



www.krean.com

LKS INGENIERÍA, S.COOP.



06 Eranskina. Egiturazko-kalkuluak • Anejo 06. Cálculos estructurales

01_02_AN06_Calculos_Estruc_rev00.docx

Proiektua • Proyecto

A.E.22-OLANDIANO POLIGONO-KO REURBANIZAZIO PROIEKTUA • PROYECTO DE REURBANIZACIÓN DEL POLÍGONO A.E.22-OLANDIANO

Sustatzailea • Promotor

LABORAL KUTXA-IKERLAN-LAGUN ARO

Data • Fecha

2020 Abendua • Diciembre 2020

Eqilea • Autor

Enrique Elkoroberezibar Markiegi

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

aurkibidea • índice

1.	INTRODUCCIÓN	3
1.1.	ESCOLLERAS	3
2.	NORMATIVA, REGLAMENTOS Y REFERENCIAS EMPLEADAS	3
3.	CARACTERISTICAS DE MATERIALES Y COEFICIENTES DE PONDERACION	5
3.1.	Características de los materiales	5
3.2.	Nivel de control de ejecución	5
3.3.	Coefficientes de ponderación para el cálculo de los E.L.U.	5
4.	HIPOTESIS DEL CÁLCULO DE MUROS	6
5.	RESULTADO DE LOS CALCULOS	7
5.1.	Muro 1 (Escollera)	8
5.2.	Muro 2 (Escollera)	9
5.3.	Muro 3 (Escollera)	10
5.4.	Muro 4 (Escollera)	11
5.5.	Muro 5 (Escollera)	12

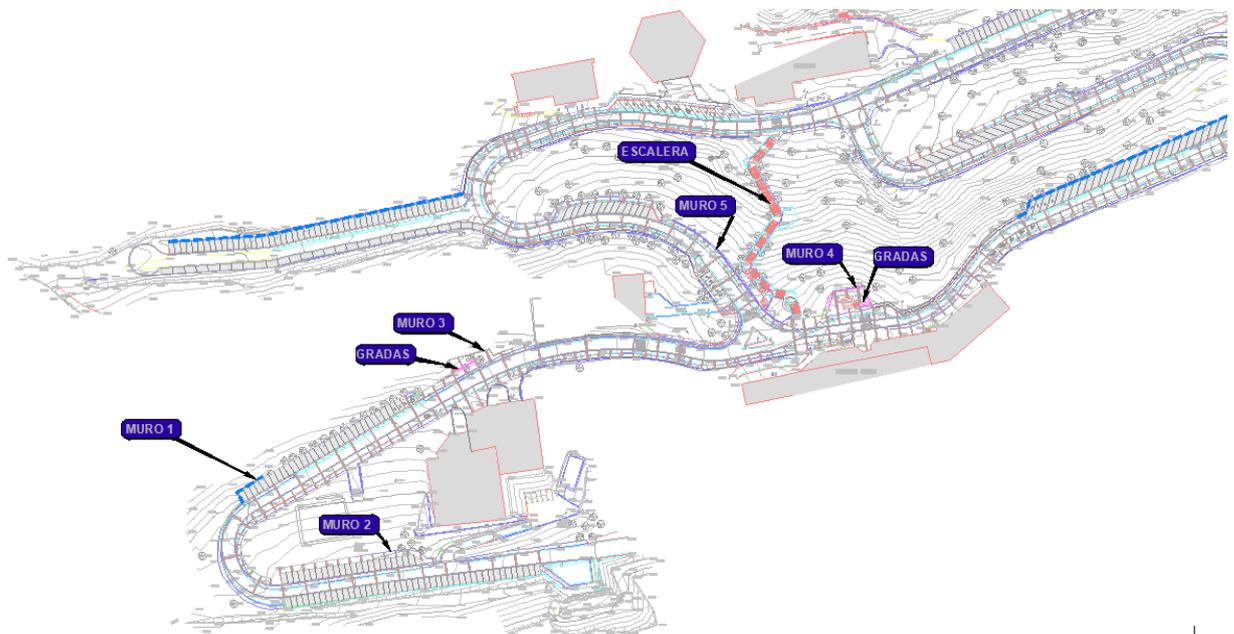
1. INTRODUCCIÓN

La redacción del presente anejo es la justificación de los cálculos estructurales de las obras de fábrica a ubicar dentro de la actuación proyectada. Todas las obras están definidas en el "Documento N°2: Planos"

En las obras proyectadas existen una estructura tipo, a saber:

1.1. ESCOLLERAS

En los taludes afectados por las obras del vial se han dispuesto muros de escollera suelta que permiten la doble misión de contención e integración en el medio natural. Igualmente, el último tramo de muro de la alineación del muro pantalla se ejecutará también como muro escollera.



2. NORMATIVA, REGLAMENTOS Y REFERENCIAS EMPLEADAS

Para la redacción del presente anejo se han tenido presentes entre otros los criterios marcados por las Normas y Reglamentos vigentes, así como la siguiente literatura especializada:

- **Cálculo de estructuras de cimentación.** J. Calavera.
- **Muros de contención y muros de sótano.** J. Calavera.
- **EFHE. Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados**
- **EHE. Instrucción de hormigón estructural.**
- **NCSR-02 Norma de construcción sismorresistente.**
- **Hormigón armado.** Jiménez Montoya, Meseguer y Morán.
- **Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carretera.** Ministerio de Fomento

- **Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera.** Ministerio de Fomento
- **Guía de cimentaciones en obras de carreteras.** Ministerio de Fomento
- Manual de ingeniería de taludes. **IGME**
- **IAP-11 Instrucciones sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera**

3. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES Y COEFICIENTES DE PONDERACION

3.1. Características de los materiales

Las siguientes características de materiales se han empleado por defecto en los cálculos, salvo en aquellos casos en los que expresamente se indiquen materiales diferentes:

Hormigón en muros in-situ (excepto el de limpieza):

Tipo: HA-30/P/20/IIa

Resistencia característica: $f_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$

Acero en muros in-situ:

Tipo: B 500 S

Resistencia característica: $f_{yk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$

Hormigón de limpieza y nivelación:

Tipo: HM-20

Resistencia característica: $f_{ck} \geq 20 \text{ N/mm}^2$

3.2. Nivel de control de ejecución

Muros in-situ: NORMAL

3.3. Coeficientes de ponderación para el cálculo de los E.L.U.

Muros in-situ:

Coeficiente de minoración del hormigón $G_c=1.50$

Coeficiente de minoración del acero $G_s=1.15$

Coeficiente de mayoración de acciones $G_f=1.60$

4. HIPOTESIS DEL CÁLCULO DE MUROS

El cálculo de solicitaciones y dimensionado de secciones se efectúa ajustándose a la normativa vigente, en particular a la INSTRUCCION DE HOMIGON ESTRUCTURAL - EHE

En concreto, el dimensionado de los diversos elementos resistentes del muro prefabricado, se ajusta al Anejo 8 (calculo simplificado de secciones en E.L.A. frente a solicitaciones normales) y al Art. 56 (placas o losas sobre apoyos continuos) de la citada Instrucción.

Se realizan las siguientes comprobaciones en los muros, según los criterios fijados por la EHE y mediante la utilización del programa informático "Prontuario Informático del Hormigón" publicado por la IECA para la comprobación de las secciones de acero necesarias, recubrimientos de armaduras, etc.:

Comprobación de la estabilidad global al vuelco y deslizamiento de la estructura

Se adoptan los siguientes coeficientes de seguridad:

Deslizamiento: 1,50

Vuelco: 1,80

Comprobación de estados límites últimos de alzados y zapatas frente a las cargas del terreno

Se consideran las siguientes hipótesis de partida:

1. El muro está drenado.
2. Existe una sobrecarga uniforme en trasdós de valor 10 Kn/m².
3. El alzado funciona como losa empotrada en su base (muro en ménsula)

Comprobación de estados límites últimos de servicios a fisuración.

5. RESULTADO DE LOS CALCULOS

En las siguientes páginas se adjuntan las salidas de los cálculos justificativos de las obras de fábrica proyectadas.

5.1. Muro 1 (Escollera)

PROYECTO: Proyecto Reurbanización A.E-22. Olandiano (Arrasate). Muro 1

CALCULO DE MUROS DE GRAVEDAD								
DATOS INICIALES			RESULTADOS					
DATOS DEL TERRENO:								
Peso específico aparente	γ_{ap} (T/m3)	2.1	<i>Sin sismo</i>					
Ángulo de rozamiento interno	ϕ (°)	30.00	Momento estabilizador	M_e (mT)	9.35			
cohesión del terreno	c (T/m2)	0	Momento volcador	M_v (mT)	3.87			
Coeficiente de empuje activo horizontal s/s	K_{vh}	0.279	Coef. Seg. Vuelco	C_{sv}	2.41			
Angulo de rozamiento tierra-muro	δ (°)	20	Coef. Seg. Deslizamiento	C_{sd}	2.02			
Coeficiente de rozamiento tierra/base muro	μ	0.58	Tensión comparación	(T/m2)	8.91			
Coeficiente de empuje con sismo	K_{ae}	0.297	Tensión puntera	(T/m2)	11.76			
Peso específico del muro	γ_m (T/m3)	2.20	Tensión Talón	(T/m2)	1.34			
Coeficiente de empuje activo vertical s/s	K_{vv}	0.10	Longitud comprimida	(m)	1.51			
Angulo del talud del terreno	β (°)	0.00						
DATOS GEOMETRICOS DEL MURO:			SECCIÓN MURO					
Altura vista	h_v (m)	1.5						
Recubrimiento	c (m)	1.5						
Angulo en la base	α_1 (°-rad)	5.7				0.0995		
Altura total trasdos	h_t (m)	3.15						
Anchura de la base	B (m)	1.50						
Anchura de la coronación	b (m)	0.90						
Talud del trasdos (°-rad)	α_3 (°-rad)	0				0.0000		
Talud del intrados (°-rad)	α_2 (°-rad)	11.3				0.1972		
DATOS DE SOBRECARGAS:								
Sobrecarga uniforme	q (T/m2)	1.00						
DATOS DE SISMO								
Aceleración horizontal	a_h (m/s2)	0.00						
Aceleración vertical	a_v (m/s2)	0.00						
Angulo aceleración	θ (rad)	0.00	0.0000					
EMPUJES y PESOS								
		Valor (T)	angulo (°)					
Empuje total de tierras con sismo	E_d	3.10		<i>Con sismo</i>				
Incremento de empuje de tierras por sismo	ΔE_s	0.00	70.00	Momento estabilizador	M_e (mT)			
Empuje total de tierras sin sismo	E_t	3.10	70.00	Momento volcador	M_v (mT)			
Empuje total de sobrecargas con sismo	E_{dsc}	0.94		Coef. Seg. Vuelco	C_{sv}			
Incremento de empuje de sc por sismo	ΔE_{ssc}	0.00	70.00	Coef. Seg. Deslizamiento	C_{sd}			
Empuje total de sc sin sismo	E_{sc}	0.94	70.00	Tensión comparación	(T/m2)			
Peso del muro	W_m	8.17		Tensión puntera	(T/m2)			
				Tensión Talón	(T/m2)			
				Longitud comprimida	(m)			
Total empujes horizontales sin sismo	T_{eh}	3.79						
Total empujes verticales sin sismo	T_{ev}	1.38						
Total empujes horizontales con sismo	T_{ehs}	3.79						
Total empujes verticales con sismo	T_{evs}	1.38						
			hv	c	ht	B	b	

5.2. Muro 2 (Escollera)

PROYECTO: Proyecto Reurbanización A.E-22. Olandiano (Arrasate). Muro 2

CALCULO DE MUROS DE GRAVEDAD								
DATOS INICIALES			RESULTADOS					
DATOS DEL TERRENO:								
Peso específico aparente	γ_{ap} (T/m3)	2.1	<i>Sin sismo</i>					
Ángulo de rozamiento interno	ϕ (°)	30.00	Momento estabilizador	M_e (mT)	5.46			
cohesión del terreno	c (T/m2)	0	Momento volcador	M_v (mT)	2.39			
Coeficiente de empuje activo horizontal s/s	K_{vh}	0.279	Coef. Seg. Vuelco	C_{sv}	2.29			
Angulo de rozamiento tierra-muro	δ (°)	20	Coef. Seg. Deslizamiento	C_{sd}	1.92			
Coeficiente de rozamiento tierra/base muro	μ	0.58	Tensión comparación	(T/m2)	7.77			
Coeficiente de empuje con sismo	K_{ae}	0.297	Tensión puntera	(T/m2)	10.32			
Peso específico del muro	γ_m (T/m3)	2.20	Tensión Talón	(T/m2)	0.69			
Coeficiente de empuje activo vertical s/s	K_{vv}	0.10	Longitud comprimida	(m)	1.26			
Angulo del talud del terreno	β (°)	0.00						
DATOS GEOMETRICOS DEL MURO:			SECCIÓN MURO					
Altura vista	h_v (m)	1.5						
Recubrimiento	c (m)	1						
Angulo en la base	α_1 (°-rad)	5.7				0.0995		
Altura total trasdos	h_t (m)	2.62						
Anchura de la base	B (m)	1.25						
Anchura de la coronación	b (m)	0.75						
Talud del trasdos (°-rad)	α_3 (°-rad)	0				0.0000		
Talud del intrados (°-rad)	α_2 (°-rad)	11.30				0.1972		
DATOS DE SOBRECARGAS:								
Sobrecarga uniforme	q (T/m2)	1.00						
DATOS DE SISMO								
Aceleración horizontal	a_h (m/s2)	0.00						
Aceleración vertical	a_v (m/s2)	0.00						
Angulo aceleración	θ (rad)	0.00	0.0000					
EMPUJES y PESOS								
		Valor (T)	angulo (°)					
Empuje total de tierras con sismo	E_d	2.15		<i>Con sismo</i>				
Incremento de empuje de tierras por sismo	ΔE_s	0.00	70.00	Momento estabilizador	M_e (mT)			
Empuje total de tierras sin sismo	E_t	2.15	70.00	Momento volcador	M_v (mT)			
Empuje total de sobrecargas con sismo	E_{dsc}	0.78		Coef. Seg. Vuelco	C_{sv}			
Incremento de empuje de sc por sismo	ΔE_{ssc}	0.00	70.00	Coef. Seg. Deslizamiento	C_{sd}			
Empuje total de sc sin sismo	E_{sc}	0.78	70.00	Tensión comparación	(T/m2)			
Peso del muro	W_m	5.67		Tensión puntera	(T/m2)			
Total empujes horizontales sin sismo	T_{eh}	2.75		Tensión Talón	(T/m2)			
Total empujes verticales sin sismo	T_{ev}	1.00		Longitud comprimida	(m)			
Total empujes horizontales con sismo	T_{ehs}	2.75						
Total empujes verticales con sismo	T_{evs}	1.00						
			hv	c	ht	B	b	

5.3. Muro 3 (Escollera)

PROYECTO : Proyecto Reurbanización A.E-22. Olandiano (Arrasate). Muro 3

CALCULO DE MUROS DE GRAVEDAD								
DATOS INICIALES			RESULTADOS					
DATOS DEL TERRENO:								
Peso específico aparente	γ_{ap} (T/m3)	2.1	<i>Sin sismo</i>					
Ángulo de rozamiento interno	ϕ (°)	30.00	Momento estabilizador	M_e (mT)	7.48			
cohesión del terreno	c (T/m2)	0	Momento volcador	M_v (mT)	3.07			
Coeficiente de empuje activo horizontal s/s	K_{vh}	0.279	Coef. Seg. Vuelco	C_{sv}	2.44			
Angulo de rozamiento tierra-muro	δ (°)	20	Coef. Seg. Deslizamiento	C_{sd}	2.02			
Coeficiente de rozamiento tierra/base muro	μ	0.58	Tensión comparación	(T/m2)	8.17			
Coeficiente de empuje con sismo	K_{ae}	0.297	Tensión puntera	(T/m2)	10.76			
Peso específico del muro	γ_m (T/m3)	2.20	Tensión Talón	(T/m2)	1.31			
Coeficiente de empuje activo vertical s/s	K_{vv}	0.10	Longitud comprimida	(m)	1.41			
Angulo del talud del terreno	β (°)	0.00						
DATOS GEOMETRICOS DEL MURO:			SECCIÓN MURO					
Altura vista	h_v (m)	1.75						
Recubrimiento	c (m)	1						
Angulo en la base	α_1 (°-rad)	5.7				0.0995		
Altura total trasdos	h_t (m)	2.89						
Anchura de la base	B (m)	1.40						
Anchura de la coronación	b (m)	0.85						
Talud del trasdos (°-rad)	α_3 (°-rad)	0				0.0000		
Talud del intrados (°-rad)	α_2 (°-rad)	11.3				0.1972		
DATOS DE SOBRECARGAS:								
Sobrecarga uniforme	q (T/m2)	1.00						
DATOS DE SISMO								
Aceleración horizontal	a_h (m/s2)	0.00						
Aceleración vertical	a_v (m/s2)	0.00						
Angulo aceleración	θ (rad)	0.00	0.0000					
EMPUJES y PESOS								
		Valor (T)	angulo (°)					
Empuje total de tierras con sismo	E_d	2.61		<i>Con sismo</i>				
Incremento de empuje de tierras por sismo	ΔE_s	0.00	70.00	Momento estabilizador	M_e (mT)			
Empuje total de tierras sin sismo	E_t	2.61	70.00	Momento volcador	M_v (mT)			
Empuje total de sobrecargas con sismo	E_{dsc}	0.86		Coef. Seg. Vuelco	C_{sv}			
Incremento de empuje de sc por sismo	ΔE_{ssc}	0.00	70.00	Coef. Seg. Deslizamiento	C_{sd}			
Empuje total de sc sin sismo	E_{sc}	0.86	70.00	Tensión comparación	(T/m2)			
Peso del muro	W_m	7.02		Tensión puntera	(T/m2)			
				Tensión Talón	(T/m2)			
				Longitud comprimida	(m)			
Total empujes horizontales sin sismo	T_{eh}	3.26						
Total empujes verticales sin sismo	T_{ev}	1.19						
Total empujes horizontales con sismo	T_{ehs}	3.26						
Total empujes verticales con sismo	T_{evs}	1.19						
			hv	c	ht	B	b	

5.4. Muro 4 (Escollera)

PROYECTO : Proyecto Reurbanización A.E-22. Olandiano (Arrasate). Muro 4

CALCULO DE MUROS DE GRAVEDAD																																			
DATOS INICIALES			RESULTADOS																																
DATOS DEL TERRENO:																																			
Peso específico aparente	γ_{ap} (T/m3)	2.1	<i>Sin sismo</i>																																
Ángulo de rozamiento interno	ϕ (°)	30.00	Momento estabilizador	M_e (mT)	9.35																														
cohesión del terreno	c (T/m2)	0	Momento volcador	M_v (mT)	3.87																														
Coefficiente de empuje activo horizontal s/s	K_{vh}	0.279	Coef. Seg. Vuelco	C_{sv}	2.41																														
Angulo de rozamiento tierra-muro	δ (°)	20	Coef. Seg. Deslizamiento	C_{sd}	2.02																														
Coefficiente de rozamiento tierra/base muro	μ	0.58	Tensión comparación	(T/m2)	8.91																														
Coefficiente de empuje con sismo	K_{ae}	0.297	Tensión puntera	(T/m2)	11.76																														
Peso específico del muro	γ_m (T/m3)	2.20	Tensión Talón	(T/m2)	1.34																														
Coefficiente de empuje activo vertical s/s	K_{vv}	0.10	Longitud comprimida	(m)	1.51																														
Angulo del talud del terreno	β (°)	0.00																																	
DATOS GEOMETRICOS DEL MURO:			SECCIÓN MURO																																
Altura vista	h_v (m)	1.5																																	
Recubrimiento	c (m)	1.5																																	
Angulo en la base	α_1 (°-rad)	5.7				0.0995																													
Altura total trasdos	h_t (m)	3.15																																	
Anchura de la base	B (m)	1.50																																	
Anchura de la coronación	b (m)	0.90																																	
Talud del trasdos (°-rad)	α_3 (°-rad)	0				0.0000																													
Talud del intrados (°-rad)	α_2 (°-rad)	11.3				0.1972																													
DATOS DE SOBRECARGAS:																																			
Sobrecarga uniforme	q (T/m2)	1.00																																	
DATOS DE SISMO																																			
Aceleración horizontal	a_h (m/s2)	0.00																																	
Aceleración vertical	a_v (m/s2)	0.00																																	
Angulo aceleración	θ (rad)	0.00	0.0000																																
EMPUJES y PESOS																																			
		Valor (T)	angulo (°)	<i>Con sismo</i>																															
Empuje total de tierras con sismo	E_d	3.10		Momento estabilizador	M_e (mT)																														
Incremento de empuje de tierras por sismo	ΔE_s	0.00	70.00	Momento volcador	M_v (mT)																														
Empuje total de tierras sin sismo	E_t	3.10	70.00	Coef. Seg. Vuelco	C_{sv}																														
Empuje total de sobrecargas con sismo	E_{dsc}	0.94		Coef. Seg. Deslizamiento	C_{sd}																														
Incremento de empuje de sc por sismo	ΔE_{ssc}	0.00	70.00	Tensión comparación	(T/m2)																														
Empuje total de sc sin sismo	E_{sc}	0.94	70.00	Tensión puntera	(T/m2)																														
Peso del muro	W_m	8.17		Tensión Talón	(T/m2)																														
				Longitud comprimida	(m)																														
Total empujes horizontales sin sismo	T_{eh}	3.79																																	
Total empujes verticales sin sismo	T_{ev}	1.38																																	
Total empujes horizontales con sismo	T_{ehs}	3.79																																	
Total empujes verticales con sismo	T_{evs}	1.38																																	
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>h_v</th> <th>c</th> <th>h_t</th> <th>B</th> <th>b</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.50</td> <td>1.50</td> <td>3.00</td> <td>1.50</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>2.00</td> <td>1.00</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			h_v	c	h_t	B	b	1.50	1.50	3.00	1.50	0.90	1.00	1.00	2.00	1.00	0.60															
			h_v	c	h_t	B	b																												
			1.50	1.50	3.00	1.50	0.90																												
			1.00	1.00	2.00	1.00	0.60																												

5.5. Muro 5 (Escollera)

PROYECTO : Proyecto Reurbanización A.E-22. Olandiano (Arrasate). Muro 5

CALCULO DE MUROS DE GRAVEDAD																																																											
DATOS INICIALES			RESULTADOS																																																								
DATOS DEL TERRENO:			Sin sismo																																																								
Peso específico aparente	γ_{ap} (T/m3)	2,1	Momento estabilizador	Me (mT)	42,38																																																						
Angulo de rozamiento interno	φ (°)	30,00	Momento volcador	Mv (mT)	15,61																																																						
cohesión del terreno	c (T/m2)	0	Coef. Seg. Vuelco	Csv	2,71																																																						
Coeficiente de empuje activo horizontal s/s	Kvh	0,279	Coef. Seg. Deslizamiento	Csd	2,26																																																						
Angulo de rozamiento tierra-muro	δ (°)	20	Tensión comparación	(T/m2)	13,60																																																						
Coeficiente de rozamiento tierra/base muro	μ	0,58	Tensión puntera	(T/m2)	17,52																																																						
Coeficiente de empuje con sismo	Kae	0,297	Tensión Talón	(T/m2)	3,96																																																						
Peso específico del muro	γ_m (T/m3)	2,20	Longitud comprimida	(m)	2,51																																																						
Coeficiente de empuje activo vertical s/s	Kvv	0,10																																																									
Angulo del talud del terreno	β (°)	0,00																																																									
DATOS GEOMETRICOS DEL MURO:			SECCIÓN MURO																																																								
Altura vista	hv (m)	3,5																																																									
Recubrimiento	c (m)	1,5																																																									
Angulo en la base	α_1 (°-rad)	5,7			0,0995																																																						
Altura total trasdos	ht (m)	5,25																																																									
Anchura de la base	B (m)	2,50																																																									
Anchura de la coronación	b (m)	1,50																																																									
Talud del trasdos (°-rad)	α_3 (°-rad)	0			0,0000																																																						
Talud del intrados (°-rad)	α_2 (°-rad)	11,3	0,1972																																																								
DATOS DE SOBRECARGAS:																																																											
Sobrecarga uniforme	q (T/m2)	1,00																																																									
DATOS DE SISMO																																																											
Aceleración horizontal	ah (m/s2)	0,00																																																									
Aceleración vertical	av (m/s2)	0,00																																																									
Angulo aceleración	θ (rad)	0,00	0,0000																																																								
EMPUJES y PESOS																																																											
		Valor (T)	angulo (°)	Con sismo																																																							
Empuje total de tierras con sismo	Ed	8,60		Momento estabilizador	Me (mT)	42,38																																																					
Incremento de empuje de tierras por sismo	ΔE_s	0,00	70,00	Momento volcador	Mv (mT)	15,61																																																					
Empuje total de tierras sin sismo	Et	8,60	70,00	Coef. Seg. Vuelco	Csv	2,71																																																					
Empuje total de sobrecargas con sismo	Edsc	1,56		Coef. Seg. Deslizamiento	Csd	2,26																																																					
Incremento de empuje de sc por sismo	ΔE_{sc}	0,00	70,00	Tensión comparación	(T/m2)	13,60																																																					
Empuje total de sc sin sismo	Esc	1,56	70,00	Tensión puntera	(T/m2)	17,52																																																					
Peso del muro	Wm	22,69		Tensión Talón	(T/m2)	3,96																																																					
Total empujes horizontales sin sismo	Teh	9,55		Longitud comprimida	(m)	2,51																																																					
Total empujes verticales sin sismo	Tev	3,48																																																									
Total empujes horizontales con sismo	Tehs	9,55																																																									
Total empujes verticales con sismo	Tevs	3,48																																																									
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>hv</th> <th>c</th> <th>ht</th> <th>B</th> <th>b</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,50</td> <td>1,50</td> <td>5,25</td> <td>2,50</td> <td>1,50</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		hv	c	ht	B	b	3,50	1,50	5,25	2,50	1,50																																													
hv	c	ht	B	b																																																							
3,50	1,50	5,25	2,50	1,50																																																							