada carga, habrá que disponer la armadura embutida en la armadura del muro hasta la zapata, ampliando la zapata bajo el pilar o aumentar toda la zapata del muro para evitar encofrados.

Armadura de pilar embebido en el muro.

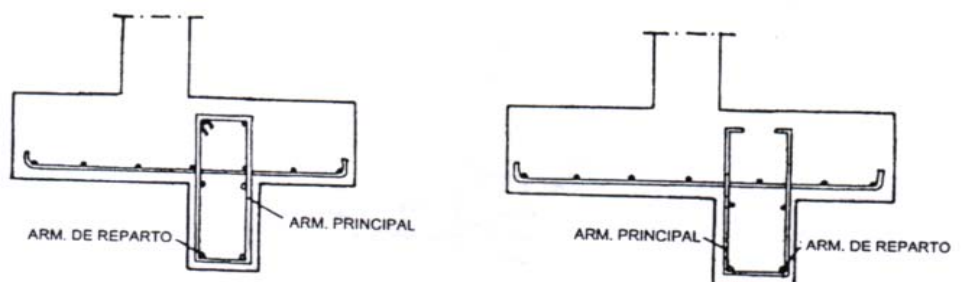


b) Si el pilar es de mayor espesor que la sección del muro, se dispondrá la armadura completa del pilar hasta la zapata, debiendo aumentar dicha zapata o no, según los casos.

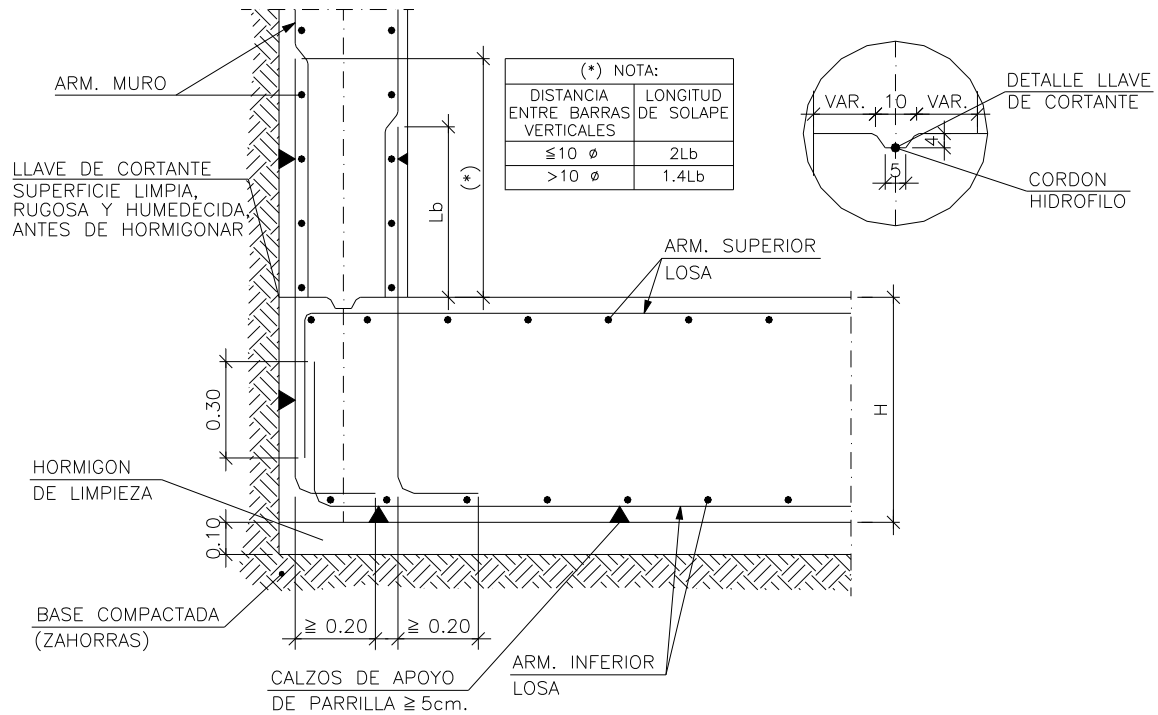
En estos muros, los pilares actúan como contrafuertes pasando el muro de trabajar a flexión vertical a trabajar a flexión horizontal, debiendo disponer como armadura principal la armadura longitudinal.

En todos los casos, además, el muro puede llevar tacón:

ARMADURA DEL TACÓN



En el caso de que la cimentación del muro sea una losa, hay que enlazar la armadura del muro con la armadura de la losa.



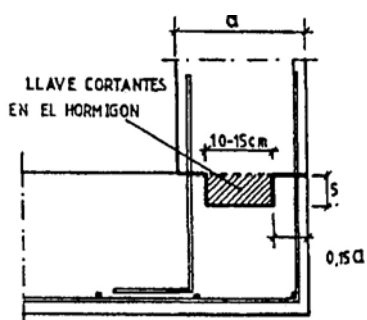
Armadura de muro sobre losa de cimentación.

En ocasiones, la cimentación del muro no puede apoyarse directamente sobre el terreno por su baja resistencia a rotura, teniendo que cimentar sobre pozos de cimentación o pilotes, dependiendo de la profundidad; en estos casos, el muro trabajará a flexión en la losa y también en la cimentación, generando un momento positivo entre los vanos y un momento negativo sobre los apoyos, por lo que habrá que disponer armadura de negativos sobre los apoyos para contrarrestar este momento negativo y disponer como armadura principal de la zapata la armadura longitudinal, en vez de la transversal.

Si es el caso de pilotes además hay que armar el encepado de los pilotes y la zapata.

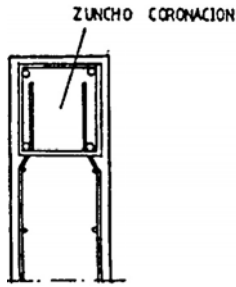
Refuerzos de las armaduras para muros ménsula

Dependiendo del tipo de muro y de la cimentación que éste tenga, habrá que reforzar el muro en ciertas zonas:



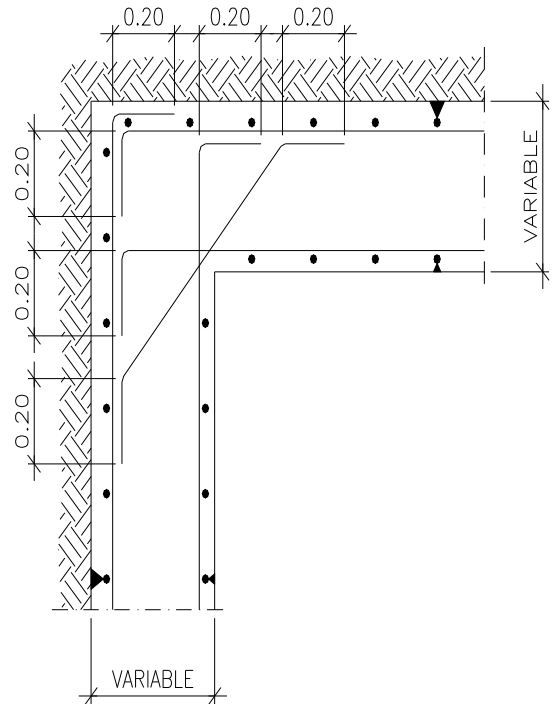
En el arranque del muro, se produce una junta de hormigonado por donde se puede producir rotura del muro por tener el mayor momento; para ello hay dos soluciones: encofrar y hormigonar parte

de la losa del muro (eliminando la junta en esa zona) o realizar una llave de cortante que impida la rotura por ese punto. También se puede solucionar diseñando el muro con talud, con lo que será de mayor espesor en su base.



En la parte superior del muro debe realizarse una viga conocida como viga de coronación, que le da mayor rigidez al muro en esa zona; esta viga se realiza, fundamentalmente, cuando el muro se tiene que hacer por bataches.

También habrá que disponer mayor armadura horizontal en los encuentros de las esquinas, aumentando la precaución si en esta zona surge una junta de hormigonado.

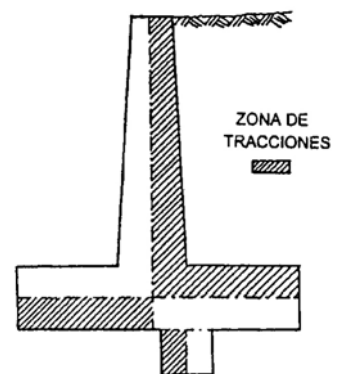


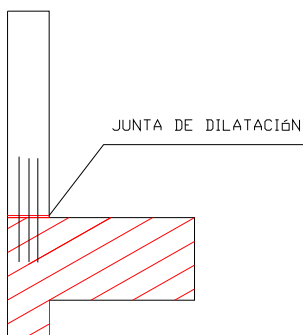
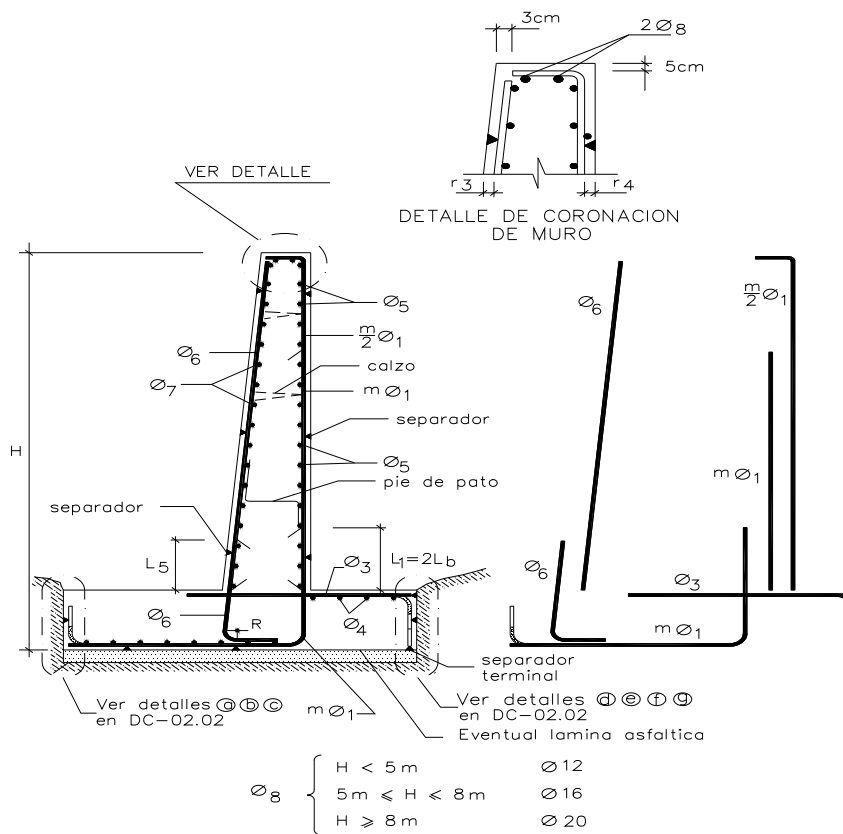
Disposición de armaduras en el muro. Forma del muro.

Armatura de los muros de H. Armado en ménsula:

El muro trabaja como una viga en ménsula (flexión), esto es en voladizo desde la cimentación. La estabilidad del conjunto se consigue por la forma del muro.

A continuación se muestra genéricamente donde se sitúan las fibras traccionadas en un muro ménsula con puntera, talón y tacón. En todas las zonas donde existan tracciones, debemos colocar armadura, junto al paramento. A continuación se muestra la armadura de los distintos tipos de muros ménsula:





El muro se deformaría fisurando el hormigón y haciendo trabajar a las armaduras, de forma proporcional al valor de sus esfuerzos.

La puntera estaría sometida a fuertes tensiones de respuesta del terreno, siendo débiles en la zona del talón, por ser la carga de forma triangular.

En la zona del talón, el peso del terreno de relleno situado sobre éste, origina una resultante descendente mayor que las presiones de respuesta del suelo, fisurándose el estado final.

En el frente de la puntera el suelo colabora a impedir el deslizamiento del muro.

El tacón se deforma hacia donde está el terreno a contener, porque el empuje de las tierras tiende a "llevarse" el muro hacia delante (deslizamiento) y el tacón se opone, esta es la razón por la que necesita armadura en la parte delantera.

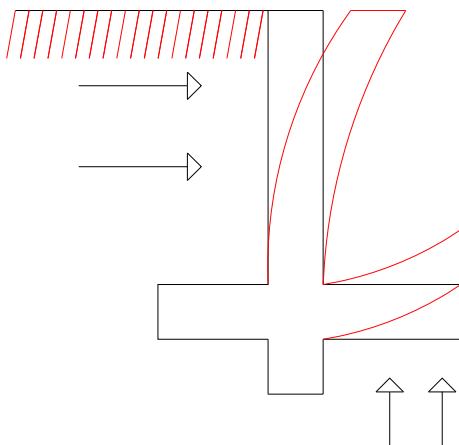


TABLA T-3.2
COEFICIENTES DE EMPUJE ACTIVO

Angulo de rozamiento interno del terreno φ	Angulo de rozamiento de terreno y muro δ	Angulo del talud del terreno β	Coeficiente λ_h de empuje activo horizontal siendo la inclinación del muro: $\cot \alpha =$					Coeficiente λ_v de empuje activo vertical siendo la inclinación del muro: $\cot \alpha =$						
			0,8	0,6	0,4	0,2	0	0,2	0,8	0,6	0,4	0,2	0	0,2
			20°	0°10'	0°	0,71	0,67	0,62	0,56	0,49	0,42	0,57	0,40	0,25
5°	0,78	0,73			0,67	0,60	0,52	0,44	0,62	0,44	0,27	0,12	0,00	-0,09
10°	0,88	0,81			0,74	0,65	0,57	0,48	0,70	0,49	0,29	0,13	0,00	-0,10
15°	1,01	0,92			0,83	0,74	0,64	0,54	0,81	0,55	0,33	0,15	0,00	-0,11
20°	1,47	1,31			1,16	1,02	0,88	0,76	1,18	0,79	0,46	0,20	0,00	-0,15
$\frac{\varphi}{3} =$	0°	0,63		0,60	0,56	0,51	0,45	0,39	0,64	0,46	0,28	0,16	0,05	-0,03
	5°	0,70		0,66	0,62	0,56	0,48	0,42	0,71	0,51	0,31	0,18	0,06	-0,03
	10°	0,80		0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,81	0,58	0,34	0,20	0,06	-0,04
	15°	0,95		0,87	0,79	0,70	0,61	0,52	0,96	0,67	0,39	0,23	0,07	-0,04
	20°	1,47		1,21	1,16	1,02	0,88	0,76	1,49	1,01	0,58	0,33	0,10	-0,06
$\frac{2\varphi}{3} =$	0°	0,56		0,54	0,52	0,48	0,42	0,37	0,72	0,53	0,36	0,22	0,10	0,01
	5°	0,63		0,61	0,57	0,52	0,46	0,40	0,81	0,60	0,40	0,24	0,11	0,01
	10°	0,73		0,69	0,64	0,58	0,51	0,44	0,93	0,67	0,45	0,27	0,12	0,02
	15°	0,88		0,82	0,75	0,67	0,59	0,50	1,13	0,81	0,53	0,31	0,14	0,02
	20°	1,47		1,31	1,16	1,02	0,88	0,76	1,88	1,28	0,82	0,47	0,21	0,03
$\varphi = 20^\circ$	0°	0,49		0,49	0,47	0,44	0,40	0,35	0,80	0,60	0,42	0,27	0,15	0,05
	5°	0,56		0,55	0,53	0,48	0,44	0,38	0,92	0,69	0,47	0,29	0,16	0,06
	10°	0,66		0,64	0,60	0,55	0,49	0,42	1,08	0,78	0,54	0,33	0,18	0,06
	15°	0,82		0,77	0,71	0,64	0,57	0,48	1,35	1,01	0,69	0,39	0,21	0,07
	20°	1,47		1,31	1,16	1,02	0,88	0,76	2,42	1,62	1,04	0,60	0,32	0,12

TABLA T-3.2
COEFICIENTES DE EMPUJE ACTIVO (continuación)

Angulo de rozamiento interno del terreno φ	Angulo de rozamiento de terreno y muro δ	Angulo del talud del terreno β	Coeficiente λ_h de empuje activo horizontal siendo la inclinación del muro: $\cot \alpha =$					Coeficiente λ_v de empuje activo vertical siendo la inclinación del muro: $\cot \alpha =$						
			0,8	0,6	0,4	0,2	0	0,2	0,8	0,6	0,4	0,2	0	0,2
			25°	0°	0°	0,65	0,60	0,55	0,48	0,41	0,33	0,52	0,36	0,22
10°	0,79	0,72			0,64	0,55	0,46	0,37	0,63	0,43	0,26	0,11	0,00	-0,07
15°	0,89	0,80			0,70	0,60	0,50	0,41	0,71	0,48	0,28	0,12	0,00	-0,08
20°	1,03	0,92			0,80	0,69	0,57	0,46	0,82	0,55	0,32	0,14	0,00	-0,09
25°	1,55	1,35			1,16	0,98	0,82	0,68	1,24	0,81	0,46	0,20	0,00	-0,14
$\frac{\varphi}{3} =$	0°	0,56		0,53	0,49	0,44	0,37	0,30	0,60	0,43	0,28	0,16	0,05	-0,02
	10°	0,70		0,65	0,58	0,51	0,43	0,34	0,75	0,53	0,34	0,18	0,06	-0,02
	15°	0,80		0,73	0,65	0,56	0,47	0,38	0,86	0,60	0,38	0,20	0,07	-0,02
	20°	0,96		0,86	0,76	0,65	0,55	0,44	1,03	0,70	0,44	0,23	0,08	-0,02
	25°	1,55		1,35	1,16	0,98	0,82	0,68	1,66	1,10	0,67	0,35	0,12	-0,03
$\frac{2\varphi}{3} =$	0°	0,48		0,47	0,44	0,40	0,35	0,29	0,69	0,51	0,35	0,21	0,10	0,03
	10°	0,61		0,58	0,53	0,47	0,40	0,33	0,88	0,64	0,42	0,25	0,12	0,03
	15°	0,72		0,67	0,60	0,53	0,45	0,37	1,04	0,73	0,48	0,28	0,14	0,03
	20°	0,88		0,80	0,71	0,62	0,52	0,42	1,27	0,88	0,56	0,33	0,16	0,04
	25°	1,55		1,35	1,16	0,98	0,82	0,68	2,24	1,47	0,92	0,52	0,25	0,06

30°	0°	0°	0,60	0,54	0,48	0,41	0,33	0,26	0,48	0,33	0,19	0,08	0,00	-0,05
		10°	0,71	0,64	0,55	0,46	0,37	0,28	0,57	0,38	0,22	0,09	0,00	-0,06
		20°	0,89	0,78	0,67	0,55	0,44	0,33	0,71	0,47	0,27	0,11	0,00	-0,07
		25°	1,04	0,90	0,77	0,63	0,50	0,38	0,83	0,54	0,31	0,13	0,00	-0,08
		30°	1,60	1,36	1,14	0,93	0,75	0,59	1,28	0,82	0,45	0,19	0,00	-0,12
	$\frac{\varphi}{3} =$	0°	0,50	0,47	0,42	0,37	0,30	0,24	0,57	0,41	0,26	0,14	0,05	-0,01
		10°	0,61	0,56	0,50	0,42	0,34	0,27	0,69	0,49	0,31	0,16	0,06	-0,01
		20°	0,79	0,71	0,61	0,51	0,41	0,32	0,90	0,62	0,38	0,20	0,07	-0,01
		25	0,95	0,84	0,72	0,60	0,48	0,37	1,08	0,73	0,45	0,23	0,08	-0,01
		30°	1,60	1,36	1,14	0,93	0,75	0,59	0,82	1,18	0,71	0,36	0,13	-0,01
	$\frac{2\varphi}{3} =$	0°	0,41	0,40	0,37	0,33	0,28	0,22	0,68	0,49	0,33	0,20	0,10	0,03
		10°	0,52	0,49	0,44	0,39	0,32	0,25	0,85	0,60	0,39	0,24	0,12	0,04
		20°	0,69	0,63	0,56	0,48	0,39	0,30	1,13	0,78	0,50	0,29	0,14	0,05
		25°	0,86	0,77	0,67	0,57	0,46	0,35	1,41	0,96	0,60	0,35	0,17	0,05
		30°	1,60	1,36	1,14	0,93	0,75	0,59	2,63	1,68	1,02	0,57	0,27	0,09
$\varphi = 30°$	0°	0,32	0,33	0,33	0,30	0,26	0,21	0,82	0,60	0,41	0,26	0,15	0,07	
	10°	0,42	0,42	0,39	0,35	0,30	0,24	1,07	0,76	0,50	0,31	0,17	0,08	
	20°	0,58	0,56	0,51	0,44	0,37	0,29	1,48	1,01	0,65	0,39	0,21	0,10	
	25°	0,75	0,70	0,62	0,53	0,44	0,34	1,92	1,26	0,79	0,47	0,25	0,12	
	30°	1,60	1,36	1,14	0,93	0,75	0,59	4,10	2,45	1,44	0,82	0,43	0,20	

TABLA T-3.3
COEFICIENTES DE EMPUJE ACTIVO (continuación)

Angulo de rozamiento interno del terreno φ	Angulo de rozamiento de terreno y muro δ	Angulo del talud del terreno β	Coeficiente λ_h de empuje activo horizontal siendo la inclinación del muro: $\cot \alpha =$						Coeficiente λ_v de empuje activo vertical siendo la inclinación del muro: $\cot \alpha =$					
			0,8	0,6	0,4	0,2	0	0,2	0,8	0,6	0,4	0,2	0	0,2
			35°	0°	0°	0,54	0,49	0,42	0,35	0,27	0,20	0,43	0,29	0,17
15°	0,70	0,61			0,51	0,42	0,32	0,23	0,56	0,37	0,20	0,08	0,00	-0,05
25°	0,88	0,75			0,62	0,50	0,38	0,27	0,70	0,45	0,25	0,10	0,00	-0,05
30°	1,04	0,88			0,72	0,57	0,44	0,31	0,83	0,53	0,29	0,11	0,00	-0,06
35°	1,63	1,35			1,10	0,87	0,67	0,50	1,31	0,81	0,44	0,17	0,00	-0,10
$\frac{\varphi}{3} =$	0°	0,44		0,41	0,37	0,31	0,25	0,18	0,53	0,38	0,24	0,13	0,05	0,00
	15°	0,60		0,53	0,46	0,38	0,29	0,21	0,72	0,49	0,30	0,16	0,06	0,00
	25°	0,77		0,67	0,57	0,46	0,35	0,25	0,93	0,62	0,38	0,19	0,07	0,00
	30°	0,94		0,81	0,67	0,54	0,41	0,30	1,13	0,75	0,44	0,23	0,08	0,00
	11° 40'	35°		1,63	1,35	1,10	0,87	0,67	0,50	1,96	1,24	0,73	0,37	0,14
$\frac{2\varphi}{3} =$	0°	0,35		0,34	0,32	0,28	0,22	0,17	0,81	0,47	0,32	0,19	0,10	0,04
	15°	0,49		0,46	0,41	0,34	0,27	0,20	0,92	0,64	0,41	0,23	0,12	0,04
	25°	0,66		0,60	0,52	0,43	0,33	0,24	1,24	0,83	0,52	0,30	0,14	0,05
	30°	0,83		0,73	0,62	0,51	0,39	0,29	1,56	1,02	0,62	0,35	0,17	0,06
	35°	1,63		1,35	1,10	0,87	0,67	0,50	3,07	1,88	1,10	0,60	0,30	0,11

40°	0°	0°	0,49	0,44	0,37	0,29	0,22	0,15	0,39	0,26	0,15	0,06	0,00	-0,03
		15°	0,63	0,53	0,44	0,34	0,25	0,17	0,50	0,32	0,18	0,07	0,00	-0,03
		25°	0,76	0,64	0,52	0,40	0,29	0,19	0,61	0,38	0,21	0,08	0,00	-0,04
		35°	1,02	0,84	0,67	0,51	0,37	0,24	0,82	0,50	0,27	0,10	0,00	-0,05
		40°	1,64	1,32	1,05	0,80	0,59	0,41	1,31	0,79	0,42	0,16	0,00	-0,08
	$\frac{\varphi}{3} =$	0°	0,40	0,36	0,31	0,26	0,20	0,14	0,51	0,35	0,22	0,12	0,05	0,00
		15°	0,52	0,46	0,39	0,31	0,23	0,16	0,66	0,45	0,27	0,14	0,05	0,01
		25°	0,65	0,56	0,46	0,36	0,27	0,18	0,83	0,55	0,32	0,16	0,06	0,01
		35°	0,92	0,77	0,62	0,48	0,35	0,23	1,18	0,76	0,44	0,22	0,08	0,01
		40°	1,64	1,32	1,05	0,80	0,59	0,41	2,10	1,30	0,74	0,37	0,14	0,01
	$\frac{2\varphi}{3} =$	0°	0,30	0,29	0,27	0,23	0,18	0,13	0,65	0,46	0,30	0,18	0,09	0,04
		15°	0,41	0,38	0,33	0,28	0,21	0,15	0,89	0,60	0,37	0,22	0,10	0,04
		25°	0,52	0,48	0,41	0,33	0,25	0,17	1,13	0,76	0,46	0,26	0,12	0,05
		35°	0,79	0,69	0,58	0,45	0,33	0,22	1,72	1,09	0,65	0,35	0,17	0,06
		40°	1,64	1,32	1,05	0,80	0,59	0,41	3,57	2,08	1,19	0,62	0,30	0,11
	$\varphi = 40°$	0°	0,18	0,21	0,22	0,20	0,16	0,12	0,89	0,61	0,40	0,25	0,14	0,07
		15°	0,26	0,29	0,28	0,24	0,19	0,14	1,30	0,84	0,52	0,30	0,16	0,08
		25°	0,35	0,37	0,35	0,29	0,23	0,16	1,74	1,07	0,65	0,36	0,19	0,09
		35°	0,59	0,58	0,51	0,42	0,31	0,21	2,94	1,68	0,95	0,52	0,26	0,11
		40°	1,64	1,32	1,05	0,80	0,59	0,41	8,17	3,83	1,95	1,00	0,49	0,22

45°	0°	0°	0,45	0,38	0,32	0,24	0,17	0,11	0,36	0,23	0,13	0,05	0,00	-0,02
		15°	0,56	0,47	0,37	0,28	0,19	0,12	0,45	0,28	0,15	0,06	0,00	-0,02
		30°	0,73	0,60	0,47	0,34	0,23	0,14	0,58	0,36	0,19	0,07	0,00	-0,03
		40°	0,99	0,79	0,61	0,45	0,30	0,18	0,79	0,47	0,24	0,09	0,00	-0,04
		45°	1,62	1,28	0,98	0,72	0,50	0,32	1,30	0,77	0,39	0,14	0,00	-0,06
	$\frac{\varphi}{3} =$	0°	0,35	0,32	0,27	0,21	0,14	0,10	0,48	0,33	0,20	0,10	0,04	0,01
		15°	0,45	0,39	0,32	0,25	0,18	0,11	0,61	0,40	0,24	0,12	0,05	0,01
		30°	0,55	0,52	0,42	0,31	0,22	0,13	0,75	0,54	0,31	0,15	0,06	0,01
		40°	0,88	0,72	0,57	0,42	0,29	0,17	1,20	0,74	0,43	0,21	0,08	0,01
		45°	1,62	1,28	0,98	0,72	0,50	0,32	2,20	1,32	0,73	0,36	0,13	0,02
	$\frac{2\varphi}{3} =$	0°	0,25	0,25	0,22	0,19	0,14	0,09	0,64	0,44	0,28	0,16	0,08	0,03
		15°	0,33	0,31	0,27	0,22	0,16	0,10	0,84	0,56	0,34	0,19	0,09	0,03
		30°	0,48	0,43	0,36	0,28	0,20	0,13	1,23	0,77	0,46	0,25	0,11	0,04
		40°	0,74	0,64	0,52	0,39	0,27	0,17	1,89	1,15	0,66	0,34	0,16	0,06
		45°	1,62	1,28	0,98	0,72	0,50	0,32	4,15	2,31	1,25	0,63	0,29	0,11
	$\varphi = 45°$	0°	0,11	0,16	0,17	0,16	0,13	0,09	0,97	0,63	0,40	0,24	0,13	0,06
		15°	0,16	0,21	0,22	0,19	0,15	0,10	1,44	0,84	0,51	0,28	0,15	0,07
		30°	0,25	0,31	0,30	0,25	0,18	0,12	2,25	1,24	0,70	0,37	0,18	0,08
		40°	0,45	0,50	0,45	0,35	0,25	0,16	4,05	2,00	1,05	0,52	0,25	0,11
		45°	1,62	1,28	0,98	0,72	0,50	0,32	14,60	5,12	2,29	1,08	0,50	0,21

Estas tablas muestran los empujes que tienen las tierras sobre los muros ménsula.



Cimentaciones Contenciones

Muros

Foundations. Retaining Walls. Design



1. Ambito de aplicación

Muros de hormigón armado con cimentación superficial, directriz recta y sección constante, para sostener rellenos drenados entre explanadas horizontales con desnivel no mayor de 6 m.

Para el acondicionamiento del terreno véase las NTE-AD. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes" y la NTE-CCT. "Cimentaciones Contenciones. Taludes".
Para el encofrado de muro véase la NTE-EME. "Estructuras de Madera. Encofrados".

2. Información previa De proyecto

Planta acotada de los bordes de explanaciones que precisen muros de contención, con expresión de los desniveles a salvar entre explanadas.

Geotécnica

Profundidad mínima recomendable del plano de cimentación respecto de la explanada inferior, en la zona de ubicación del muro.

Corte estratigráfico y características del terreno, hasta una profundidad no menor de $2(a+z)$ -medido desde la explanada inferior, siendo a el desnivel a salvar entre explanadas y z la profundidad del plano de apoyo.

Cimentaciones próximas

Situación y profundidad de cimentaciones próximas existentes o previstas.

Sísmica

Grado sísmico del lugar de ubicación de las obras según la NTE-ECS. "Estructuras. Cargas Sísmicas".

3. Criterios de diseño

Relleno-drenado

El relleno-drenado del trasdós del muro se realizará con material filtrante y drenes según la NTE-ASD. "Acondicionamiento del terreno. Saneamiento. Drenajes y avenamientos" y su compactación según la NTE-ADE. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Explanaciones".

Se formará una cuña definida por el trasdós del muro y un plano con inclinación no mayor de 60° que pase por el borde inferior de la cimentación del muro.

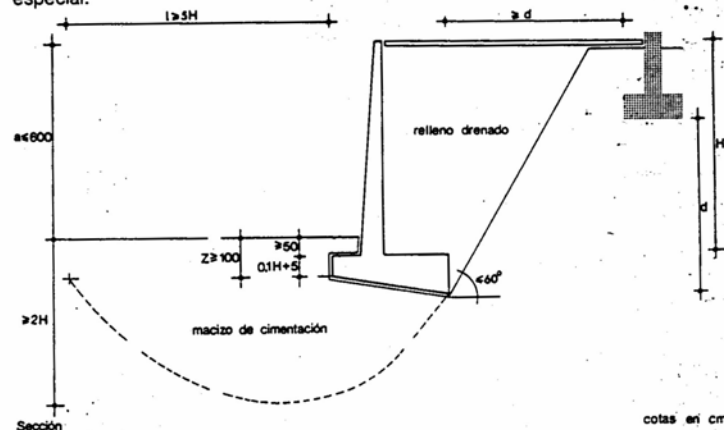
Profundidad Z de la cimentación del muro

La cara superior de la zapata de cimentación quedará a una profundidad no menor de 0,5 m y su borde inferior exterior a una profundidad Z no menor de 1 m, medidos desde la explanada inferior.

Características geotécnicas del macizo de cimentación

Será objeto de estudio particular, cuando las características geotécnicas del macizo de terreno por debajo del plano de cimentación hasta la profundidad $b = 2H$ y longitud $l = 5H$, no se mantengan sensiblemente constantes y/o el nivel freático pueda alcanzar dicho macizo; siendo H la altura del fuste del muro elegido en función de a y z .

La existencia de otras construcciones en el macizo de cimentación es en general favorable a la estabilidad del muro pero la interacción debe ser objeto de estudio especial.



Solicitaciones debidas a viales y cimentaciones próximas

La presente NTE admite en la explanada superior una sobrecarga uniforme de viales $\leq 1 \text{ t/m}^2$ y no contempla la sollicitación en los muros debida a cimentaciones próximas.

No se considerará el muro sollicitado por cimentación próxima cuando sus bordes estén situados a una distancia horizontal $\geq d$, siendo d el desnivel entre el plano de apoyo de la cimentación próxima y el borde inferior de la zapata del muro.

Protección del muro contra el agua

En general, se evitará en la proximidad del muro la instalación de conducciones de agua a presión y las aguas superficiales se llevarán, realizando superficies estancas, a red de alcantarillado o drenaje de viales, con el fin de mantener la capacidad drenante del trasdós del muro para emergencias.

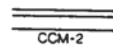
Agresividad del terreno

En terrenos de agresividad fuerte y muy fuerte, se hará un estudio especial del hormigón a emplear.

Especificación

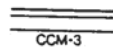
CCM-2 Muro de contención con base horizontal-H.P.T.Z. E-n₁·Ø₁·n₂·Ø₂

Símbolo Aplicación



Se utilizará cuando sea difícil excavar un plano inclinado como base de apoyo de la cimentación.

CCM-3 Muro de contención con base inclinada-H.P.T.Z.E. n₁·Ø₁·n₂·Ø₂



Se utilizará como solución preferente y cuando no exista solución para CCM-2. Precisa la excavación de un plano inclinado, como base de apoyo de la cimentación.

CCM-4 Junta-H



Se utilizará en juntas verticales de dilatación, retracción o de hormigonado, con separaciones entre juntas no mayor de 15 m.

4. Planos de obra

CCM-Plantas

Representación en planta de las especificaciones por su símbolo, expresando los valores dados a sus parámetros.

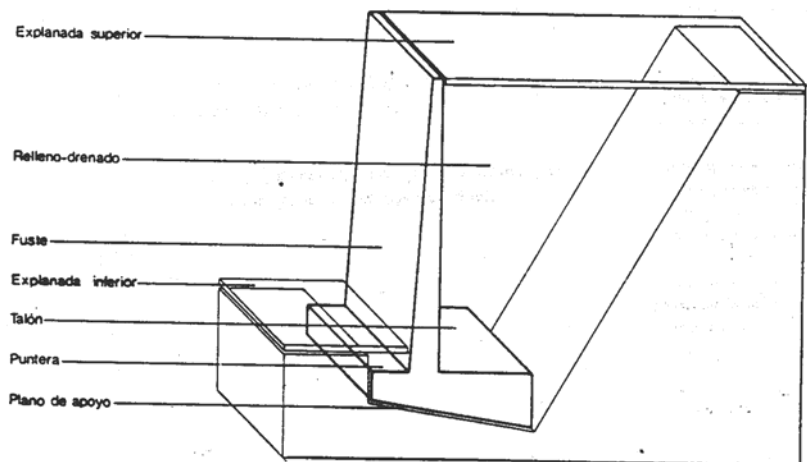
Escala
1:100

CCM-Detalles

Representación gráfica de los detalles necesarios para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE.

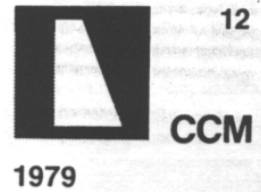
1:50

5. Esquema





Cimentaciones Contenciones

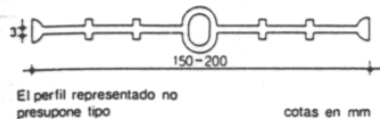


Muros

Foundations. Retaining Walls. Construction

1. Especificaciones

CCM-1 Perfil de estanquidad

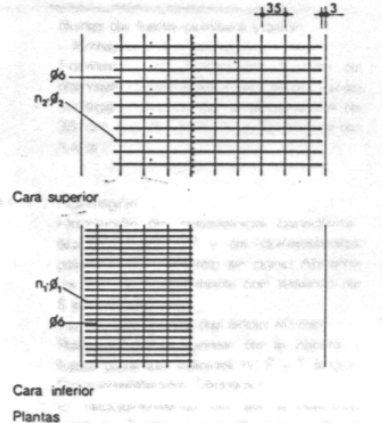
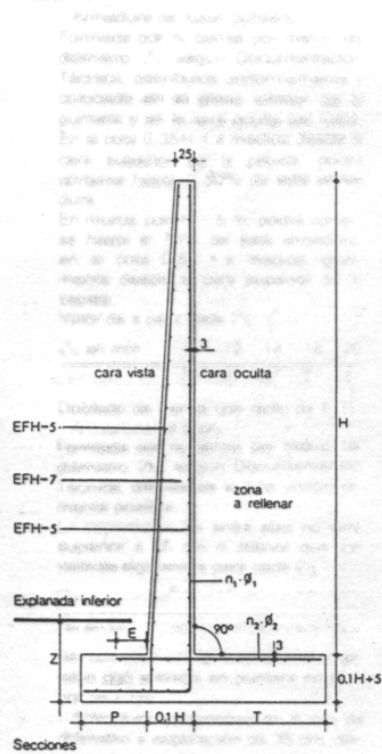


El perfil representado no presupone tipo

cotas en mm

Perfil de sección formada por óvalo central hueco y dos alas con resaltos de 150-200 mm de ancho total y espesor no menor de 3 mm. De material elástico con resistencia a la tracción no inferior a 100 kg/cm² y alargamiento de rotura superior al 250%. Resistente al ataque químico y al envejecimiento.

CCM-2 Muro de contención con base horizontal-H-P-T-Z-E-n₁Ø₁-n₂Ø₂



cotas en cm

EFH-5 Armadura de acero AE-42 en barras corrugadas.

- Armadura de fuste-puntera. Formada por n₁ barras por metro, de diámetro Ø₁, según Documentación Técnica, distribuida uniformemente y colocada en el plano inferior de la puntera y en la cara oculta del fuste. En la cota 0,35H + e medida desde la cara superior de la zapata, podrá cortarse hasta el 50% de esta armadura. En muros con H > 5 m, podrá cortarse hasta el 75% de esta armadura, en la cota 0,6H + e medida igualmente desde la cara superior de la zapata.

Valor de e para cada Ø₁:

Ø ₁ en mm	10	12	14	16	20
e en cm	30	36	42	54	84

Doblado de barras con radio de 8 Ø₁.

- Armadura de talón. Formada por n₂ barras por metro, de diámetro Ø₂, según Documentación Técnica, distribuida lo más uniformemente posible.

La separación S_e entre ejes no será superior a 35 cm ni menor que los valores siguientes para cada Ø₂.

Ø ₂ en mm	10	12	14	16	20
S _e en cm	5,8	6,0	6,2	6,4	6,8

Se colocará en la cara superior del talón con entrega en puntera en menor de E cm.

- Armadura de montaje de 6 mm de diámetro a separación de 35 cm, dispuesta ortogonalmente a las armaduras de fuste-puntera y talón.

- Armadura de fisuración. Formada por barras de 6 mm de diámetro dispuestas en direcciones vertical y horizontal a separación de 35 cm y colocada en la cara vista del fuste.

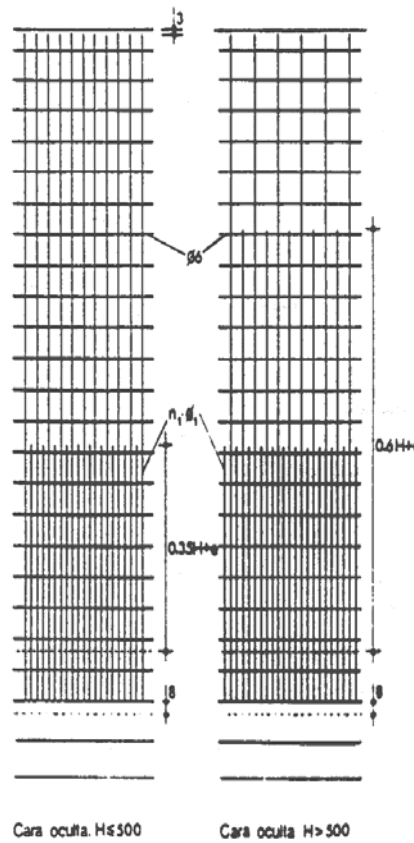
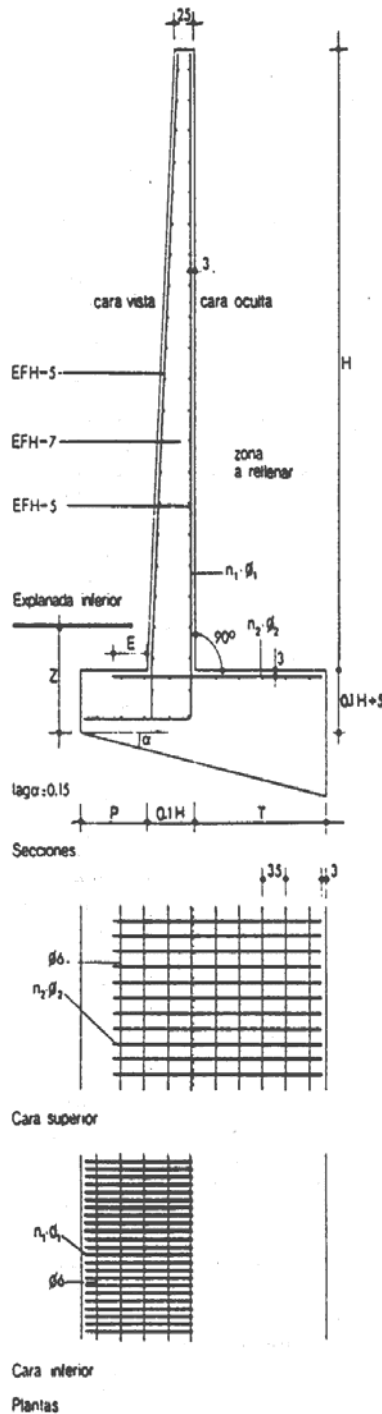
EFH-7 Hormigón.

Hormigón de resistencia característica 175 kg/cm² y de consistencia plástica con asiento en cono Abrams de 3 a 5 cm, o blanda con asiento de 6 a 9 cm.

Tamaño máximo del árido 40 mm. Rellenará el volumen de la zapata y fuste para los valores H, P y T según Documentación Técnica.

El recubrimiento de las armaduras será de 3 cm, aumentándose a 8 cm en la armadura inferior de la zapata. El borde inferior de la puntera distará de la explanada inferior la profundidad Z en cm según Documentación Técnica.

CCM-3 Muro de contención con base inclinada-H-P-T-Z-E- $n_1 \phi_1$ - $n_2 \phi_2$



EFH-5 Armadura de acero AE-42 en barras corrugadas.

- Armadura de fuste-puntera.
Formada por n_1 barras por metro, de diámetro ϕ_1 , según Documentación Técnica, distribuida uniformemente y colocada en un plano horizontal desde el borde inferior exterior de la puntera y en la cara oculta del fuste. En la cota $0,35H + e$ medida desde la cara superior de la zapata, podrá cortarse hasta el 50% de esta armadura.
En muros con $H > 5$ m, podrá cortarse hasta el 75% de esta armadura, en la cota $0,6H + e$ medida igualmente desde la cara superior de la zapata.

Valor de e para cada ϕ_1 :

ϕ_1 en mm	10	12	14	16	20
e en cm	30	36	42	54	84

Doblado de barras con radio de $8 \phi_1$.

- Armadura de talón.
Formada por n_2 barras por metro, de diámetro ϕ_2 , según Documentación Técnica, distribuida lo más uniformemente posible.

La separación S_e entre ejes no será superior a 35 cm ni menor que los valores siguientes para cada ϕ_2 .

ϕ_2 en mm	10	12	14	16	20
S_e en cm	5,8	6,0	6,2	6,4	6,8

Se colocará en la cara superior del talón con entrega en puntera no menor de E cm.

- Armadura de montaje de 6 mm de diámetro a separación de 35 cm, dispuesta ortogonalmente a las armaduras de fuste-puntera y talón.

- Armadura de lisuración.
Formada por barras de 6 mm de diámetro dispuestas en direcciones vertical y horizontal a separación de 35 cm y colocada en la cara vista del fuste.

EFH-7 Hormigón.

Hormigón de resistencia característica 175 kg/cm^2 y de consistencia plástica con asiento en cono Abrams de 3 a 5 cm, o blanda con asiento de 6 a 9 cm.

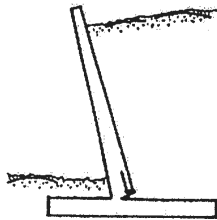
Tamaño máximo del árido 40 mm.
Rellenará el volumen de la zapata con plano de apoyo necesariamente inclinado, $\text{tg} \alpha = 0,15$ y fuste para los valores H, P y T según Documentación Técnica.

El recubrimiento de las armaduras será de 3 cm aumentándose a 8 cm en la armadura inferior de la zapata. El borde inferior de la puntera distará de la explanada inferior la profundidad Z en cm según Documentación Técnica.

3.4.- Posibles fallos de los muros ménsula.

- Los posibles fallos que se pueden suceder en los muros ménsula son las siguientes:

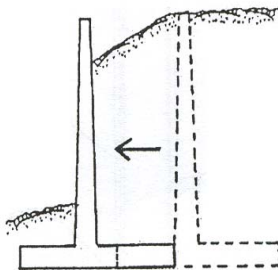
- 1- Rotura por momento
- 2- Deslizamiento
- 3- Giro parcial
- 4- Rotura de la puntera o del tacón
- 5- Deslizamiento profundo del suelo
- 6- Cargas de cimentación colindante
- 7- Aplastamiento del forjado
- 8- Flechas verticales del muro
- 9- Pilares. Contrafuertes



ROTURA POR MOMENTO

- Rotura por momento.

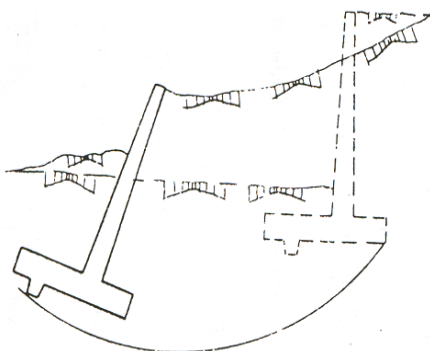
Las tierras empujan, produciéndose el momento máximo de trabajo debido a las cargas, en la base del muro, provocando una rotura en la sección, en el caso de armado insuficiente.



DESPLAZAMIENTO

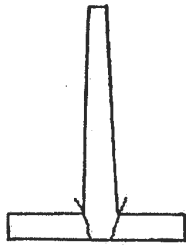
- Rotura por deslizamiento.

El muro puede fallar por deslizamiento entre el terreno y la superficie de contacto de la base del muro. Falta peso al muro para provocar rozamiento suficiente con el terreno. Esto suele suceder antes de cargar los forjados sobre el muro. Ayuda a evitarlo la colocación de tacón.



- Rotura por giro parcial.

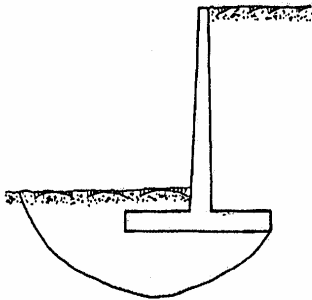
Si el muro falla en la zona del cimiento de la puntera, debido a una presión mayor de la admisible por el terreno, se provoca un giro parcial. Esto traerá consigo el desplazamiento de la coronación de la cabeza del muro, incompatible con las condiciones de servicio. Pudiendo provocar el vuelco. Defecto debido a tener poca puntera. También se puede producir si el muro se encuentra sobre terreno y no sobre terreno original.



ROTURA DEL TALÓN
O PUNTERA

- Rotura de puntera o Tacón.

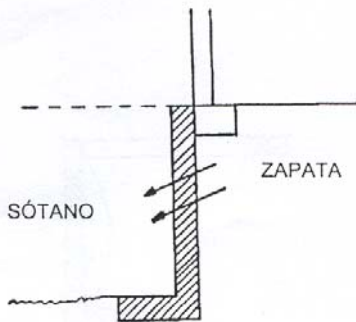
Podría romper el muro por rotura de la puntera o del talón, por resultar sometidos a esfuerzos superiores a su resistencia como piezas de hormigón armado.



DESPLAZAMIENTO PROFUNDO
DEL SUELO

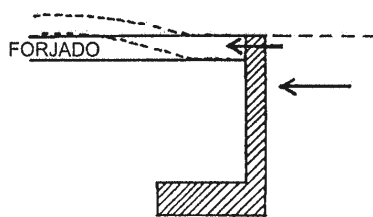
- Deslizamiento profundo del suelo.

Es debido a la formación de una superficie de deslizamiento profundo, de forma aproximadamente circular. Este tipo de fallo puede presentarse si existe una capa de suelo blando en una profundidad igual a aproximadamente a vez y media la altura del muro, contada desde el plano de cimentación de la zapata.



- Cargas de cimentación colindante.

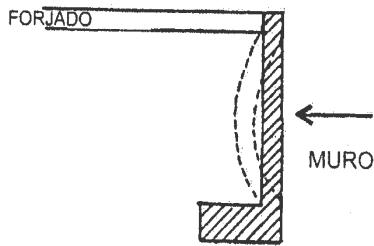
Posteriormente a la ejecución de dicho muro, podría construirse un edificio colindante, con cargas importantes junto al muro, situadas en la parte alta, cuyo bulbo de presiones podría repercutir en la seguridad del muro. Las cargas del muro serían muy superiores a las que venían en el proyecto, por lo tanto si se presupone que pueda hacerse un edificio en un solar colindante, el muro se proyectaría para que tenga más aguante.



APLASTAMIENTO DEL FORJADO

- Rotura por aplastamiento de un forjado.

Si en el diseño del muro se ha tenido en cuenta la colaboración del forjado de planta baja, dicho forjado podría flexionar, como consecuencia de los empujes del terreno sobre el muro, levantando dicho forjado y poniendo en peligro el muro.



PANDEO VERTICAL DEL MURO

- Flechas verticales de un muro.

Cuando el muro es muy estrecho y el forjado es muy rígido, dicho muro podría funcionar como apoyado en ambos extremos (cimiento y forjado), no estando armado para soportar dichos esfuerzos.

- Pilares y contrafuertes.

Al actuar los pilares como contrafuertes, cambian el funcionamiento del muro. Necesita armadura horizontal importante en la cara exterior, para absorber dichos esfuerzos.

Para alturas superiores a los 10 o 12 m la deformación en el muro ménsula debido a los empujes del terreno es muy elevada y requiere gran espesor de hormigón y cuantías de armaduras importantes, lo cual eleva el coste final del muro. Por esto se buscan alternativas o mejoras en los muros, tales como incorporar contrafuertes o bandejas.

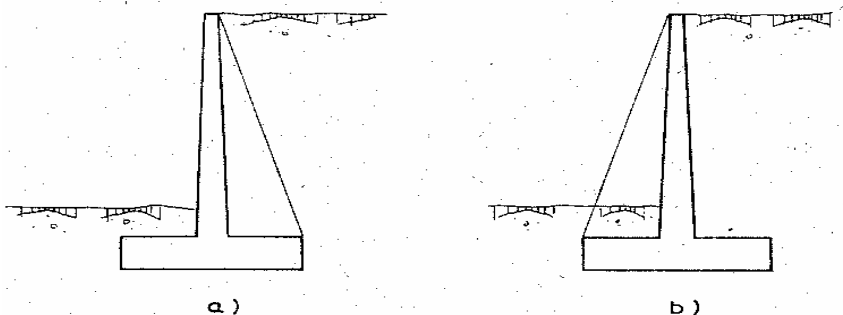
3.5.- Contrafuertes (internos y externos).

Para alturas superiores a los 10 o 12 m la deformación en el muro ménsula debido a los empujes del terreno es muy elevada y requiere gran espesor de hormigón y cuantías de armaduras importantes, lo cual eleva el coste final del muro. Por esto se buscan alternativas o mejoras en los muros, tales como incorporar contrafuertes o bandejas.

La idea es disponer en el muro, a intervalos regulares, unos contrafuertes empotrados, ya sea en el intradós o en el trasdós. Estéticamente es mejor la solución del contrafuerte en el trasdós.

Ventajas: Conseguimos así una deformabilidad mucho menor a igualdad de empujes, además de un ahorro de materiales.

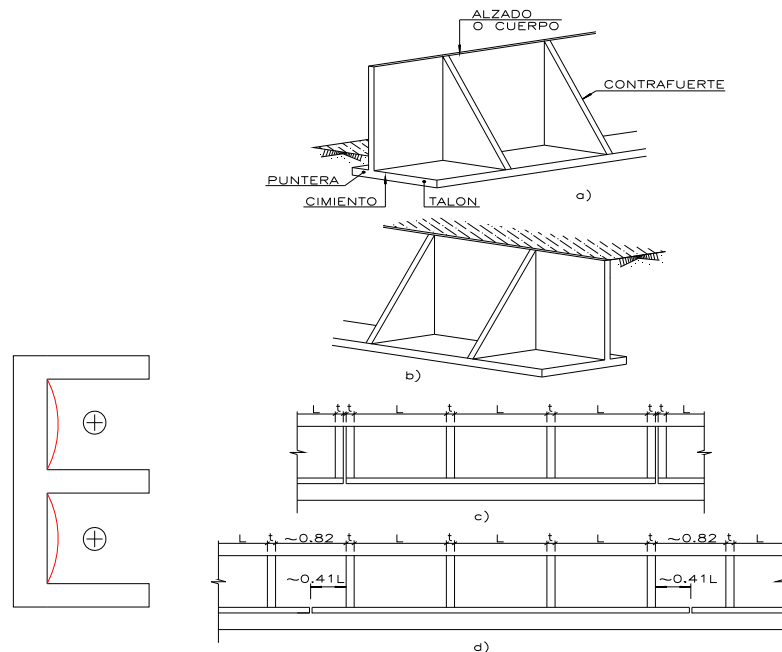
Desventajas: La ejecución es más costosa al necesitar más operaciones de encofrado, ferralla y hormigonado.



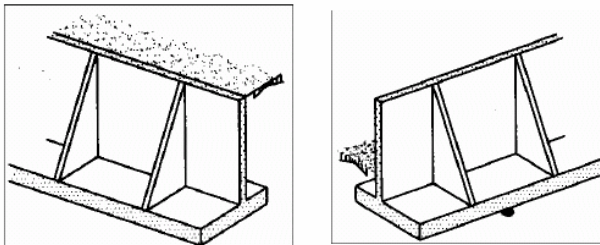
La separación entre contrafuertes viene generalmente fijada por razones de coste y suele oscilar de $1/3$ a $1/2$ de la altura H . El espesor no será inferior a 25-30 cm.

El espesor de la losa de alzado tampoco debe ser inferior a 25-30 cm.

Dado que se trata de muros altos, es frecuente disponer juntas de dilatación cada tres o cuatro vanos.



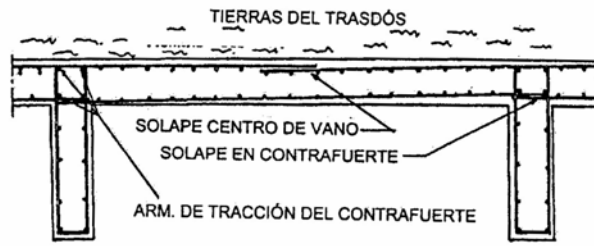
Muros de contrafuertes



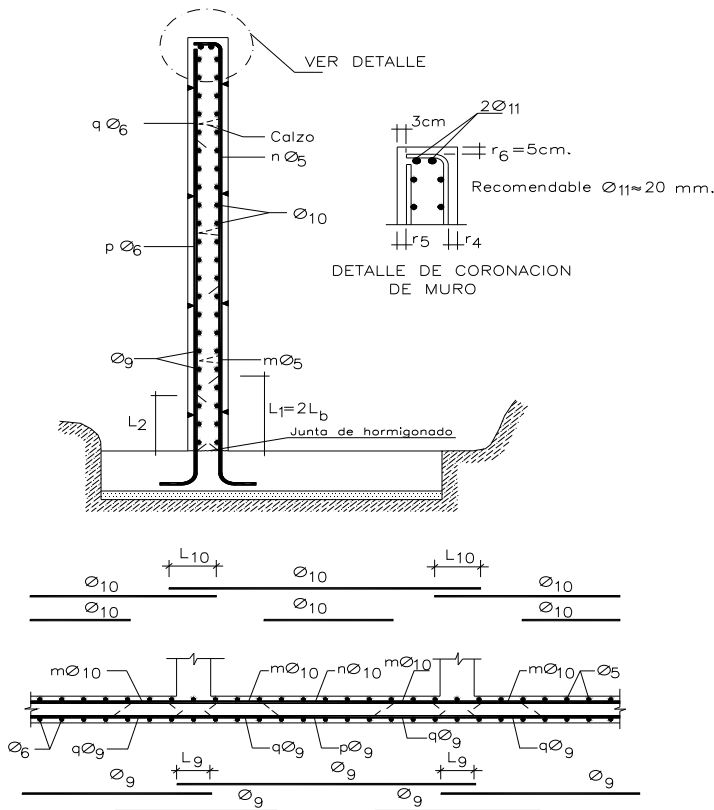
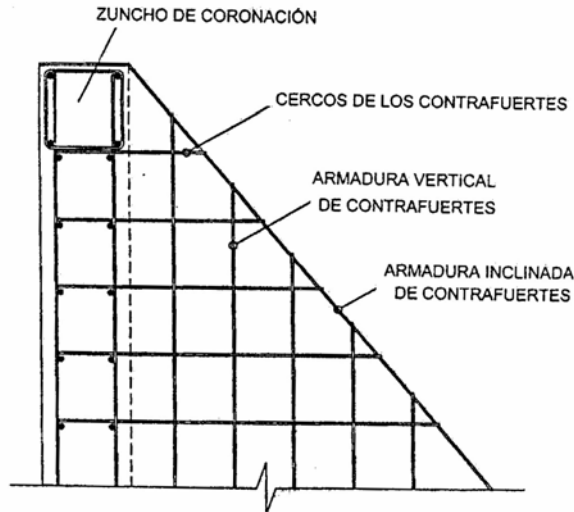
- Tipología de armado.

Al observar esta deformada comprenderemos que la armadura principal del muro será la horizontal.

La armadura principal del contrafuerte será la vertical situada en la zona que se introduce en el muro. Si los contrafuertes están en el intradós, los solapes de las armaduras del muro se harán en el centro de los vanos en el trasdós y en las zonas de los contrafuertes en el intradós.

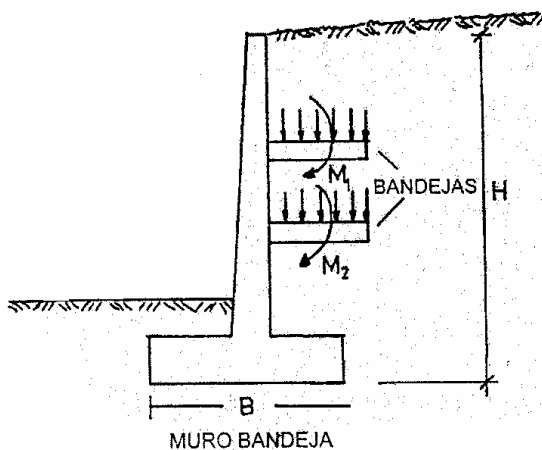


SECCIÓN EN PLANTA Y ARMADO DE MURO DE CONTRAFUERTES



- Muros con bandejas exteriores.

Aquí la idea es diferente. Consiste en compensar el momento originado por el empuje de las tierras con otros momentos, en sentido contrario, que se originan por el peso de las tierras sobre unas bandejas dispuestas en el trasdós. Estas bandejas pueden ser simples losas prefabricadas apoyadas sobre ménsulas que previamente hemos hormigonado junto con el muro. Pero también pueden ser bandejas hormigonadas in situ junto con el muro, (es decir empotradas en el muro, no apoyadas sobre ménsulas).



Ventajas: Podremos construir muros sin talón o con éste muy reducido, y alzados más esbeltos. Pueden resultar una alternativa al muro de contrafuertes para grandes alturas.

Desventajas: La ejecución es más lenta, ya que hay que hacer operaciones en el trasdós de compactación de terreno para hormigonar una bandeja, echar y compactar terreno encima de ésta, hormigonar la bandeja siguiente, y así sucesivamente.

PANEL SANDWICH PREFABRICADO

Está constituido por **dos losas** de hormigón armado de **6 cm**, separadas por tres celosías que dan forma al sándwich prefabricado y lo rigidizan para su manipulación, además de constituir los "latiguillos" que soportarán la presión de hormigonado y el vibrado (hasta 7 T/m²). Puede trabajar **en ménsula** para muros de contención de tierras o depósitos abiertos, o **empotrado-apoyado** para muros de sótanos en la edificación.

MONTAJE EN OBRA

Cada panel **se monta** de forma independiente al resto, siendo necesarias **4 cuñas** de manera y un puntal llamado "**de doble efecto**", ya que sirve para empujar o recoger al prefabricado para su aplomado. No son necesarias ni reglas alineadoras ni latiguillos o barras tipo dywidag. El constructor no tiene necesidad de invertir o alquilar costosos paneles de encofrado, ni tampoco tiene que renovar el tablero de madera fenólico de los paneles. Se coloca mediante **grúa torre** (para alturas menores de 3,5 m) o mediante autogrúa, directamente desde el camión, montándose cada panel en **10 minutos con sólo 3 hombres**. El **tiempo de ejecución** de un muro clásico de 6 m de altura y 15 m de longitud es de 3 días, ya que implica el uso de un sobre-andamio para ejecutar la segunda altura del muro. El nuevo sistema de muros permite, en un solo día, dejar terminado **un muro de 6 m de altura por 20 m de longitud**,



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El ancho es **estándar de 1,2 m** aunque para remates también se fabrican más estrechos. Asimismo la coronación se fabrica con inclinación para formar aletas o pendientes. El espesor de muro varía en función de la altura como $e=0,10 \cdot h$, así por ejemplo un típico muro de sótano de garajes de viviendas de unos 3 m de altura libre tendrá 30 cm de espesor, y muro de contención de 6 m de altura será de 60 cm. El prefabricado y el interior son de hormigón HA-25. El acero es de tipo B-500S. Los recubrimientos, por ser panel prefabricado en factoría, son de 2 cm.

MÉTODO DE CÁLCULO

Se calculan de forma convencional los coeficientes al vuelco, al deslizamiento, las tensiones en el terreno los esfuerzos flectores y cortantes, los armados, las cuantías, etc. Todo ello cumpliendo rigurosamente la **EHE en vigor y los Eurocódigos 2** parte 1. La **zapata** del muro se calcula y ejecuta a la **manera tradicional** de forma que las esperas o arranques de ferralla del muro, se introduzcan en el interior de sándwich prefabricado. Luego, estudiando convenientemente el **esfuerzo rasante** entre hormigón "in situ" y el prefabricado, se obtiene la longitud de los arranques de cimentación.

El **acero resistente** del alzado del muro se incorpora en el prefabricado, por lo que **no hay que colocar ferralla en obra**, solo hormigón de relleno.

Fácilmente pueden respetarse los **armados de proyecto** del muro "in situ", salvo en los arranques, ya que al disminuir al brazo mecánico es necesario juntar más las armaduras, así como calcular su longitud a esfuerzo rasante.

La normativa obliga a colocar **juntas de retracción** cada 7 cm como máximo o en su caso cumplir una cuantía mínima muy elevada de armado horizontal. Con el muro E2E las citadas juntas están situadas cada 1,2 m por lo que no hay fisuras de retracción



ADAPTACIÓN EN OBRA

El **corte del muro** en obra por cajeados imprevistos, se realizará fácilmente, bastando para ello con marcar con disco de diamante un corte de 1 cm de profundidad y romper luego con el martillo de mano.

El **vibrado interior no es delicado**, ya que las caras exteriores del prefabricado son las que trabajan a compresión y a tracción, careciendo el hormigón de relleno de excesiva responsabilidad estructural. Así, las **coqueras** típicas de obra no revisten importancia en este sistema.

En **muros a una cara** se coloca el panel prefabricado, se vierte el hormigón y a los 3 o 4 días se rellena el trasdós con **arena o grava**. No hay "demasiás" de hormigón.



APLICACIONES, PRODUCCIÓN Y PRECIO

El campo de aplicación en la ingeniería y la arquitectura es amplio:

- Muros de **contención** de tierras.
- Muros de **sótano** para viviendas, naves industriales o centros comerciales.
- Muros de sótano ejecutados **a una cara**.
- **Depósitos y depuradoras** de agua, estancos.
- Obras de **fábrica para** carreteras: pilas y aletas para pasos, pontones, galerías...
- Zapata con **puntera o talón** según lo exija el proyecto.

DEPÓSITOS DE AGUA

Se aplica también para construir **depósitos de agua**, ya que a diferencia de otras tipologías de muro prefabricado, el muro queda **MACIZADO** de manera continua en obra.

En los depósitos de agua solamente, **se sellarán** las juntas verticales y las horizontales de unión con solera. El depósito puede ser de tipo **enterrado o de tipo aéreo o elevado**.

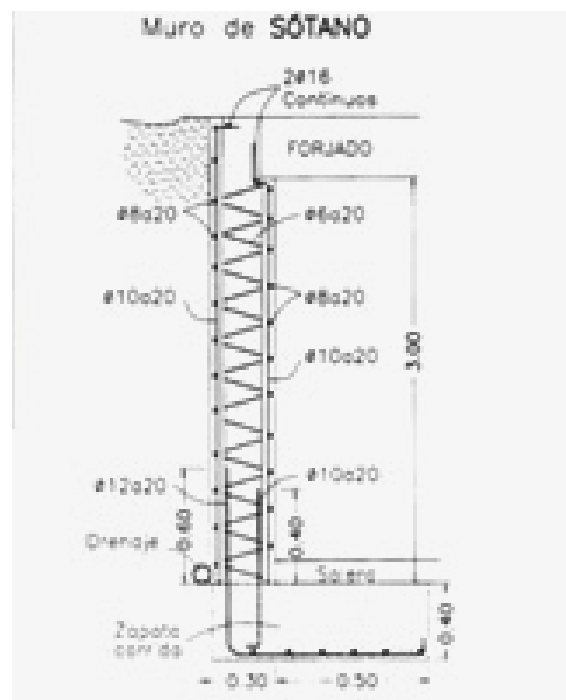
MUROS DE SÓTANO

Este sistema es ideal para sótanos de viviendas donde queramos dejar "**vistos**" los muros, **sin poros ni coqueras**, no siendo necesario "enfoscar" o trasdosar para tener un buen acabado. De esta forma el ahorro es muy elevado.

La **adaptación** al proyecto es del 100%, incluyendo ventanas, tacones de pilares en edificios de gran altura, pasatubos, etc. Pueden construirse con él desde **1 a 5 alturas de sótano**.

Los **paneles de esquina** incorporan la cara exterior más ancha que la interior para cerrar dicha esquina por fuera. Asimismo podemos dejar una cara más alta que la otra para absorber el canto del forjado sirviendo de **tabica**.

También el muro es capaz de soportar **pilares nacies** en coronación, para cualquier altura de edificio.



Protección del muro contra el agua

En general, se evitará en la proximidad del muro la instalación de conducciones de agua a presión y las aguas superficiales se llevarán, realizando superficies estancas, a red de alcantarillado o drenaje de viales, con el fin de mantener la capacidad drenante del trasdós del muro para emergencias.

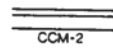
Agresividad del terreno

En terrenos de agresividad fuerte y muy fuerte, se hará un estudio especial del hormigón a emplear.

Especificación

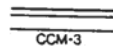
CCM-2 Muro de contención con base horizontal-H-P-T-Z- $n_1 \cdot \phi_1 \cdot n_2 \cdot \phi_2$

Símbolo Aplicación



Se utilizará cuando sea difícil excavar un plano inclinado como base de apoyo de la cimentación.

CCM-3 Muro de contención con base inclinada-H-P-T-Z-E- $n_1 \cdot \phi_1 \cdot n_2 \cdot \phi_2$



Se utilizará como solución preferente y cuando no exista solución para CCM-2. Precisa la excavación de un plano inclinado, como base de apoyo de la cimentación.

CCM-4 Junta-H



Se utilizará en juntas verticales de dilatación, retracción o de hormigonado, con separaciones entre juntas no mayor de 15 m.

4. Planos de obra

CCM-Plantas

Representación en planta de las especificaciones por su símbolo, expresando los valores dados a sus parámetros.

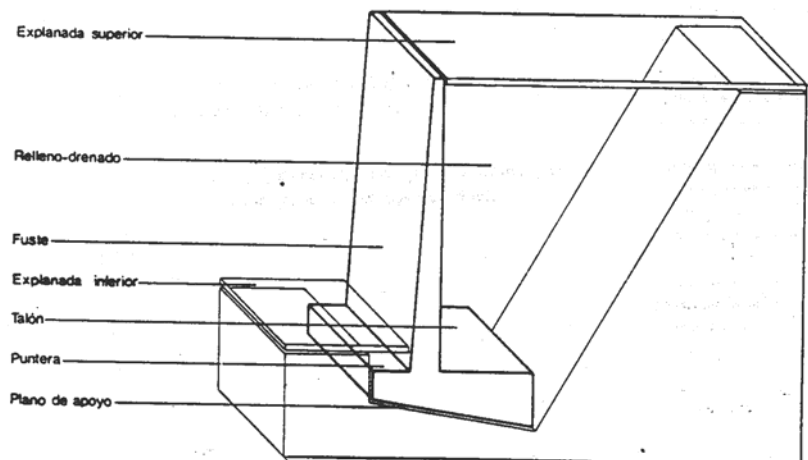
Escala
1:100

CCM-Detalles

Representación gráfica de los detalles necesarios para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE.

1:50

5. Esquema





Cimentaciones Contenciones

Muros

Foundations. Retaining Walls. Design



1. Ambito de aplicación

Muros de hormigón armado con cimentación superficial, directriz recta y sección constante, para sostener rellenos drenados entre explanadas horizontales con desnivel no mayor de 6 m.

Para el acondicionamiento del terreno véase las NTE-AD. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes" y la NTE-CCT. "Cimentaciones Contenciones. Taludes".

Para el encofrado de muro véase la NTE-EME. "Estructuras de Madera. Encofrados".

2. Información previa De proyecto

Planta acotada de los bordes de explanaciones que precisen muros de contención, con expresión de los desniveles a salvar entre explanadas.

Geotécnica

Profundidad mínima recomendable del plano de cimentación respecto de la explanada inferior, en la zona de ubicación del muro.

Corte estratigráfico y características del terreno, hasta una profundidad no menor de $2(a+z)$ -medido desde la explanada inferior, siendo a el desnivel a salvar entre explanadas y z la profundidad del plano de apoyo.

Cimentaciones próximas

Situación y profundidad de cimentaciones próximas existentes o previstas.

Sísmica

Grado sísmico del lugar de ubicación de las obras según la NTE-ECS. "Estructuras. Cargas Sísmicas".

3. Criterios de diseño

Relleno-drenado

El relleno-drenado del trasdós del muro se realizará con material filtrante y drenes según la NTE-ASD. "Acondicionamiento del terreno. Saneamiento. Drenajes y avenamientos" y su compactación según la NTE-ADE. "Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Explanaciones".

Se formará una cuña definida por el trasdós del muro y un plano con inclinación no mayor de 60° que pase por el borde inferior de la cimentación del muro.

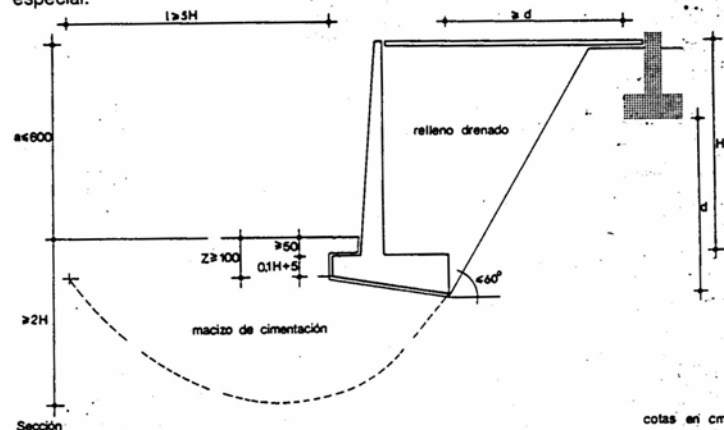
Profundidad Z de la cimentación del muro

La cara superior de la zapata de cimentación quedará a una profundidad no menor de 0,5 m y su borde inferior exterior a una profundidad Z no menor de 1 m, medidos desde la explanada inferior.

Características geotécnicas del macizo de cimentación

Será objeto de estudio particular, cuando las características geotécnicas del macizo de terreno por debajo del plano de cimentación hasta la profundidad $b = 2H$ y longitud $l = 5H$, no se mantengan sensiblemente constantes y/o el nivel freático pueda alcanzar dicho macizo; siendo H la altura del fuste del muro elegido en función de a y z .

La existencia de otras construcciones en el macizo de cimentación es en general favorable a la estabilidad del muro pero la interacción debe ser objeto de estudio especial.



Solicitaciones debidas a viales y cimentaciones próximas

La presente NTE admite en la explanada superior una sobrecarga uniforme de viales $\leq 1 \text{ t/m}^2$ y no contempla la sollicitación en los muros debida a cimentaciones próximas.

No se considerará el muro sollicitado por cimentación próxima cuando sus bordes estén situados a una distancia horizontal $\geq d$, siendo d el desnivel entre el plano de apoyo de la cimentación próxima y el borde inferior de la zapata del muro.

