



## INDICE

	Pág.
1. MUROS DE ESCOLLERA .....	2

## 1. MUROS DE ESCOLLERA

El objeto del presente anejo es realizar el cálculo estructural de los muros de escollera definidos en el documento de planos.

Se trata de muros de mampostería realizados con piedra granítica de gran tamaño y forma sensiblemente paralelepípeda.

Se adoptan cuatro secciones tipo de muro.

Para alturas de muro de hasta 2m, la anchura en coronación será de 1,4m. El trasdós será vertical y el intradós inclinado, con una anchura total en la base de 1,9m. Se hormigonará la base del muro, asentándose 0,5m en el terreno existente. La anchura de la cimentación será de 2,4m.

Para alturas comprendidas entre 2m y 3m, la anchura en coronación será de 1,75m. El trasdós será vertical y el intradós inclinado, con una anchura total en la base de 2,25. Se hormigonará la base del muro, asentándose 0,5m en el terreno existente. La anchura de la cimentación será de 2,75m.

Para alturas comprendidas entre 3m y 4m, la anchura en coronación será de 2,0m. El trasdós será vertical y el intradós inclinado, con una anchura total en la base de 2,8. Se hormigonará la base del muro, asentándose 0,5m en el terreno existente. La anchura de la cimentación será de 3,3m.

Para alturas comprendidas entre 4m y 5,5m, la anchura en coronación será de 3,0m. El trasdós será vertical y el intradós inclinado, con una anchura total en la base de 4,0. Se hormigonará la base del muro, asentándose 0,5m en el terreno existente. La anchura de la cimentación será de 4,5m.

La tensión máxima admisible del terreno será de  $2,2\text{kg/cm}^2$ .

De acuerdo con lo indicado en la IAP para estructuras de contención de viales, se ha considerado una sobrecarga uniforme repartida de  $1\text{t/m}^2$  más la sobrecarga de tierras, en cada caso.

Para el cálculo de los muros se utiliza el programa Muros de J.Díaz del Valle, de la E.T.S.I.C.C.P. de Santander.

D A T O S   D E L   M U R O   D E   G R A V E D A D

MURO H2M

-Datos geométricos:

H1= 2.00    H2= 0.00    H3= 0.00    H4= 0.50    H5= 0.00 m.  
 H6= 0.00    H7= 0.50    H8= 0.00    H9= 0.50    H10= 0.00 m.  
 B0= 1.40    B1= 0.00    B2= 0.00    B3= 0.00    B4= 0.50 m.  
 B5= 0.50    B6= 0.00    B7= 0.00    B8= 0.00    B9= 0.00 m.  
 Hy= 0.10    (Altura no colaborante al empuje pasivo frente a puntera)

-Características de los materiales:

Peso específico de la mampostería (t/m3) .....  $\phi_h$  = 1.80  
 Coeficiente de mayoración de las acciones .....  $\phi_f$  = 1.60

-Características del terreno:

Terreno sobre talón:  
 Peso específico de las tierras (t/m3) .....  $\phi_t$  = 1.80  
 Angulo de rozamiento interno de las tierras (°) .....  $\dot{Y}$  = 35.00  
 Angulo de rozamiento entre las tierras y el muro (°) ....  $\dot{U}$  = 23.00  
 Coeficiente de empuje activo calculado segun Coulomb ...  $K_{ax}$  = 0.225  
 Cohesión de las tierras (t/m<sup>2</sup>) .....  $c$  = 0.00  
 Terreno sobre puntera :  
 Peso específico de las tierras (t/m3) .....  $\phi_t$  = 1.80  
 Angulo de rozamiento interno de las tierras (°) .....  $\dot{Y}$  = 35.00  
 Angulo de rozamiento entre las tierras y el muro (°) ....  $\dot{U}$  = 23.00  
 Coeficiente de empuje pasivo de las tierras .....  $K_{px}$  = 3.690  
 Terreno de cimentación :  
 Coeficiente de rozamiento entre el cimiento y el suelo ..  $\mu$  = 0.700  
 Adherencia entre el cimiento y el suelo (t/m<sup>2</sup>) .....  $a$  = 0.00  
 Angulo de la superficie del terreno con la horizontal ...  $\beta$  = 0.00 °

-Sobrecargas:

Carga por unidad de longitud de talud (t/m<sup>2</sup>) .....  $q$  = 6.70  
 Carga en faja paralela a la coronacion (t/m<sup>2</sup>) .....  $q'$  = 0.00  
 Carga en linea paralela a la coronacion (t/m) .....  $p$  = 0.00  
 Carga concentrada puntual (t.) .....  $P$  = 0.00  
 Carga sobre zapata aislada (t) .....  $W$  = 0.00  
 No se considera la acción sísmica .....

ACCIONES VERTICALES Y MOMENTOS RESPECTO AL EXTREMO A

Zona	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)	Distancia (m)	Momento (txm)
<b>HORMIGON:</b>					
Talon	0.95	1.80	1.71	1.47	2.52
Puntera	0.25	1.80	0.45	0.25	0.11
Total zapata	1.20	1.80	2.16	1.22	2.63
Muro frontal	3.30	1.80	5.94	1.57	9.32
<b>TOTAL HORMIGON (1)</b>	<b>4.50</b>	<b>1.80</b>	<b>8.10</b>	<b>1.48</b>	<b>11.95</b>
<b>TIERRAS:</b>					
Sobre trasdós: $E_y$ = Empuje vertical =			0.54	2.40	1.29
Sobre talón	0.00	1.80	0.00	1.00	0.00
Sobre puntera	0.00	1.80	0.00	1.00	0.00
<b>TOTAL TIERRAS (2)</b>	<b>0.00</b>	<b>1.80</b>	<b>0.54</b>	<b>2.40</b>	<b>1.29</b>
<b>SOBRECARGAS:</b>					
Repartida	---	---	1.60	2.40	3.84
Repartida en faja	---	---	0.00	0.00	0.00
En linea	---	---	0.00	0.00	0.00
Concentrada	---	---	0.00	0.00	0.00
En zapata	---	---	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL CARGAS (3)</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>1.60</b>	<b>2.40</b>	<b>3.84</b>
<b>RESULTANTE VERTICAL (1)+(2)+(3) :</b>			<b>N= 10.24</b>	<b>Xn= 1.67</b>	<b>17.08</b>

ACCIONES HORIZONTALES Y MOMENTOS RESPECTO AL EXTREMO A

Acción horizontal sobre el muro	Fuerza (t)	Distancia (m)	Momento (txm)
Empuje de tierras	1.27	0.83	1.05
Empuje del agua	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga repartida	3.77	1.25	4.71
Empuje de carga repartida en faja	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga en linea	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga concentrada	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga en zapata	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL EMPUJE ACTIVO (1)</b>	<b>Ex= 5.03</b>	<b>Y = 1.15</b>	<b>5.77</b>
<b>EMPUJE PASIVO FRENTE A PUNTERA (2)</b>	<b>Ep= 0.80</b>	<b>Yp= 0.16</b>	<b>0.12</b>
<b>RESULTANTE HORIZONTAL (1)-(2)</b>	<b>Eh= 4.24</b>	<b>1.33</b>	<b>5.64</b>

COMPROBACION DE LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD

SEGURIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO

Acciones favorables :

Rozamiento suelo-cimiento .....  $\mu.N = 7.17$   
 Fuerza-adherencia suelo-cimiento .....  $a.B = 0.00$   
 Empuje pasivo frente a puntera .....  $Ep = 0.80$   
 Total acciones favorables .....  $= 7.96$

Acción desfavorable :

Empuje horizontal sobre el muro .....  $Ex = 5.03$

Coefficiente de seguridad =  $7.96 / 5.03$  .....  $Csd = 1.582$

SEGURIDAD FRENTE AL VUELCO

Momentos estabilizadores :

Peso propio .....  $N.Xn = 17.08$   
 Empuje pasivo frente a puntera .....  $Ep.Yp = 0.12$   
 Total momentos estabilizantes .....  $Me = 17.20$

Momento volcador :

Empuje lateral .....  $Mv = Ex.Y = 5.77$

Coefficiente de seguridad =  $17.20 / 5.77$  .....  $Csv = 2.983$

COMPROBACION DE LAS TENSIONES DEL TERRENO

-Tensiones en estado de servicio:

Excentricidad efectiva (m) (  $<B/6$  dentro nucleo central)  $e = 0.10$   
 Tensión máxima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\check{O}_{max} = 5.28$   
 Tensión mínima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\check{O}_{min} = 3.25$   
 Tensión en cdg de la superficie de apoyo (t/m<sup>2</sup>) ....  $\check{O}_{cdg} = 4.27$   
 Zona comprimida desde extremo A (Toda la base) .....  $c = 2.40$

-Tensiones bajo empuje mayorado ( $\emptyset = 1.50$ ) :

Excentricidad efectiva (m) (  $<B/6$  dentro nucleo central)  $e = 0.34$   
 Tensión máxima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\check{O}_{max} = 8.06$   
 Tensión mínima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\check{O}_{min} = 0.70$   
 Tensión en cdg de la superficie de apoyo (t/m<sup>2</sup>) ....  $\check{O}_{cdg} = 4.38$   
 Zona comprimida desde extremo A (Toda la base) .....  $c = 2.40$

PRESIONES LATERALES SOBRE EL MURO

Cota (m)	Presión Tierras (t/m <sup>2</sup> )	Carga Agua (t/m <sup>2</sup> )	Carga Repart. (t/m <sup>2</sup> )	Carga en faja (t/m <sup>2</sup> )	Carga en línea (t/m <sup>2</sup> )	Carga Puntual (t/m <sup>2</sup> )	Carga zapata (t/m <sup>2</sup> )	Presión Total (t/m <sup>2</sup> )
2.50	0.00	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.51
2.38	0.05	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.56
2.25	0.10	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61
2.13	0.15	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66
2.00	0.20	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.71
1.88	0.25	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76
1.75	0.30	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.81
1.63	0.35	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.86
1.50	0.40	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.91
1.38	0.46	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96
1.25	0.51	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.01
1.13	0.56	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.06
1.00	0.61	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11
0.88	0.66	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.17
0.75	0.71	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.22
0.63	0.76	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.27
0.50	0.81	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.32
0.38	0.86	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37
0.25	0.91	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42
0.13	0.96	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.47
0.00	1.01	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.52

ANEJO Nº6: ESTRUCTURAS

D A T O S D E L M U R O D E G R A V E D A D

H3M

-Datos geométricos:

H1= 3.00 H2= 0.00 H3= 0.00 H4= 0.50 H5= 0.00 m.  
 H6= 0.00 H7= 0.50 H8= 0.00 H9= 0.50 H10= 0.00 m.  
 B0= 1.75 B1= 0.00 B2= 0.00 B3= 0.00 B4= 0.50 m.  
 B5= 0.50 B6= 0.00 B7= 0.00 B8= 0.00 B9= 0.00 m.  
 Hy= 0.10 (Altura no colaborante al empuje pasivo frente a puntera)

-Características de los materiales:

Peso específico de la mampostería (t/m3) .....  $\phi_h$  = 1.80  
 Coeficiente de mayoración de las acciones .....  $\phi_f$  = 1.60

-Características del terreno:

Terreno sobre talón:  
 Peso específico de las tierras (t/m3) .....  $\phi_t$  = 1.80  
 Angulo de rozamiento interno de las tierras (°) .....  $\dot{Y}$  = 35.00  
 Angulo de rozamiento entre las tierras y el muro (°) ....  $\dot{U}$  = 23.00  
 Coeficiente de empuje activo calculado segun Coulomb ...  $K_{ax}$  = 0.225  
 Cohesión de las tierras (t/m<sup>2</sup>) .....  $c$  = 0.00  
 Terreno sobre puntera :  
 Peso específico de las tierras (t/m3) .....  $\phi_t$  = 1.80  
 Angulo de rozamiento interno de las tierras (°) .....  $\dot{Y}$  = 35.00  
 Angulo de rozamiento entre las tierras y el muro (°) ....  $\dot{U}$  = 23.00  
 Coeficiente de empuje pasivo de las tierras .....  $K_{px}$  = 3.690  
 Terreno de cimentación :  
 Coeficiente de rozamiento entre el cimiento y el suelo ..  $\mu$  = 0.700  
 Adherencia entre el cimiento y el suelo (t/m<sup>2</sup>) .....  $a$  = 0.00  
 Angulo de la superficie del terreno con la horizontal ...  $\beta$  = 0.00 °

-Sobrecargas:

Carga por unidad de longitud de talud (t/m<sup>2</sup>) .....  $q$  = 4.32  
 Carga en faja paralela a la coronacion (t/m<sup>2</sup>) .....  $q'$  = 0.00  
 Carga en linea paralela a la coronacion (t/m) .....  $p$  = 0.00  
 Carga concentrada puntual (t.) .....  $P$  = 0.00  
 Carga sobre zapata aislada (t) .....  $W$  = 0.00  
 No se considera la acción sísmica .....

ACCIONES VERTICALES Y MOMENTOS RESPECTO AL EXTREMO A

Zona	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)	Distancia (m)	Momento (txm)
<b>HORMIGON:</b>					
Talon	1.13	1.90	2.14	1.64	3.51
Puntera	0.25	1.90	0.47	0.25	0.12
Total zapata	1.38	1.90	2.61	1.39	3.63
Muro frontal	6.00	1.90	11.40	1.74	19.89
<b>TOTAL HORMIGON (1)</b>	<b>7.38</b>	<b>1.90</b>	<b>14.01</b>	<b>1.68</b>	<b>23.52</b>
<b>TIERRAS:</b>					
Sobre trasdós: $E_y$ = Empuje vertical =			1.82	2.75	5.00
Sobre talón	0.00	1.80	0.00	1.00	0.00
Sobre puntera	0.00	1.80	0.00	1.00	0.00
<b>TOTAL TIERRAS (2)</b>	<b>0.00</b>	<b>1.80</b>	<b>1.82</b>	<b>2.75</b>	<b>5.00</b>
<b>SOBRECARGAS:</b>					
Repartida	---	---	1.90	2.75	5.22
Repartida en faja	---	---	0.00	0.00	0.00
En linea	---	---	0.00	0.00	0.00
Concentrada	---	---	0.00	0.00	0.00
En zapata	---	---	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL CARGAS (3)</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>1.90</b>	<b>2.75</b>	<b>5.22</b>
<b>RESULTANTE VERTICAL (1)+(2)+(3) :</b>			<b>N= 17.73</b>	<b>Xn= 1.90</b>	<b>33.75</b>

ACCIONES HORIZONTALES Y MOMENTOS RESPECTO AL EXTREMO A

Acción horizontal sobre el muro	Fuerza (t)	Distancia (m)	Momento (txm)
Empuje de tierras	4.29	0.43	1.85
Empuje del agua	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga repartida	4.47	1.20	5.36
Empuje de carga repartida en faja	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga en linea	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga concentrada	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga en zapata	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL EMPUJE ACTIVO (1)</b>	<b>Ex= 8.76</b>	<b>Y = 0.82</b>	<b>7.22</b>
<b>EMPUJE PASIVO FRENTE A PUNTERA (2)</b>	<b>Ep= 0.80</b>	<b>Yp= 0.16</b>	<b>0.12</b>
<b>RESULTANTE HORIZONTAL (1)-(2)</b>	<b>Eh= 7.96</b>	<b>0.89</b>	<b>7.10</b>

COMPROBACION DE LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD

SEGURIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO

Acciones favorables :

Rozamiento suelo-cimiento .....  $\mu.N = 12.41$   
 Fuerza-adherencia suelo-cimiento .....  $a.B = 0.00$   
 Empuje pasivo frente a puntera .....  $Ep = 0.80$   
 Total acciones favorables .....  $= 13.21$

Acción desfavorable :

Empuje horizontal sobre el muro .....  $Ex = 8.76$

Coefficiente de seguridad =  $13.21 / 8.76$  .....  $Csd = 1.508$

SEGURIDAD FRENTE AL VUELCO

Momentos estabilizadores :

Peso propio .....  $N.Xn = 33.75$   
 Empuje pasivo frente a puntera .....  $Ep.Yp = 0.12$   
 Total momentos estabilizantes .....  $Me = 33.87$

Momento volcador :

Empuje lateral .....  $Mv = Ex.Y = 7.22$

Coefficiente de seguridad =  $33.87 / 7.22$  .....  $Csv = 4.692$

COMPROBACION DE LAS TENSIONES DEL TERRENO

-Tensiones en estado de servicio:

Excentricidad efectiva (m) (  $<B/6$  dentro nucleo central)  $e = -0.12$   
 Tensión máxima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\check{O}_{max} = 8.15$   
 Tensión mínima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\check{O}_{min} = 4.74$   
 Tensión en cdg de la superficie de apoyo (t/m<sup>2</sup>) ....  $\check{O}_{cdg} = 6.45$   
 Zona comprimida desde extremo A (Toda la base) .....  $c = 2.75$

-Tensiones bajo empuje mayorado ( $\phi = 1.50$ ) :

Excentricidad efectiva (m) (  $<B/6$  dentro nucleo central)  $e = 0.01$   
 Tensión máxima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\check{O}_{max} = 6.95$   
 Tensión mínima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\check{O}_{min} = 6.61$   
 Tensión en cdg de la superficie de apoyo (t/m<sup>2</sup>) ....  $\check{O}_{cdg} = 6.78$   
 Zona comprimida desde extremo A (Toda la base) .....  $c = 2.75$

PRESIONES LATERALES SOBRE EL MURO

Cota (m)	Presión Tierras (t/m <sup>2</sup> )	Carga Agua (t/m <sup>2</sup> )	Carga Repart. (t/m <sup>2</sup> )	Carga en faja (t/m <sup>2</sup> )	Carga en línea (t/m <sup>2</sup> )	Carga Puntual (t/m <sup>2</sup> )	Carga zapata (t/m <sup>2</sup> )	Presión Total (t/m <sup>2</sup> )
3.50	0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97
3.33	0.07	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04
3.15	0.14	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11
2.97	0.21	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18
2.80	0.28	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26
2.63	0.35	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33
2.45	0.43	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40
2.28	0.50	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47
2.10	0.57	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.54
1.92	0.64	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61
1.75	0.71	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.68
1.58	0.78	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75
1.40	0.85	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.82
1.22	0.92	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.89
1.05	0.99	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96
0.88	1.06	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	2.04
0.70	1.13	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11
0.53	1.20	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	2.18
0.35	1.28	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25
0.17	1.35	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	2.32
0.00	1.42	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	2.39

ANEJO Nº6: ESTRUCTURAS

D A T O S D E L M U R O D E G R A V E D A D

H4M

-Datos geométricos:

H1= 4.00 H2= 0.00 H3= 0.00 H4= 0.50 H5= 0.00 m.  
 H6= 0.00 H7= 0.50 H8= 0.00 H9= 0.50 H10= 0.00 m.  
 B0= 2.00 B1= 0.00 B2= 0.00 B3= 0.00 B4= 0.50 m.  
 B5= 0.80 B6= 0.00 B7= 0.00 B8= 0.00 B9= 0.00 m.  
 Hy= 0.10 (Altura no colaborante al empuje pasivo frente a puntera)

-Características de los materiales:

Peso específico de la mampostería (t/m3) .....  $\phi_h$  = 1.80  
 Coeficiente de mayoración de las acciones .....  $\phi_f$  = 1.60

-Características del terreno:

Terreno sobre talón:  
 Peso específico de las tierras (t/m3) .....  $\phi_t$  = 1.80  
 Angulo de rozamiento interno de las tierras (°) .....  $\dot{Y}$  = 35.00  
 Angulo de rozamiento entre las tierras y el muro (°) ....  $\dot{U}$  = 23.00  
 Coeficiente de empuje activo calculado segun Coulomb ...  $K_{ax}$  = 0.225  
 Cohesión de las tierras (t/m<sup>2</sup>) .....  $c$  = 0.00  
 Terreno sobre puntera :  
 Peso específico de las tierras (t/m3) .....  $\phi_t$  = 1.80  
 Angulo de rozamiento interno de las tierras (°) .....  $\dot{Y}$  = 35.00  
 Angulo de rozamiento entre las tierras y el muro (°) ....  $\dot{U}$  = 23.00  
 Coeficiente de empuje pasivo de las tierras .....  $K_{px}$  = 3.690  
 Terreno de cimentación :  
 Coeficiente de rozamiento entre el cimiento y el suelo ..  $\mu$  = 0.700  
 Adherencia entre el cimiento y el suelo (t/m<sup>2</sup>) .....  $a$  = 0.00  
 Angulo de la superficie del terreno con la horizontal ...  $\beta$  = 0.00 °

-Sobrecargas:

Carga por unidad de longitud de talud (t/m<sup>2</sup>) .....  $q$  = 6.00  
 Carga en faja paralela a la coronacion (t/m<sup>2</sup>) .....  $q'$  = 0.00  
 Carga en linea paralela a la coronacion (t/m) .....  $p$  = 0.00  
 Carga concentrada puntual (t.) .....  $P$  = 0.00  
 Carga sobre zapata aislada (t) .....  $W$  = 0.00  
 No se considera la acción sísmica .....

ACCIONES VERTICALES Y MOMENTOS RESPECTO AL EXTREMO A

Zona	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)	Distancia (m)	Momento (txm)
<b>HORMIGON:</b>					
Talon	1.40	1.80	2.52	1.94	4.88
Puntera	0.25	1.80	0.45	0.25	0.11
Total zapata	1.65	1.80	2.97	1.68	5.00
Muro frontal	9.60	1.80	17.28	2.09	36.10
<b>TOTAL HORMIGON (1)</b>	<b>11.25</b>	<b>1.80</b>	<b>20.25</b>	<b>2.03</b>	<b>41.09</b>
<b>TIERRAS:</b>					
Sobre trasdós: $E_y$ = Empuje vertical =			1.82	3.30	6.00
Sobre talón	0.00	1.80	0.00	1.30	0.00
Sobre puntera	0.00	1.80	0.00	1.30	0.00
<b>TOTAL TIERRAS (2)</b>	<b>0.00</b>	<b>1.80</b>	<b>1.82</b>	<b>3.30</b>	<b>6.00</b>
<b>SOBRECARGAS:</b>					
Repartida	---	---	2.64	3.30	8.70
Repartida en faja	---	---	0.00	0.00	0.00
En linea	---	---	0.00	0.00	0.00
Concentrada	---	---	0.00	0.00	0.00
En zapata	---	---	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL CARGAS (3)</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>2.64</b>	<b>3.30</b>	<b>8.70</b>
<b>RESULTANTE VERTICAL (1)+(2)+(3) :</b>			<b>N= 24.71</b>	<b>Xn= 2.26</b>	<b>55.80</b>

ACCIONES HORIZONTALES Y MOMENTOS RESPECTO AL EXTREMO A

Acción horizontal sobre el muro	Fuerza (t)	Distancia (m)	Momento (txm)
Empuje de tierras	4.29	1.43	6.14
Empuje del agua	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga repartida	6.21	2.20	13.66
Empuje de carga repartida en faja	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga en linea	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga concentrada	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga en zapata	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL EMPUJE ACTIVO (1)</b>	<b>Ex= 10.50</b>	<b>Y = 1.89</b>	<b>19.80</b>
<b>EMPUJE PASIVO FRENTE A PUNTERA (2)</b>	<b>Ep= 0.80</b>	<b>Yp= 0.16</b>	<b>0.12</b>
<b>RESULTANTE HORIZONTAL (1)-(2)</b>	<b>Eh= 9.70</b>	<b>2.03</b>	<b>19.68</b>



COMPROBACION DE LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD

SEGURIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO

Acciones favorables :

Rozamiento suelo-cimiento .....  $\mu.N = 17.29$   
 Fuerza-adherencia suelo-cimiento .....  $a.B = 0.00$   
 Empuje pasivo frente a puntera .....  $Ep = 0.80$   
 Total acciones favorables .....  $= 18.09$

Acción desfavorable :

Empuje horizontal sobre el muro .....  $Ex = 10.50$

Coefficiente de seguridad =  $18.09 / 10.50$  .....  $Csd = 1.723$

SEGURIDAD FRENTE AL VUELCO

Momentos estabilizadores :

Peso propio .....  $N.Xn = 55.80$   
 Empuje pasivo frente a puntera .....  $Ep.Yp = 0.12$   
 Total momentos estabilizantes .....  $Me = 55.92$

Momento volcador :

Empuje lateral .....  $Mv = Ex.Y = 19.80$

Coefficiente de seguridad =  $55.92 / 19.80$  .....  $Csv = 2.824$

COMPROBACION DE LAS TENSIONES DEL TERRENO

-Tensiones en estado de servicio:

Excentricidad efectiva (m) (  $<B/6$  dentro nucleo central)  $e = 0.19$   
 Tensión máxima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\check{O}_{max} = 10.12$   
 Tensión mínima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\check{O}_{min} = 4.86$   
 Tensión en cdg de la superficie de apoyo (t/m<sup>2</sup>) ....  $\check{O}_{cdg} = 7.49$   
 Zona comprimida desde extremo A (Toda la base) .....  $c = 3.30$

-Tensiones bajo empuje mayorado ( $\emptyset = 1.50$ ) :

Excentricidad efectiva (m) (  $<B/6$  dentro nucleo central)  $e = 0.51$   
 Tensión máxima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\check{O}_{max} = 15.02$   
 Tensión mínima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\check{O}_{min} = 0.51$   
 Tensión en cdg de la superficie de apoyo (t/m<sup>2</sup>) ....  $\check{O}_{cdg} = 7.76$   
 Zona comprimida desde extremo A (Toda la base) .....  $c = 3.30$

PRESIONES LATERALES SOBRE EL MURO

Cota (m)	Presión Tierras (t/m <sup>2</sup> )	Carga Agua (t/m <sup>2</sup> )	Carga Repart. (t/m <sup>2</sup> )	Carga en faja (t/m <sup>2</sup> )	Carga en línea (t/m <sup>2</sup> )	Carga Puntual (t/m <sup>2</sup> )	Carga zapata (t/m <sup>2</sup> )	Presión Total (t/m <sup>2</sup> )
4.50	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35
4.28	0.09	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44
4.05	0.18	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.53
3.83	0.27	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.62
3.60	0.36	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.71
3.38	0.46	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.81
3.15	0.55	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90
2.92	0.64	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.99
2.70	0.73	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08
2.47	0.82	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.17
2.25	0.91	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26
2.03	1.00	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.35
1.80	1.09	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44
1.58	1.18	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.53
1.35	1.28	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63
1.13	1.37	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.72
0.90	1.46	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.81
0.67	1.55	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.90
0.45	1.64	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.99
0.22	1.73	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	3.08
0.00	1.82	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	3.17

ANEJO Nº6: ESTRUCTURAS

D A T O S D E L M U R O D E G R A V E D A D

H5M

-Datos geométricos:

H1= 5.50 H2= 0.00 H3= 0.00 H4= 0.50 H5= 0.00 m.  
 H6= 0.00 H7= 0.50 H8= 0.00 H9= 0.50 H10= 0.00 m.  
 B0= 3.00 B1= 0.00 B2= 0.00 B3= 0.00 B4= 0.50 m.  
 B5= 1.00 B6= 0.00 B7= 0.00 B8= 0.00 B9= 0.00 m.  
 Hy= 0.10 (Altura no colaborante al empuje pasivo frente a puntera)

-Características de los materiales:

Peso específico de la mampostería (t/m3) .....  $\phi_h$  = 1.80  
 Coeficiente de mayoración de las acciones .....  $\phi_f$  = 1.60

-Características del terreno:

Terreno sobre talón:  
 Peso específico de las tierras (t/m3) .....  $\phi_t$  = 1.80  
 Angulo de rozamiento interno de las tierras (°) .....  $\dot{Y}$  = 35.00  
 Angulo de rozamiento entre las tierras y el muro (°) ....  $\dot{U}$  = 23.00  
 Coeficiente de empuje activo calculado segun Coulomb ...  $K_{ax}$  = 0.225  
 Cohesión de las tierras (t/m<sup>2</sup>) .....  $c$  = 0.00  
 Terreno sobre puntera :  
 Peso específico de las tierras (t/m3) .....  $\phi_t$  = 1.80  
 Angulo de rozamiento interno de las tierras (°) .....  $\dot{Y}$  = 35.00  
 Angulo de rozamiento entre las tierras y el muro (°) ....  $\dot{U}$  = 23.00  
 Coeficiente de empuje pasivo de las tierras .....  $K_{px}$  = 3.690  
 Terreno de cimentación :  
 Coeficiente de rozamiento entre el cimiento y el suelo ..  $\mu$  = 0.700  
 Adherencia entre el cimiento y el suelo (t/m<sup>2</sup>) .....  $a$  = 0.00  
 Angulo de la superficie del terreno con la horizontal ...  $\beta$  = 0.00 °

-Sobrecargas:

Carga por unidad de longitud de talud (t/m<sup>2</sup>) .....  $q$  = 9.00  
 Carga en faja paralela a la coronacion (t/m<sup>2</sup>) .....  $q'$  = 0.00  
 Carga en linea paralela a la coronacion (t/m) .....  $p$  = 0.00  
 Carga concentrada puntual (t.) .....  $P$  = 0.00  
 Carga sobre zapata aislada (t) .....  $W$  = 0.00  
 No se considera la acción sísmica .....

ACCIONES VERTICALES Y MOMENTOS RESPECTO AL EXTREMO A

Zona	Volumen (m3)	Densidad (t/m3)	Peso (t)	Distancia (m)	Momento (txm)
<b>HORMIGON:</b>					
Talon	2.00	1.90	3.80	2.54	9.66
Puntera	0.25	1.90	0.47	0.25	0.12
Total zapata	2.25	1.90	4.28	2.29	9.78
Muro frontal	19.25	1.90	36.58	2.74	100.15
<b>TOTAL HORMIGON (1)</b>	<b>21.50</b>	<b>1.90</b>	<b>40.85</b>	<b>2.69</b>	<b>109.92</b>
<b>TIERRAS:</b>					
Sobre trasdós: Ey = Empuje vertical =			3.10	4.50	13.93
Sobre talón	0.00	1.80	0.00	1.50	0.00
Sobre puntera	0.00	1.80	0.00	1.50	0.00
<b>TOTAL TIERRAS (2)</b>	<b>0.00</b>	<b>1.80</b>	<b>3.10</b>	<b>4.50</b>	<b>13.93</b>
<b>SOBRECARGAS:</b>					
Repartida	---	---	5.16	4.50	23.21
Repartida en faja	---	---	0.00	0.00	0.00
En linea	---	---	0.00	0.00	0.00
Concentrada	---	---	0.00	0.00	0.00
En zapata	---	---	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL CARGAS (3)</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>5.16</b>	<b>4.50</b>	<b>23.21</b>
<b>RESULTANTE VERTICAL (1)+(2)+(3) :</b>			<b>N= 49.10</b>	<b>Xn= 2.99</b>	<b>147.06</b>

ACCIONES HORIZONTALES Y MOMENTOS RESPECTO AL EXTREMO A

Acción horizontal sobre el muro	Fuerza (t)	Distancia (m)	Momento (txm)
Empuje de tierras	7.29	2.00	14.58
Empuje del agua	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga repartida	12.15	3.00	36.45
Empuje de carga repartida en faja	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga en linea	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga concentrada	0.00	0.00	0.00
Empuje de carga en zapata	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL EMPUJE ACTIVO (1)</b>	<b>Ex= 19.44</b>	<b>Y = 2.62</b>	<b>51.03</b>
<b>EMPUJE PASIVO FRENTE A PUNTERA (2)</b>	<b>Ep= 0.80</b>	<b>Yp= 0.16</b>	<b>0.12</b>
<b>RESULTANTE HORIZONTAL (1)-(2)</b>	<b>Eh= 18.65</b>	<b>2.73</b>	<b>50.91</b>

COMPROBACION DE LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD

SEGURIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO

Acciones favorables :

Rozamiento suelo-cimiento .....  $\mu.N = 34.37$   
 Fuerza-adherencia suelo-cimiento .....  $a.B = 0.00$   
 Empuje pasivo frente a puntera .....  $Ep = 0.80$   
 Total acciones favorables .....  $= 35.17$

Acción desfavorable :

Empuje horizontal sobre el muro .....  $Ex = 19.44$

Coefficiente de seguridad =  $35.17 / 19.44$  .....  $Csd = 1.809$

SEGURIDAD FRENTE AL VUELCO

Momentos estabilizadores :

Peso propio .....  $N.Xn = 147.06$   
 Empuje pasivo frente a puntera .....  $Ep.Yp = 0.12$   
 Total momentos estabilizantes .....  $Me = 147.19$

Momento volcador :

Empuje lateral .....  $Mv = Ex.Y = 51.03$

Coefficiente de seguridad =  $147.19 / 51.03$  .....  $Csv = 2.884$

COMPROBACION DE LAS TENSIONES DEL TERRENO

-Tensiones en estado de servicio:

Excentricidad efectiva (m) (  $<B/6$  dentro nucleo central)  $e = 0.29$   
 Tensión máxima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\tilde{\sigma}_{max} = 15.19$   
 Tensión mínima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\tilde{\sigma}_{min} = 6.63$   
 Tensión en cdg de la superficie de apoyo (t/m<sup>2</sup>) ....  $\tilde{\sigma}_{cdg} = 10.91$   
 Zona comprimida desde extremo A (Toda la base) .....  $c = 4.50$

-Tensiones bajo empuje mayorado ( $\phi = 1.50$ ) :

Excentricidad efectiva (m) (  $<B/6$  dentro nucleo central)  $e = 0.72$   
 Tensión máxima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\tilde{\sigma}_{max} = 22.07$   
 Tensión mínima (t/m<sup>2</sup>) .....  $\tilde{\sigma}_{min} = 0.45$   
 Tensión en cdg de la superficie de apoyo (t/m<sup>2</sup>) ....  $\tilde{\sigma}_{cdg} = 11.26$   
 Zona comprimida desde extremo A (Toda la base) .....  $c = 4.50$

PRESIONES LATERALES SOBRE EL MURO

Cota (m)	Presión Tierras (t/m <sup>2</sup> )	Carga Agua (t/m <sup>2</sup> )	Carga Repart. (t/m <sup>2</sup> )	Carga en faja (t/m <sup>2</sup> )	Carga en línea (t/m <sup>2</sup> )	Carga Puntual (t/m <sup>2</sup> )	Carga zapata (t/m <sup>2</sup> )	Presión Total (t/m <sup>2</sup> )
6.00	0.00	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.02
5.70	0.12	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.15
5.40	0.24	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.27
5.10	0.36	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.39
4.80	0.49	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.51
4.50	0.61	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63
4.20	0.73	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.75
3.90	0.85	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.88
3.60	0.97	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00
3.30	1.09	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.12
3.00	1.21	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.24
2.70	1.34	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.36
2.40	1.46	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.48
2.10	1.58	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60
1.80	1.70	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.73
1.50	1.82	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.85
1.20	1.94	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.97
0.90	2.07	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	4.09
0.60	2.19	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	4.21
0.30	2.31	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	4.33
0.00	2.43	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	4.45

Mondariz, noviembre 2013

La Autora del Proyecto

Fdo.: Rebeca Ferreiro Núñez  
 Ing. de Caminos, Canales y Puertos