

**ANEJO N° 7: CÁLCULOS DE ESTABILIDAD**

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROLONGACIÓN DEL**

**MUELLE 13 DEL PUERTO DE ALICANTE**

**ANEJO Nº 7: CÁLCULOS DE ESTABILIDAD**

**ÍNDICE**

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>ESTABILIDAD NAVAL DEL CAJÓN .....</b>	<b>1</b>
2.1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.2.	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	2
2.3.	RESULTADOS .....	3
<b>3.</b>	<b>CÁLCULOS DE ESTABILIDAD.....</b>	<b>3</b>
3.1.	SEGURIDAD FRENTE A VUELCO RÍGIDO Y DESLIZAMIENTO.....	3
3.2.	SEGURIDAD FRENTE A HUNDIMIENTO .....	4
3.3.	SEGURIDAD FRENTE A VUELCO PLÁSTICO .....	5
3.4.	SEGURIDAD FRENTE A PÉRDIDA DE ESTABILIDAD GLOBAL .....	6

**APÉNDICE 1. ESTABILIDAD NAVAL**

**APÉNDICE 2. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD**

**APÉNDICE 2.1. NUEVOS CAJONES**

**APÉNDICE 2. DUQUE DE ALBA1**

**APÉNDICE 3 MODELOS PARA LAS FIGURAS DE ESTABILIDAD**

**APÉNDICE 3.1 CAJONES NUEVOS**

**APÉNDICE 3.2 DUQUE DE ALBA**

**APÉNDICE 4 FIGURAS DE ESTABILIDAD**

**APÉNDICE 4.1 NUEVOS CAJONES**

**APÉNDICE 4.1.1 CT1 ESTABILIDAD GLOBAL, HUNDIMIENTO Y VUELCO PLÁSTICO**

**APÉNDICE 4.1.2 CT3,32 ESTABILIDAD GLOBAL, HUNDIMIENTO Y VUELCO PLÁSTICO**



**APÉNDICE 4.2 DUQUE DE ALBA**

**APÉNDICE 4.2.1 CT3,32 ESTABILIDAD GLOBAL, HUNDIMIENTO Y VUELCO PLÁSTICO**

## PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROLONGACIÓN DEL

### MUELLE 13 DEL PUERTO DE ALICANTE

#### ANEJO Nº 7: CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

## 1. INTRODUCCIÓN

La Prolongación del Muelle 13 del Puerto de Alicante, objeto de este Proyecto, quedará constituida mediante tres cajones de hormigón armado HA-35/B/20/IIIc+Qb+E, cimentados sobre una banqueta de escollera de 50 a 100 kg de peso, y coronados por una viga cantil de hormigón armado HA-35/B/20/IIIa+Qb. Por otra parte, perpendicularmente a la Prolongación del Muelle 13 se construirá un muro de hormigón sumergido que, enlazando con el actual Muelle 11, actuará de elemento de cierre de la nueva explanada.

Se procede en este Anejo al dimensionamiento de los elementos anteriormente señalados (muelle de cajones y muro de hormigón sumergido) que constituirán la Prolongación del Muelle 13 del Puerto de Alicante, detallando el proceso de cálculo seguido en cada caso e incluyendo los resultados obtenidos. Asimismo, se incluyen al final de este documento, a modo de apéndices, los cálculos completos. Para la realización de los cálculos se han empleado la siguiente normativa y documentación técnica:

- ROM 3.1-99 Recomendaciones para el Proyecto y Construcción de Canales de Acceso y Áreas de Flotación.
- ROM 0.4-95 Acciones Climáticas II: Viento.
- ROM 0.2-90 Acciones en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias.
- ROM 0.5-05 Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias.
- <sup>1</sup>ROM 2.0 Recomendaciones Para el Proyecto y Ejecución de Obras de Atraque y Amarre. Capítulos 2, 3 y 4.

<sup>1</sup> Estos documentos se encuentran actualmente en fase redacción, pero los capítulos considerados cuentan con la aprobación de Puertos del Estado.

- ROM 0.0 Procedimiento General y Bases de Cálculo en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias.
- Norma de Construcción Sismorresistente, NCSE-02.

Las estabilidad de las secciones tipo proyectadas han sido comprobadas llevando a cabo las verificaciones de la seguridad que exige la ROM 0.5-05. Esto es:

- Deslizamiento.
- Vuelco.
- Estabilidad global.
- Vuelco plástico.
- Hundimiento.

Las estructuras de hormigón se han dimensionado siguiendo los criterios establecidos en la EHE-08.

Además de las secciones nuevas construidas que se notarán como “Nuevos Cajones”, se analizará también la estabilidad del cajón del duque de Alba ante la influencia de las nuevas cargas a las que va a estar sometido, dado que se va a trasdosar y por lo tanto sufrirá la acción de mayores esfuerzos en su trasdós.

## 2. ESTABILIDAD NAVAL DEL CAJÓN

### 2.1. INTRODUCCIÓN

Las fuerzas actuantes sobre un cajón parcialmente sumergido son el peso (W), vertical y hacia abajo concentrado en el centro de gravedad (G), y el empuje ascensional (B) (principio de Arquímedes), también vertical, dirigido hacia arriba y concentrado en el centro de carena (C). La forma de la parte sumergida determina la

posición de un punto ficticio llamado metacentro (M), de la que depende el criterio de estabilidad naval inicial.

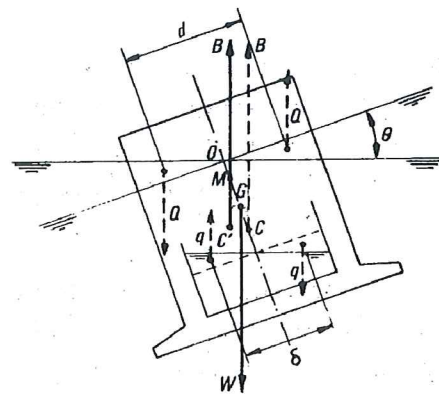


Figura 1. Fundamento teórico de la estabilidad naval del cajón.

Las condiciones necesarias para el equilibrio naval del cajón son las siguientes:

- $W=B$  ya que de otro modo el cajón tendería a flotar o hundirse.
- La línea de CG debe de ser vertical pues en caso contrario se crearían un par de fuerzas que tenderían a girar al cajón.
- El par anterior sea adrizante de manera que lleve al cajón a la posición de equilibrio de la que se ha apartado.

En la figura anterior se han representado las fuerzas que actúan sobre el cajón (peso propio del cajón + lastres aplicados en G, empuje ascensional en el centro de carena C' y el efecto "de superficies libres o carenas líquidas" creado por el lastre líquido cuando se produce la oscilación del cajón materializado en un par de fuerzas "qδ").

Suponiendo pequeñas inclinaciones del cajón para lo cual es válido que  $\phi = \text{sen}\phi = \text{tg}\phi$ , la aplicación de las condiciones anteriores nos lleva a las siguientes ecuaciones:

$$W \cdot \overline{CM} \cdot \theta = Q \cdot d - q \cdot \delta$$

$$Q \cdot d = \gamma_w \cdot \theta \cdot I$$

$$q \cdot \delta = \gamma_w \cdot \theta \cdot i$$

siendo "I" el momento de inercia del área de flotación con relación al eje de giro e "i" el momento de inercia de la superficie de agua en el tanque de lastrado con relación a su eje.

Por tanto, el radio metacéntrico es igual a:

$$\overline{CM} = \frac{I-i}{V} \text{ donde "V" es el volumen de carena sin el lastre.}$$

En nuestro caso el cajón está dividido en varias celdas lo que nos lleva a la siguiente expresión:

$$\overline{CM} = \frac{I - \sum i_i}{V}$$

donde  $i_i$  = inercia de cada celda considerada individualmente.

El parámetro que da "seguridad" respecto al vuelco es  $\overline{GM} = \overline{CM} - \overline{CG}$  o "altura metacéntrica". En el caso que nos ocupa consideraremos un valor mínimo de 0,5 m.

## 2.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Se determina el peso emergido del cajón, teniendo en cuenta sus características geométricas y suponiendo una densidad para el hormigón armado del mismo de  $2,50 \text{ t/m}^3$ , valor que coincide con el sugerido tanto por la norma EHE como por las recomendaciones ROM.



Supuesta una altura para el lastre se determina el peso del mismo obteniendo, junto con el anterior, el peso total del cajón.

Conociendo la geometría del cajón y su peso (más el del lastre) se obtiene la altura del centro de gravedad del mismo, h1.

Se determina el calado del cajón aplicando el principio de Arquímedes  $W = B$ .

Conocido el calado se determina la altura del centro de carena, h2 (centro de gravedad del volumen sumergido del cajón).

Obtención del radio metacéntrico como

$$\overline{CM} = \frac{I - \sum i_i}{V} = \frac{I - \sum i_i}{P_{\text{cajón+lastre}} / \gamma_w}$$

$$\text{Altura metacéntrica} = \overline{GM} = \overline{CM} - \overline{CG} = CM - (h1 - h2) \geq 0,50 \text{ m}$$

Para el cálculo del lastre necesario para que los cajones sean estables durante la fase de flotación se han utilizado unas hojas de cálculo que se acompañan al final.

### 2.3. RESULTADOS

En este Proyecto existen un único cajón tipo, con una eslora total de 24.43 m (considerando orejetas de 0,60 m en ambos extremos), una manga de 12,60 m, y un puntal de 14,50 m.

Se exige un brazo del par de estabilidad mínimo de 0.50 m para la fase de flotación del cajón por lo que es necesario un lastre de agua salada de 1.36 m en todas

las celdas. En estas condiciones el cajón presenta un calado de 9.19 m. El lastre mínimo necesario para realizar el fondeo es de 6.026 m.

Los cálculos completos de estabilidad naval del cajón se incluyen en un Apéndice al final de este Anejo.

### 3. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

Se realizan los cálculos de estabilidad sobre las dos secciones finales a construir, por un lado los nuevos cajones y por otro el duque de alba a trasdosar tal como se explicó anteriormente.

Se utilizará siempre el nivel alto de marea al ser este pésimo para el cálculo

Para el cálculo del duque de alba solo se ha realizado el cálculo en condiciones de sismo, esto es CT 3,32, dado que el cálculo previo realizado en los nuevos cajones indicaba que esta era la opción pésima y por lo tanto la que marcaba el diseño.

#### 3.1. SEGURIDAD FRENTE A VUELCO RÍGIDO Y DESLIZAMIENTO

El coeficiente de seguridad frente al deslizamiento se determinará analizando el cociente entre la carga horizontal de rotura y la carga horizontal actuante:

$$F_d = \frac{\mu}{\text{tg } \alpha} = \frac{\mu}{H/V}$$

donde,

- $\mu$  es el coeficiente de rozamiento terreno-estructura, para el que se adoptará un valor  $\mu = 0,625$ .

- H es la resultante de la sollicitación horizontal.
- V es la resultante de la sollicitación vertical.

Se exigirá el cumplimiento del coeficiente de seguridad establecido en la ROM 0.5-05 señalado en apartados anteriores.

El coeficiente de seguridad frente a vuelco rígido se define como el cociente entre momentos estabilizadores y momentos volcadores:

$$F_v = \frac{M_{estabilizador}}{M_{volcador}}$$

Se exigirá el cumplimiento del coeficiente de seguridad establecido en la ROM 0.5-05 y señalado en apartados anteriores. Los coeficientes de seguridad obtenidos para cada uno de los estados de Proyecto se recogen en las siguientes tablas.

FACTOR DE SEGURIDAD AL VUELCO. Fv.				
HIPÓTESIS		MÍNIMO ROM	NUEVOS CAJONES	DUQUE DE ALBA
CT1	Nivel bajo	-	3.71	-
CT3.32	Nivel bajo	-	2.91	2.690

Nota.- En la ROM 0.5-05 no se establece un coeficiente de seguridad al vuelco rígido. Se debe cumplir que el punto de paso de la resultante en el plano de contacto de la zapata con el terreno quede dentro del área de apoyo. Para las sollicitaciones permanentes o cuasi-permanentes, la resultante efectiva de las acciones se recomienda esté situada dentro del núcleo central de la cimentación. Es suficiente que el coeficiente de seguridad mínimo al vuelco rígido sea 1,00.

Tabla 1. Coeficientes de seguridad frente al vuelco.

FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO. Fd				
HIPÓTESIS		MÍNIMO ROM	NUEVOS CAJONES	DUQUE DE ALBA
CT1	Nivel bajo	1.300	2.090	-
CT3.32	Nivel bajo	1.100	1.780	1.380

Tabla 2. Coeficientes de seguridad frente al deslizamiento.

La formulación de Brinch-Hansen, en un principio, está concebida para su aplicación sobre suelos homogéneos. En el caso de terreno formado por dos capas existen cálculos simplificados que suponen un terreno homogéneo equivalente.

Sin embargo, como toda simplificación válida, conduce a resultados del lado de la seguridad y no deja de ser una aproximación de la realidad del fenómeno.

Experimentos realizados tanto en modelo como en campo para la determinación de la carga de hundimiento de cimentaciones superficiales bajo la aplicación de cargas excéntricas e inclinadas han demostrado que se obtienen resultados más precisos realizando un cálculo mediante círculos de deslizamiento. El coeficiente de seguridad se obtendrá como el valor mínimo resultante de todas las curvas estudiadas.

En la Norma Japonesa "Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan" (publicada en 2.002 por "The Overseas Coastal Area Development Institute" de Japón), se plantea el cálculo del hundimiento basándose en círculos de deslizamiento. El procedimiento de cálculo aquí descrito se ha verificado, tanto con modelo como en ensayos de campo, en los que se ha determinado la carga de hundimiento de cimentaciones superficiales bajo la aplicación de cargas excéntricas e inclinadas. Se ha demostrado que los resultados obtenidos son más precisos analizando el fenómeno mediante el método de Bishop simplificado, aplicando los parámetros resistentes obtenidos de ensayos triaxiales.

Por lo tanto, la comprobación de la estructura frente al hundimiento se realizará siguiendo las indicaciones de dicha norma. El punto de inicio del círculo de deslizamiento se determina de la siguiente manera:

### 3.2. SEGURIDAD FRENTE A HUNDIMIENTO



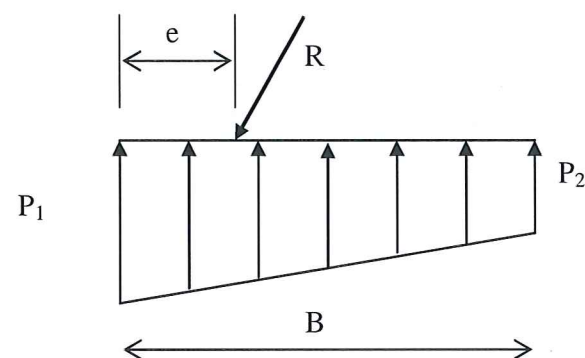


Figura 2. Esquema de la sollicitación de en la cimentación de la estructura.

Se obtiene la resultante y su punto de actuación.

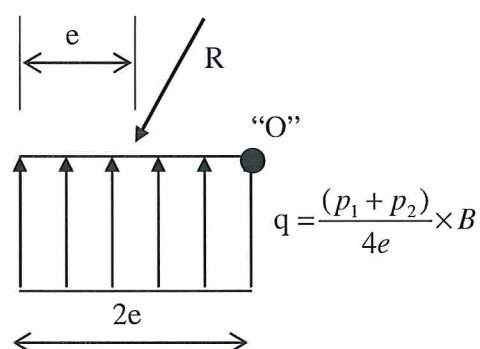


Figura 3. Ancho eficaz y punto de aplicación de la resultante.

La carga total se supone uniforme actuando en una parte de la cimentación igual a "2e".

El círculo de deslizamiento tiene su inicio en el punto "O" situado a una distancia "2e" del borde de la cimentación más próximo al punto de aplicación de la resultante de las reacciones en el terreno.

Para la obtención de los círculos de deslizamiento se ha utilizado el programa informático SLOPE, aplicando el método GLE (General Limit Equilibrium). Éste engloba métodos como el de Bishop, Janbu, Morgenstern and Price y Spencer. La forma en que éste es aplicado es mediante una relación entre las fuerzas normales y tangenciales en cada rebana del terreno. Ello nos permite realizar un análisis que

satisfaga a la vez las ecuaciones de la estática para el equilibrio de momentos y de fuerzas. La función de variación de los esfuerzos tangenciales elegida es sinoidal, la cual nos proporciona mayores esfuerzos tangenciales en el centro de la curva de rotura, donde hay mayor volumen de suelo encima que en los laterales, cerca de la superficie del terreno.

Los datos de entrada del programa son los siguientes:

- Geometría y características geotécnicas del terreno, así como de los diferentes materiales situados bajo el muro.
- Nivel freático en el trasdós del muro y nivel del agua libre en el intradós.
- Resultante de las cargas.
- Ancho eficaz.

Con estos datos de entrada se comprobará que el valor del coeficiente de seguridad obtenido es mayor que la unidad, ya que al introducir las cargas estas se mayoran por dicho coeficiente.

Los coeficientes de seguridad exigidos serán los especificados en la ROM 0.5-05.

FACTOR DE SEGURIDAD A HUNDIMIENTO						
HIPÓTESIS		MÍNIMO ROM	NUEVOS CAJONES		DUQUE DE ALBA	
			CP	LP	CP	LP
CT1	Nivel bajo	1.000	1.614	1.498	-	-
CT3.32	Nivel bajo	1.000	1.247	1.103	1.043	1.009

Tabla 3. Coeficientes de seguridad frente al hundimiento.

### 3.3. SEGURIDAD FRENTE A VUELCO PLÁSTICO

La metodología de cálculo para la comprobación de la seguridad frente a vuelco plástico es idéntica a la seguida en el caso de la seguridad frente a hundimiento,

mediante círculos de deslizamiento. Los datos de entrada del programa son los siguientes:

- Geometría y características geotécnicas del terreno, así como de los diferentes materiales situados bajo el muro.
- Nivel freático en el trasdós del muro y nivel del agua libre en el intradós.
- Resultante de las cargas.
- Ancho eficaz.

Con estos datos de entrada se comprobará que el valor del coeficiente de seguridad obtenido es mayor que la unidad, ya que al introducir las cargas estas se mejoran por dicho coeficiente.

Los coeficientes de seguridad exigidos serán los especificados en la ROM 0.5-05.

FACTOR DE SEGURIDAD A VUELCO PLÁSTICO						
HIPÓTESIS		MÍNIMO ROM	NUEVOS CAJONES		DUQUE DE ALBA	
			CP	LP	CP	LP
CT1	Nivel bajo	1.000	1.495	1.495	-	-
CT3.32	Nivel bajo	1.000	1.247	1.103	1.197	1.180

Tabla 4. Coeficientes de seguridad frente al vuelco plástico.

### 3.4. SEGURIDAD FRENTE A PÉRDIDA DE ESTABILIDAD GLOBAL

Se ha estudiado la estabilidad global mediante círculos de deslizamiento y empleando para ello el programa informático SLOPE.

A diferencia de las comprobaciones frente a hundimiento y vuelco plástico, en el caso de la estabilidad global se considera el conjunto de la estructura y terreno, generando un modelo que incluye todos los elementos que interactuarán en la realidad. No se sustituye la estructura por sus efectos, sino que se analiza la situación conjunta verificando su estabilidad.

Los coeficientes de seguridad exigidos serán los especificados en la ROM 0.5-05.

FACTOR DE SEGURIDAD A ESTABILIDAD GLOBAL.						
HIPÓTESIS		MÍNIMO ROM	NUEVOS CAJONES		DUQUE DE ALBA	
			CP	LP	CP	LP
CT1	Nivel bajo	1.300	1.831	1.687	-	-
CT3.32	Nivel bajo	1.100	1.351	1.260	1.731	1.574

Tabla 5. Coeficientes de seguridad frente a la pérdida de estabilidad global.

Por último, se incluyen en la siguiente tabla las presiones en la base en cada caso analizado.

PRESIONES EN LA BANQUETA						
HIPÓTESIS		MÍNIMO ROM	NUEVOS CAJONES		DUQUE DE ALBA	
			CP	LP	CP	LP
CT1	Nivel bajo	-	9.76	21.35	-	-
CT3.32	Nivel bajo	-	15.7	21.17	17.48	13.21

Nota.- Según el Design manual Navfac DM-7 una presión admisible para el tipo de material que forma una banqueta es del orden de 80 t/m<sup>2</sup>.

Tabla 6. Coeficientes de seguridad frente a la pérdida de estabilidad global.

### 3.5. ESTABILIDAD DEL TALUD EXISTENTE EN TODAS LAS FASES DE CONSTRUCCIÓN.

A continuación se muestra la comprobación de la estabilidad global del talud en todas las fases constructivas de la obra.

El estudio de la estabilidad global se realiza mediante círculos de deslizamiento y empleando para ello el programa informático SLOPE.

Se considera el conjunto de la estructura y terreno, generando un modelo que incluye todos los elementos que interactuarán en la realidad.

Las hipótesis estudiadas son las siguientes:

- Hip: 1. Estado actual, corto plazo
- Hip: 2. Estado actual, largo plazo
- Hip: 3. Estado transitorio de dragado a la cota -17, corto plazo



- Hip: 4. Estado transitorio de dragado a la cota -17, largo plazo

En todas las hipótesis se ha considerado una sobrecarga de 1,3 t/m<sup>2</sup> en la explanada que corona el talud.

Los parámetros de los terrenos utilizados en los modelos del SLOPE están en las figuras 1 a 4.

Los coeficientes de seguridad exigidos serán los especificados en la ROM 0.5-05 para estructuras en talud emergidas para la pérdida de la estabilidad global (tabla 4.7.1. Coeficientes de seguridad mínimos para diques en talud emergidos), todos los coeficientes obtenidos son superiores a 1,1 de combinación fundamental, las figuras con los valores se encuentran en las figuras 5 a 8.

Apartado donde se define el método de cálculo asociado	Estados Límite Últimos de rotura de tipo Geotécnico* (GEO)	Tipos de combinación		
		Cuasi-Permanentes, F <sub>1</sub>	Fundamentales o Características, F <sub>2</sub>	Accidentales o Sísmicas, F <sub>3</sub>
3.8.4.4	Deslizamiento superficial del manto	I,2	I,1	I
3.5.5 3.5.6 3.8.4.5 y 3.8.4.6	Pérdida de estabilidad del espaldón: deslizamiento, vuelco y estabilidad global	I,2	I,1	I
3.8.4.5 y 3.8.4.6	Pérdida de estabilidad de la berma	I,3	I,1	I
3.8.4.5 y 3.8.4.6	Pérdida de estabilidad global	I,3	I,1	I
-	Erosión interna	MP	MP	MP
3.8.4.5 y 3.8.4.6	Rotura del núcleo del dique	I,3	I,1	I
-	Socavación del fondo natural	MP	MP	MP

HIPÓTESIS	Coefficiente de seguridad de estabilidad global
• Hip: 1. Estado actual, corto plazo	2,27
• Hip: 2. Estado actual, largo plazo	1,975
• Hip: 3. Estado transitorio de dragado a la cota -17, corto plazo	2,05
• Hip: 4. Estado transitorio de dragado a la cota -17, largo plazo	1,424

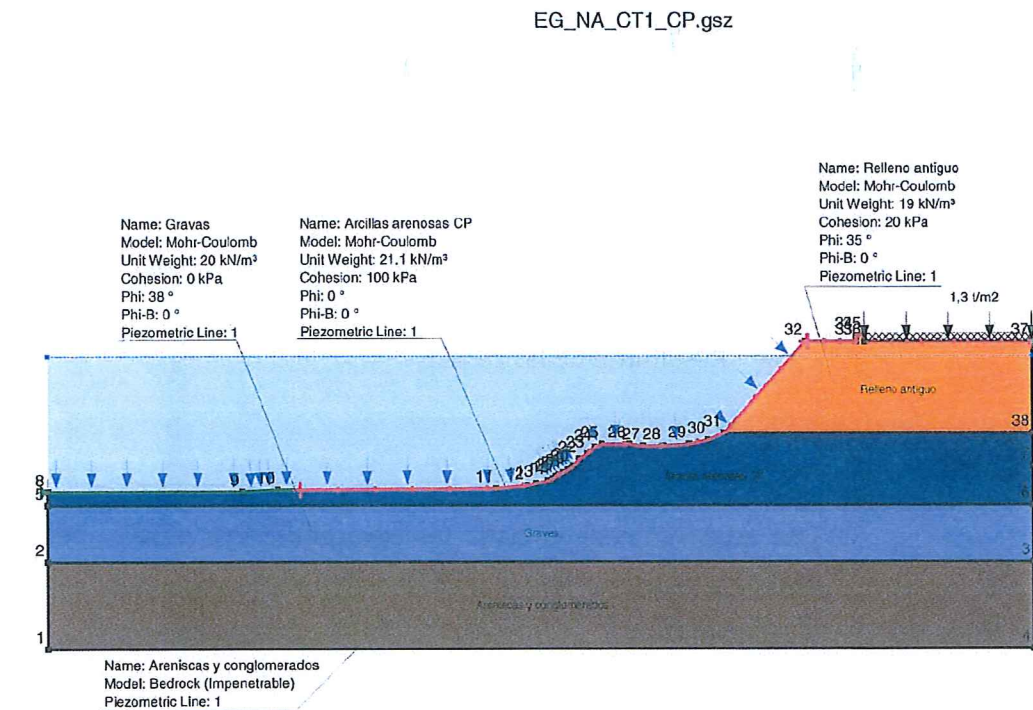


Figura 1. Modelo del terreno. Hip: 1. Estado actual, corto plazo

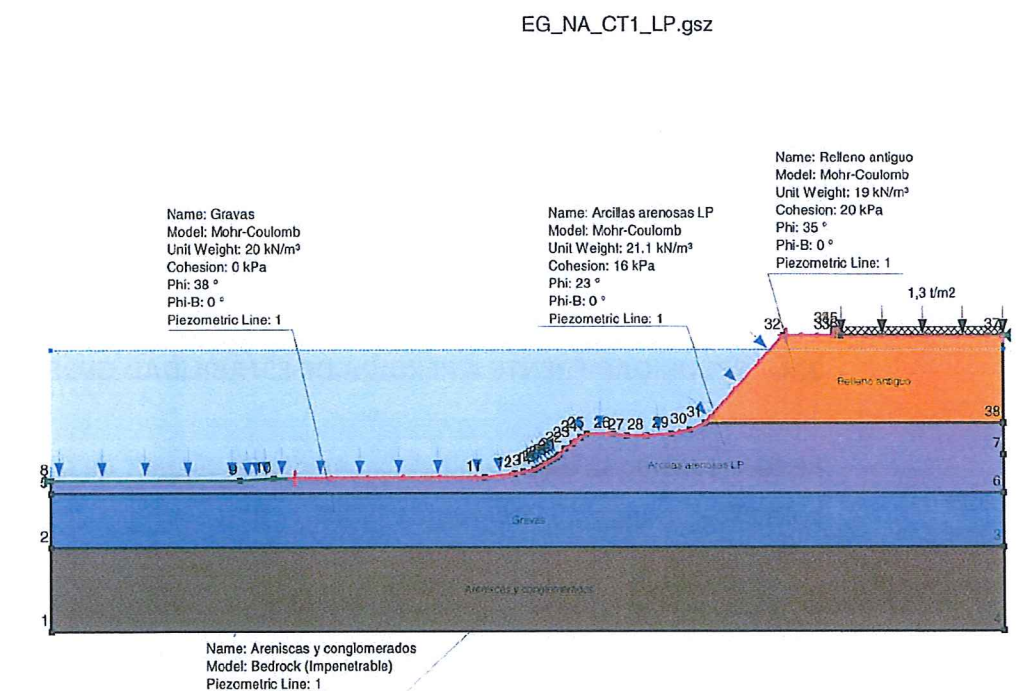


Figura 2. Modelo del terreno. Hip: 2. Estado actual, largo plazo



EG\_NA\_CT1\_CP dragado.gsz

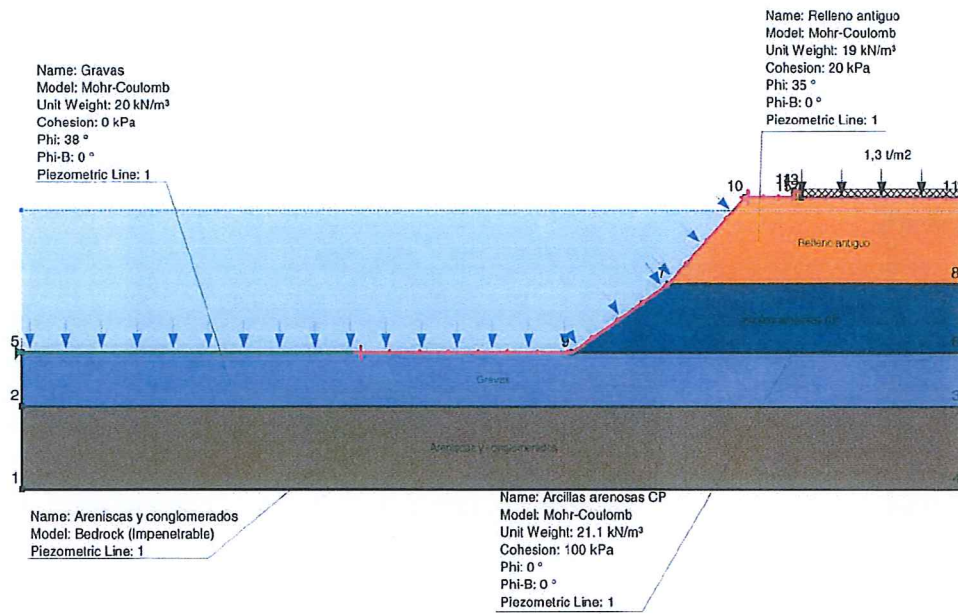


Figura 3. Modelo del terreno. Hip: 3. Estado transitorio de dragado a la cota -17, corto plazo

EG\_NA\_CT1\_LP dragado.gsz

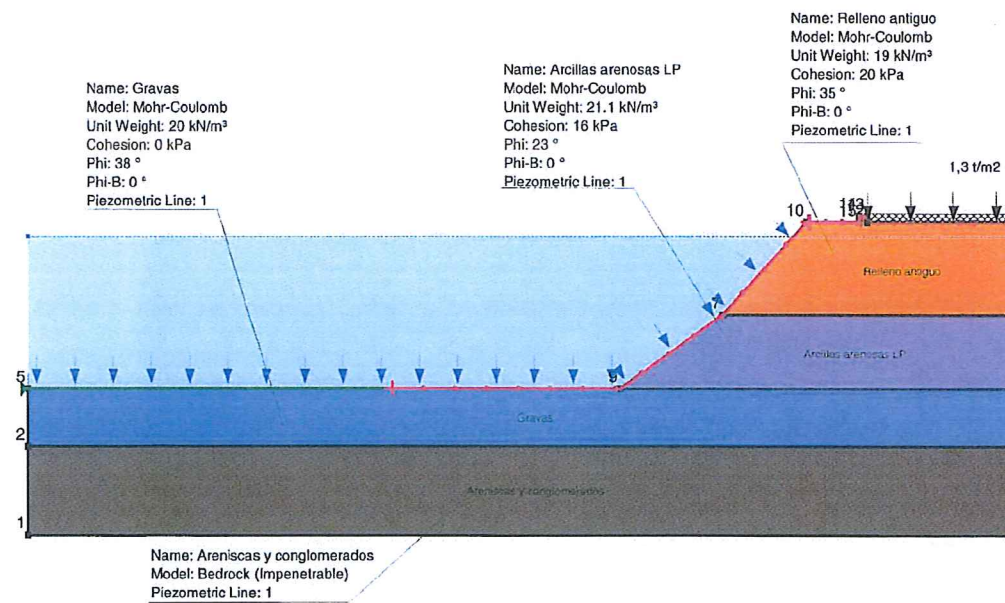


Figura 4. Modelo del terreno. Hip: 4. Estado transitorio de dragado a la cota -17, largo plazo

EG\_NA\_CT1\_CP.gsz

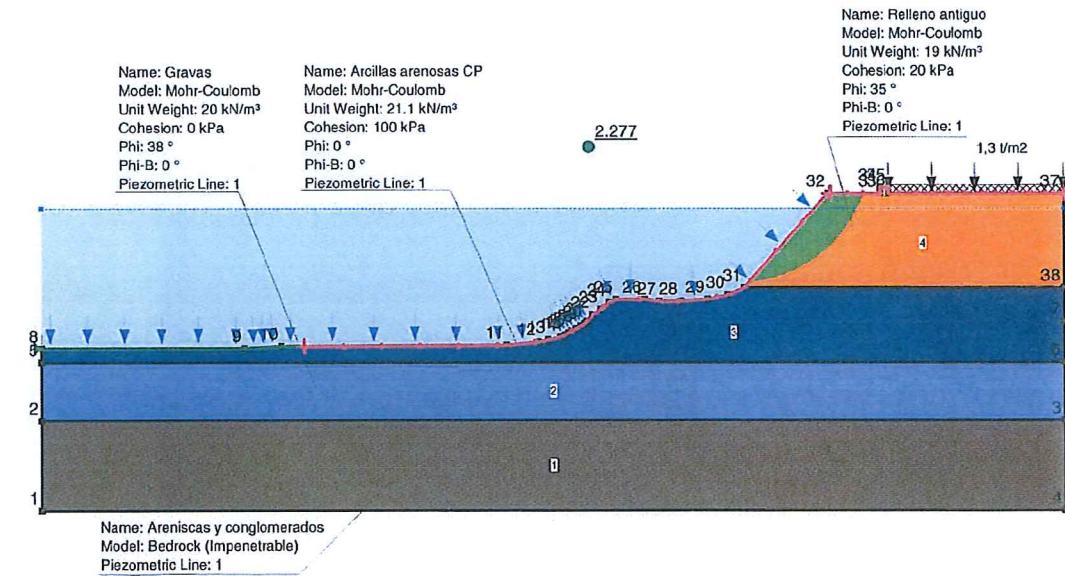


Figura 5. Estabilidad global. Hip: 1. Estado actual, corto plazo

EG\_NA\_CT1\_LP.gsz

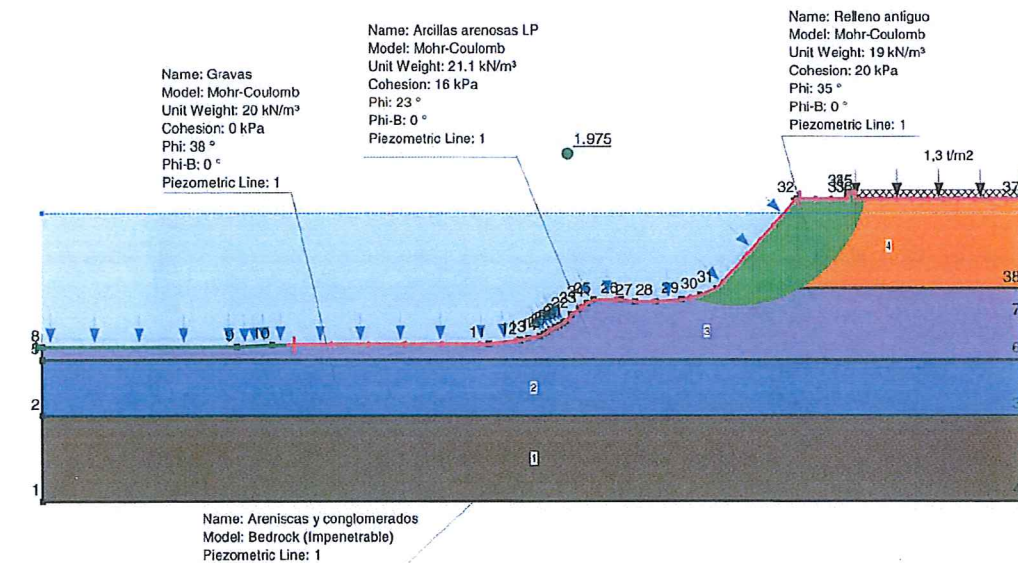


Figura 6. Estabilidad global. Hip: 2. Estado actual, largo plazo

EG\_NA\_CT1\_CP dragado.gsz

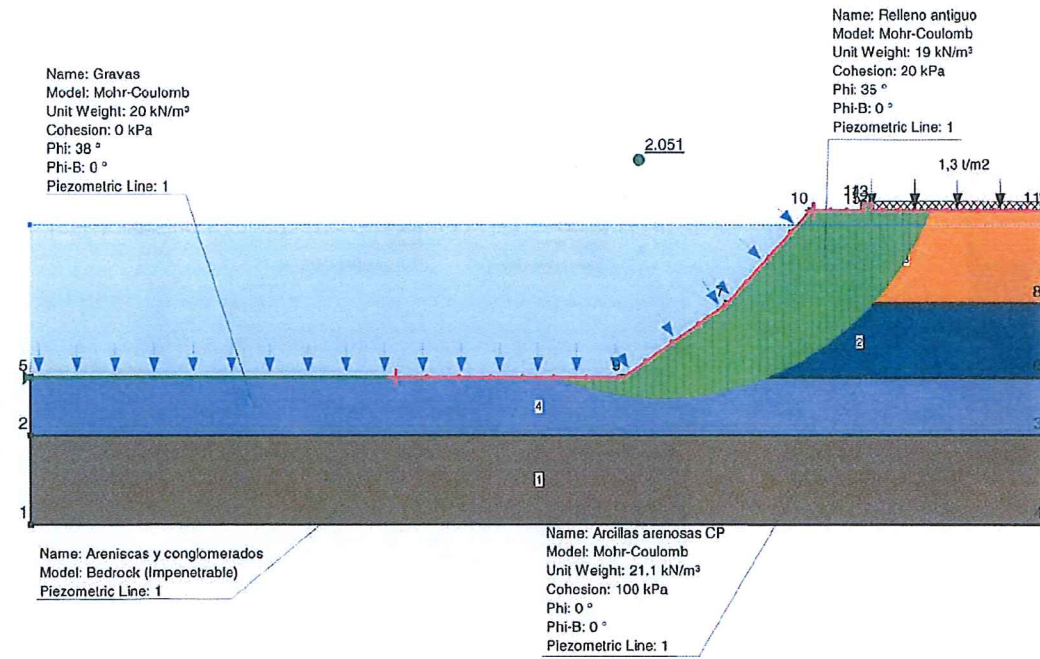


Figura 7. Estabilidad global. Hip: 3. Estado transitorio de dragado a la cota -17, corto plazo

EG\_NA\_CT1\_LP dragado.gsz

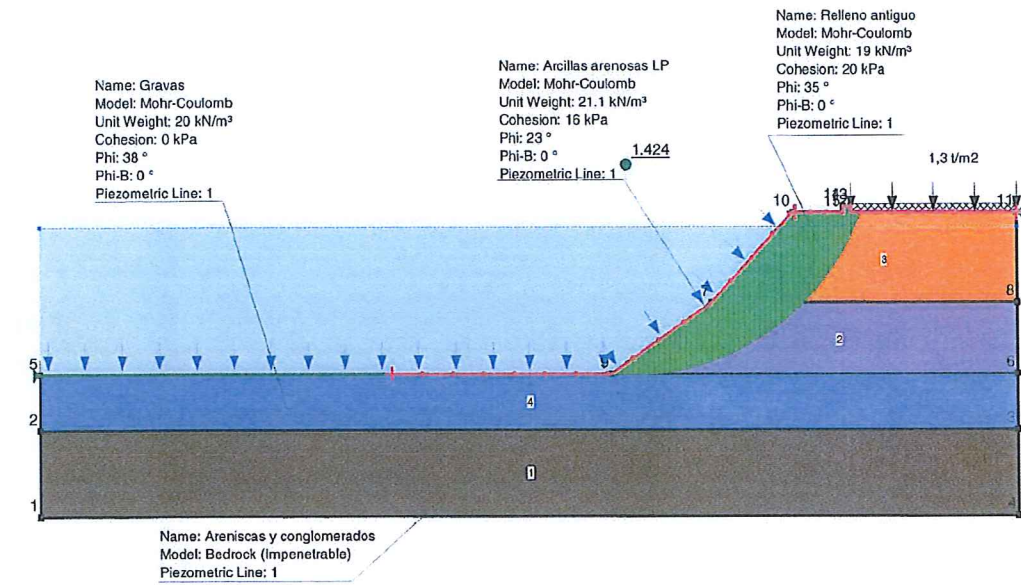


Figura 8. Estabilidad global. Hip: 3. Estado transitorio de dragado a la cota -17, largo plazo



## APÉNDICE 1. ESTABILIDAD NAVAL

## APÉNDICE 1. ESTABILIDAD NAVAL

1.- DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DEL CAJÓN TIPO 1.		6	x	3
LADO LONGITUDINAL DE LAS CELDAS (1)	3.80	m		
LADO TRANSVERSAL DE LAS CELDAS (1)	3.80	m		
Nº DE CELDAS (1) EN SENTIDO TRANSVERSAL	1.00			
Nº DE CELDAS (1) EN SENTIDO LONGITUDINAL	4.00			
LADO LONGITUDINAL DE LAS CELDAS (2)	3.80	m		
LADO TRANSVERSAL DE LAS CELDAS (2)	3.800	m		
Nº DE CELDAS (2) EN SENTIDO TRANSVERSAL	2.00			
Nº DE CELDAS (2) EN SENTIDO LONGITUDINAL	4.00			
LADO LONGITUDINAL DE LAS CELDAS (3)	3.12	m		
LADO TRANSVERSAL DE LAS CELDAS (3)	3.80	m		
Nº DE CELDAS (3) EN SENTIDO TRANSVERSAL	1.00			
Nº DE CELDAS (3) EN SENTIDO LONGITUDINAL	2.00			
LADO LONGITUDINAL DE LAS CELDAS (4)	3.12	m		
LADO TRANSVERSAL DE LAS CELDAS (4)	3.80	m		
Nº DE CELDAS (4) EN SENTIDO TRANSVERSAL	2.00			
Nº DE CELDAS (4) EN SENTIDO LONGITUDINAL	2.00			
ESPELOR DE HORMIGON PARED FRONTAL	0.40	m		
ESPELOR HORMIGON PARED TRASDOS	0.40	m		
ESPELOR DE HORMIGON DE PAREDES LATERALES	0.40	m		
ESPELOR DE HORMIGON PAREDES INTERIORES	0.20	m		
AREA CHAFLAN INTERIOR 1/2x0.25x0.25	0.03	m <sup>2</sup>		
AREA CHAFLAN EXTERIOR 1/2x0.30x0.30	0.05	m <sup>2</sup>		
AREA CHAFLAN ESQUINA 1/2x0.4x0.4	0.08	m <sup>2</sup>		
LONGITUD DEL CAJON (sin orejetas)	23.23	m		
ANCHURA DEL CAJON (en fuste)	12.60	m		
AREA CELDAS CENTRALES (1)	14.315	m <sup>2</sup>		
NUMERO	4			
AREA CELDAS EXTERIORES LONGITUDINALES (2)	14.288	m <sup>2</sup>		
NUMERO	8			
AREA CELDAS EXTERIORES TRANSVERSALES (3)	11.685	m <sup>2</sup>		
NUMERO	2			
AREA CELDAS ESQUINA (4)	11.636	m <sup>2</sup>		
NUMERO	4			
<b>AREA TOTAL DE HUECOS EN EL FUSTE</b>		<b>241.472</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	

DIMENSIONES OREJETAS EXTERIORES	
Base mayor	1.000 m
Base menor	0.400 m
Altura	0.600 m
AREA OREJETA	0.420 m <sup>2</sup>
Nº OREJETAS	4
DIMENSIONES OREJETAS PARA FORMACION DE JUNTAS INTERIORES	
Base mayor	1.700 m
Base menor	0.500 m
Altura	0.600 m
AREA OREJETA	0.660 m <sup>2</sup>
Nº OREJETAS	2
<b>SUPERFICIE NETA DE HORMIGON</b>	<b>54.23</b> m <sup>2</sup>
<b>SUPERFICIE EXTERIOR DEL FUSTE</b>	<b>295.698</b> m <sup>2</sup>
<b>%HORMIGON</b>	<b>18.34</b> %

2.- CALCULO DEL VOLUMEN TOTAL DE HORMIGON EN EL CAJON TIPO 1.

Espesor solera y zapatas	0.80 m
Vuelo zapata	0.00 m
Altura del cajón	14.50 m
Superficie juntas	12.120 m <sup>2</sup>
Espesor de solera en juntas	0.00 m
Volumen zapatas	0.00 m <sup>3</sup>
<b>VOLUMEN TOTAL DE HORMIGON EN EL CAJON</b>	<b>979.45</b> m <sup>3</sup>
<b>PESO DEL CAJON SIN LASTRE</b>	<b>2,448.64</b> Tn

3.- CALCULO DE INERCIAS

INERCIA DE LA SUPERFICIE EXTERIOR DEL FUSTE	3,872.39 m <sup>4</sup>
INERCIA DE LAS JUNTAS	119.10 m <sup>4</sup>
inercia celdas centrales	69.50 m <sup>4</sup>
inercia celdas exteriores longitudinales	139.01 m <sup>4</sup>
inercia celdas exteriores transversales	28.49 m <sup>4</sup>
inercia celdas de esquina	56.98 m <sup>4</sup>
<b>INERCIA TOTAL DE LAS CELDAS</b>	<b>293.98</b> m <sup>4</sup>



**4.- CUADRO DE RESULTADOS**

S.E.FUSTE	295.70 m <sup>2</sup>
S.N.HORMI.	54.23 m <sup>2</sup>
D.HORMI.	2.500 t/m <sup>3</sup>
D.AGUA	1.025 t/m <sup>3</sup>
E.SOLERA	0.80 m
Vol.ZAPATAS	0.00 m <sup>3</sup>
C.G.ZAPATAS	0.40 m

MÍNIMO BRAZO DEL PAR DE ESTABILIDAD = 0.50 m

ALT. LASTRE	PESO LASTRE	PESO CAJON	C.G. LASTRE	C.D. GRAV.	CALADO	C.D. CARENA	INERCIA A.F.	R.META.	B.PAR EST.
0.000	0.00	2,448.64	0.0000	5.8990	8.0789	4.0394	3,753.29	1.5711	-0.2884
0.100	24.75	2,473.39	0.850	5.848	8.161	4.080	3,459.32	1.434	-0.335
0.200	49.50	2,498.14	0.900	5.800	8.242	4.121	3,459.32	1.419	-0.259
0.300	74.25	2,522.89	0.950	5.753	8.324	4.162	3,459.32	1.405	-0.186
0.400	99.00	2,547.64	1.000	5.709	8.406	4.203	3,459.32	1.392	-0.114
0.500	123.75	2,572.39	1.050	5.666	8.487	4.244	3,459.32	1.378	-0.044
0.600	148.51	2,597.14	1.100	5.625	8.569	4.284	3,459.32	1.365	0.025
0.700	173.26	2,621.89	1.150	5.585	8.651	4.325	3,459.32	1.352	0.092
0.800	198.01	2,646.64	1.200	5.547	8.732	4.366	3,459.32	1.340	0.158
0.900	222.76	2,671.39	1.250	5.511	8.814	4.407	3,459.32	1.327	0.223
1.000	247.51	2,696.15	1.300	5.477	8.896	4.448	3,459.32	1.315	0.286
1.100	272.26	2,720.90	1.350	5.444	8.977	4.489	3,459.32	1.303	0.348
1.200	297.01	2,745.65	1.400	5.412	9.059	4.529	3,459.32	1.291	0.409
1.300	321.76	2,770.40	1.450	5.382	9.140	4.570	3,459.32	1.280	0.468
1.400	346.51	2,795.15	1.500	5.354	9.222	4.611	3,459.32	1.269	0.526
1.500	371.26	2,819.90	1.550	5.326	9.304	4.652	3,459.32	1.257	0.583
1.600	396.01	2,844.65	1.600	5.300	9.385	4.693	3,459.32	1.246	0.639
1.700	420.76	2,869.40	1.650	5.276	9.467	4.734	3,459.32	1.236	0.693
1.800	445.52	2,894.15	1.700	5.253	9.549	4.774	3,459.32	1.225	0.747
1.900	470.27	2,918.90	1.750	5.231	9.630	4.815	3,459.32	1.215	0.799
2.000	495.02	2,943.65	1.800	5.210	9.712	4.856	3,459.32	1.205	0.851
2.100	519.77	2,968.41	1.850	5.190	9.794	4.897	3,459.32	1.195	0.901
2.200	544.52	2,993.16	1.900	5.171	9.875	4.938	3,459.32	1.185	0.951
2.300	569.27	3,017.91	1.950	5.154	9.957	4.979	3,459.32	1.175	0.999
2.400	594.02	3,042.66	2.000	5.138	10.039	5.019	3,459.32	1.165	1.047
2.500	618.77	3,067.41	2.050	5.123	10.120	5.060	3,459.32	1.156	1.094
2.600	643.52	3,092.16	2.100	5.108	10.202	5.101	3,459.32	1.147	1.139
2.700	668.27	3,116.91	2.150	5.095	10.284	5.142	3,459.32	1.138	1.184
2.800	693.02	3,141.66	2.200	5.083	10.365	5.183	3,459.32	1.129	1.228
2.900	717.78	3,166.41	2.250	5.072	10.447	5.224	3,459.32	1.120	1.272
3.000	742.53	3,191.16	2.300	5.062	10.529	5.264	3,459.32	1.111	1.314
3.100	767.28	3,215.91	2.350	5.052	10.610	5.305	3,459.32	1.103	1.356
3.200	792.03	3,240.66	2.400	5.044	10.692	5.346	3,459.32	1.094	1.396
3.300	816.78	3,265.42	2.450	5.036	10.774	5.387	3,459.32	1.086	1.436
3.400	841.53	3,290.17	2.500	5.030	10.855	5.428	3,459.32	1.078	1.476
3.500	866.28	3,314.92	2.550	5.024	10.937	5.469	3,459.32	1.070	1.514

EL BRAZO DEL PAR DE ESTABILIDAD ES IGUAL A 0.50 m CON UN LASTRE EN TODAS LAS CELDAS DE 1.36 m CON LO QUE EL CAJÓN ES ESTABLE. EL CALADO DEL CAJÓN ES DE 9.19 m

**5.- CALCULO DEL LASTRE NECESARIO PARA FONDEAR EL CAJON**

CALADO NECESARIO PARA PODER FONDEAR EL CAJON	13.00 m
EMPUJE	3,940.176 Tn
ALTURA DE LASTRE NECESARIO PARA FONDEAR EL CAJON	6.026 m

## APÉNDICE 2. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

## APÉNDICE 2.1. NUEVOS CAJONES



**1. PESO PROPIO**

**NIVEL ALTO**

**1.1 Datos del cajón:**

Longitud del cajón con orejetas L (m):	24.43
Anchura del fuste B (m):	12.60
Vuelo de las zapatas C (m):	0.00
Vuelo viga cantil/ espaldón (m):	0.50
Anchura de la base a nivel de cimiento	12.60
Coefficiente de rozamiento cajón -cimiento	0.625
Superficie juntas SJ (m2):	13.44
Superficie alig. exteriores SAE (m2):	0.00
Superficie alig. interiores SAI (m2):	0.00
Superficie alig. esquinas SAES (m2):	0.00
Superficie otros aligeramientos SOA (m2):	241.47
Altura del cajón H (m):	14.50
Cota coronación superestructura (m):	2.60
Cota coronación del cajón (m):	1.50
Cota coronación del espaldón, lado mar (m):	2.60
Espesor de la solera E (m):	0.80
Densidad del agua de mar (T/m3):	1.030
Densidad seca hormigón cajón (T/m3):	2.50
Densidad seca hormigón superestructura (T/m3):	2.30
Densidad seca del relleno (T/m3):	1.80
Densidad saturada del relleno del cajón (T/m3):	2.10
Deducción peso cámaras antirreflejantes (T):	92.56
Brazo de deducción cámaras antirreflejantes X (m):	1.57
Peso superestructura sobre fuste del cajón SUP (T):	30.833
Brazo de la superestructura sobre fuste Xsup (m):	5.72
Cota de agua en trasdós del cajón (m):	0.13
Cota de agua en intradós del cajón (m):	0.13
Cota de fondeo del cajón (m):	-13.00
Espesor de la solera en juntas	0.00

**1.2. Cálculos:**

Volumen solera del cajón (m3):	235.50
Superficie ext. fuste (m2):	294.38
Superficie de huecos (m2):	241.47
Sup.neta de hormigón (m2):	52.91
Volumen del fuste del cajón (m3):	<u>724.88</u>
<b>TOTAL VOLUMEN DE HORMIGON EN EL CAJON (m3) =</b>	<b>960.38</b>
Peso del cajón por metro lineal (T/ml):	399.39

**1.3 Resumen de pesos:**

	Peso V(T)	Brazo X(m)	Mom Mx(mT)
Peso del cajón por m.l.	399.39	6.30	2,516.19
Cámaras antirreflejantes	-92.56	1.57	-145.01
Superestructura	30.83	5.72	176.26
Agua sobre zapata delantera	0.00	0.00	0.00
Tierras sobre zapata trasera	0.00	12.60	0.00
Desplazamiento del cajón	-170.40	6.30	-1,073.53
	<u>167.27</u>	<u>8.81</u>	<u>1,473.91</u>

<b>RESULTANTE DEL PESO PROPIO</b>	<b>167.27</b>	<b>1,473.91</b>
-----------------------------------	---------------	-----------------

TÍTULO: Proyecto prolongación del Muelle 13  
 N° REFER: 210103



**2. EMPUJES TIERRAS Y DESFASE DE MAREA**

NIVEL ALTO

Densidad seca (T/m3):	1.80
Densidad sumerg (T/m3):	1.10
Ang.roz.int. (G°):	40.00
Ang.inc.emp.con horiz. (G°):	26.67
Coef.empuj.activo :	0.20
Cota sup. terreno (m):	2.60
Cota agua trasdos (m):	0.13
Cota agua intrados (m):	0.13
Cota fondeo del cajón (m):	-13.00
Dist. trasdos punto vuelco (m):	12.60

**Calculo de empujes:**

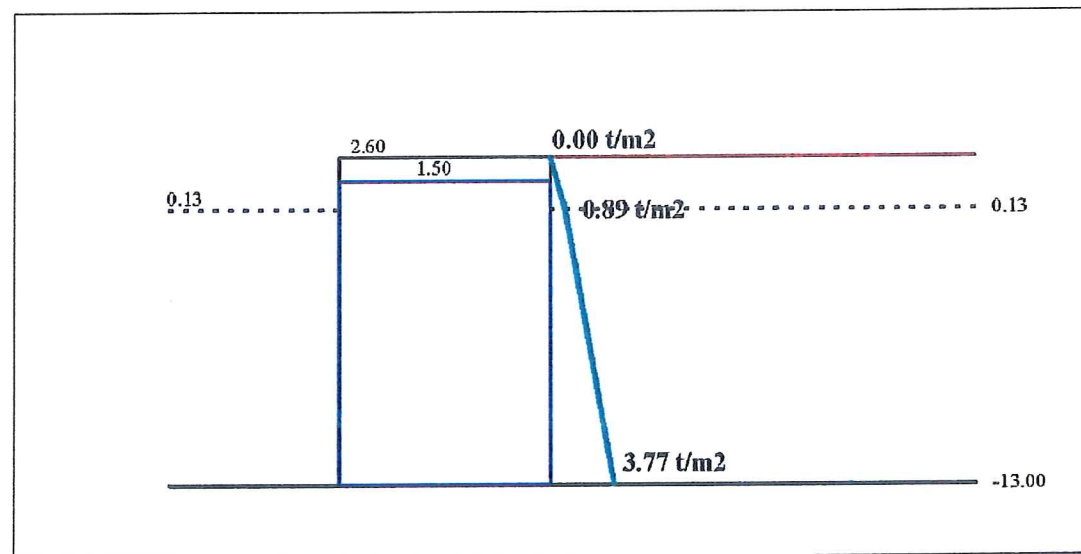
Cota(m)	2.60	0.13	-13.00
Tierras(t/m2)	0.00	0.89	3.77
Agua	0.00	0.00	0.00

**Resultante empuje tierras:**

	Result. R(T)	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx(mT)
De +2.60 a +0.13	1.10	0.98	13.95	13.68	0.49	12.60	6.21
De +0.13 a -13.0	30.62	27.36	5.21	142.56	13.74	12.60	173.13
		28.34	5.51	156.24	14.23	12.60	179.33

Resultante empuje agua: 0.00 0.00 0.00

<b>TOTAL EMPUJES:</b>		28.34	5.51	156.24	14.23	12.60	179.33
-----------------------	--	-------	------	--------	-------	-------	--------



TÍTULO: Proyecto prolongación del Muelle 13  
 N° REFER: 210103



**3. SOBRECARGAS EN EL TRASDOS DEL MURO (OPERACIÓN)**

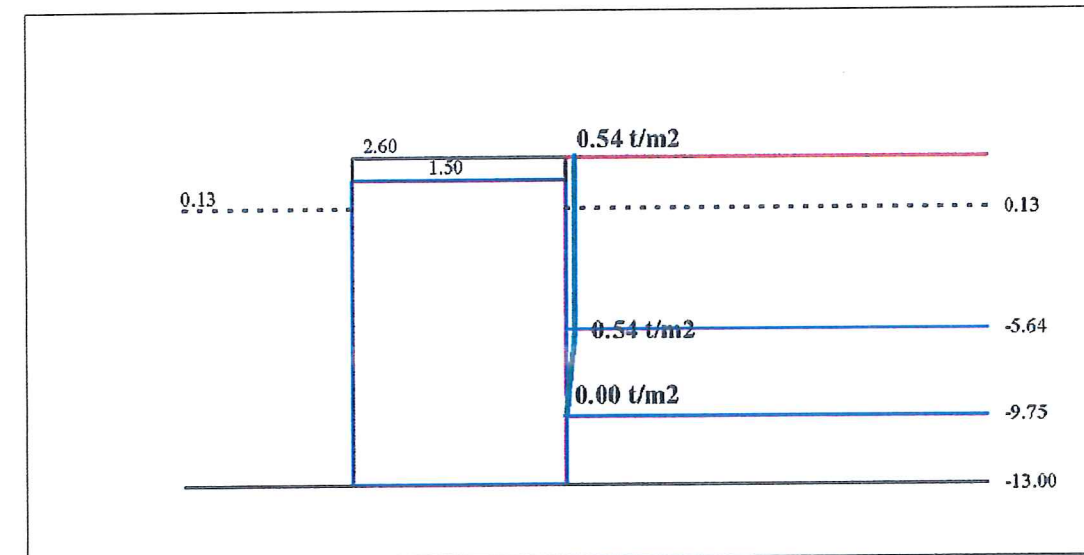
NIVEL ALTO

Sobrecarga uniforme área operación (tn/m2):	3.00
Anchura sobrec. desde trasdós (m):	4.40
Altura sobre la que empuja (m):	15.60
Coeficiente empuje :	0.20
Angulo incl. emp. con horiz. (G.sex.):	26.67
Angulo de rotura (G.sex.):	61.88
Altura empuje máximo desde coronación (m):	8.24
Altura final del empuje desde coronación (m):	12.35
	2
Compon. estabilizadora de la sobrecarga (tn):	0.00
Brazo comp. estabil. a pto. de vuelco (m):	0.00

**Calculo de la resultante:**

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx (mT)
Sobrec. área operación:	5.52	10.38	57.27	2.77	12.60	34.90
Compon. estabilizadora:				0.00	0.80	0.00

<b>TOTAL SOBRECARGA 3:</b>	5.52	10.38	57.27	2.77	12.60	34.90
----------------------------	------	-------	-------	------	-------	-------

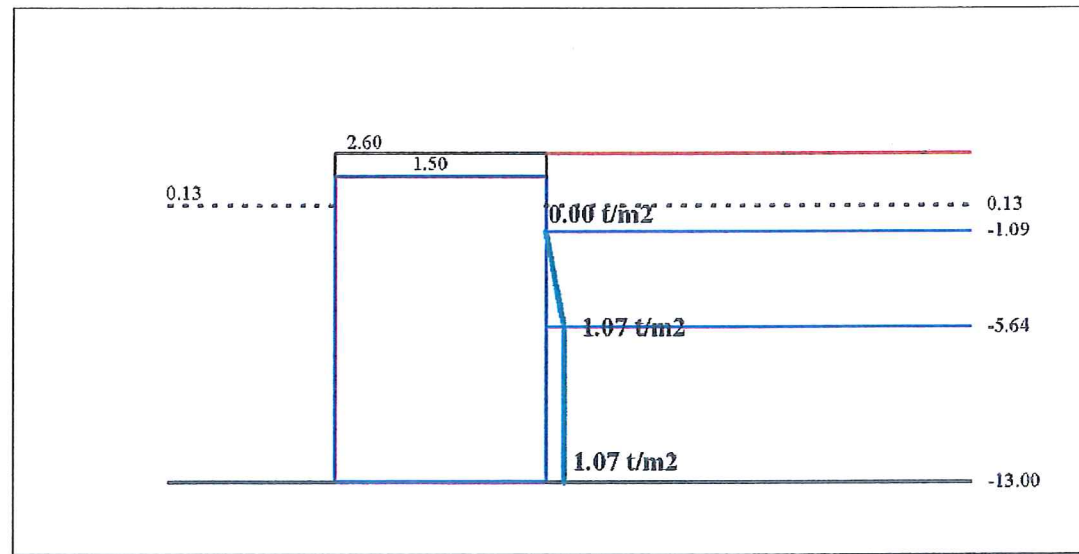




**3. SOBRECARGAS EN EL TRASDOS DEL MURO (ALMACENAMIENTO).**

Sobrecarga en área almacenamiento (tn/m2):	6.00					
Distancia al trasdos (m):	4.40					
Angulo rotura(G.sex):	61.88					
Altura Inicio empuje desde coronación (m):	3.69					
Altura Inicio emp. max. desde coronación (m):	8.24	Presión máxima (t/m2)	1.07			
	2					
Compon. estabilizadora de la sobrecarga (tn):	0.00					
Brazo comp. estabil. a pto. de vuelco (m):	0.00					

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx (mT)
sobrec. almacenamiento:	10.33	4.91	50.67	5.19	12.60	65.34
Compon. estabilizadora:				0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL SOBRECARGA 3':</b>	<b>10.33</b>	<b>4.91</b>	<b>50.67</b>	<b>5.19</b>	<b>12.60</b>	<b>65.34</b>



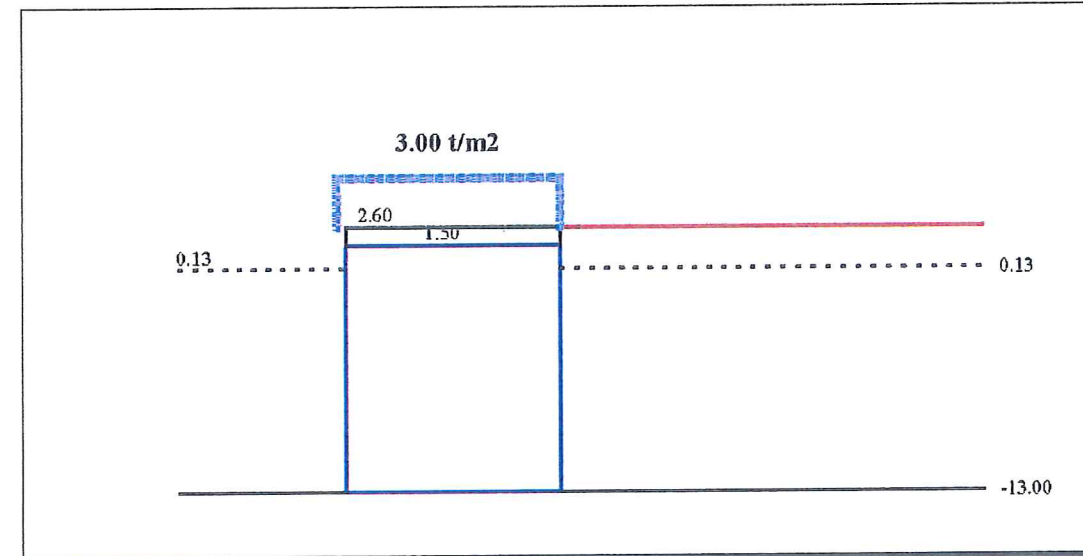
**4. SOBRECARGA PESANDO SOBRE EL MURO**

NIVEL ALTO

Valor sobrecarga (t/m2)	3.00
Anchura sobre la que actúa(m)	13.10
Brazo a punto de vuelco(m)	6.05

**Calculo de la resultante:**

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx (mT)
	0.00	0.00	0.00	39.3	6.05	237.765
<b>TOTAL SOBRECARGA 4:</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>39.30</b>	<b>6.05</b>	<b>237.77</b>



**6. GRUAS O EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA**

NIVEL ALTO

	nominal	
Carga vertical pata delantera 1(t)	1.23	
Brazo a punto de vuelco(m)	2.61	
Carga vertical pata trasera (t)	9.82	
Brazo a punto de vuelco(t)	12.61	
Fuerza horizontal(t)	0.55	
Brazo sobre cimiento(m)	15.60	
Angulo incl. emp. con horiz. (G.sex.):	26.67	
Angulo de rotura (G.sex.):	61.88	

Sobrec. uniforme compatible (tn/m2):	1.00	
Ancho sobre el que actua (m):	4.40	
Distancia desde trasdós al inicio de la sobrec. (m):	0.00	
Altura del inicio de empuje desde coronación (m):	0.00	
Altura del empuje máximo desde coronación (m):	0.00	
Altura del final del empuje desde coronación (m):	8.24	
	4	
Componente estabilizadora de las sobrecargas (tn):	0.00	
Brazo de la comp. estab. al pto de vuelco (m):	0.00	

$\theta$  (auxiliar): 0.33  
 presión máx. (tn/m2): 0.36

Calculo de la resultante

	Com.Hor. H(t)	Brazo y(m)	Mom.Vol My(mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx(mT)
Grúa:	5.96	13.11	78.10	1.23	2.61	3.21
1t/m2:	1.47	12.85	18.91	0.00	0.00	0.00
<b>GRÚA</b>	<b>7.43</b>	<b>13.06</b>	<b>97.01</b>	<b>1.23</b>	<b>2.61</b>	<b>3.21</b>

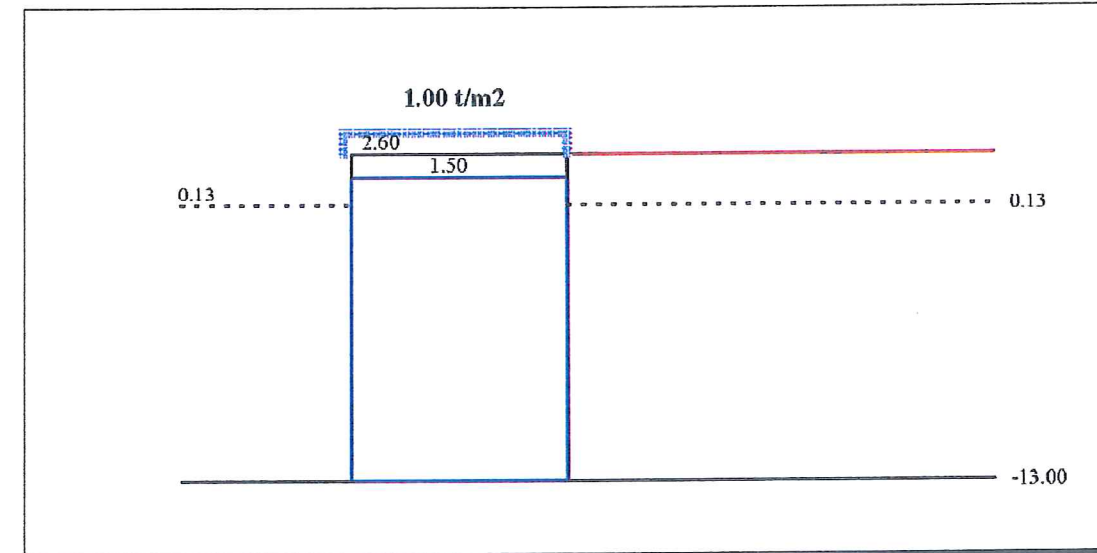
**5. SOBRECARGA 1 tn/m<sup>2</sup> PESANDO SOBRE EL MURO**

NIVEL ALTO

Valor sobrecarga (t/m2)	1.00
Anchura sobre la que actua(m)	13.10
Brazo a punto de vuelco(m)	6.05

Calculo de la resultante:

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx (mT)
	0.00	0.00	0.00	13.10	6.05	79.26
<b>TOTAL SOBRECARGA5'</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>13.10</b>	<b>6.05</b>	<b>79.26</b>





**7. TIRO DE BOLARDO.**

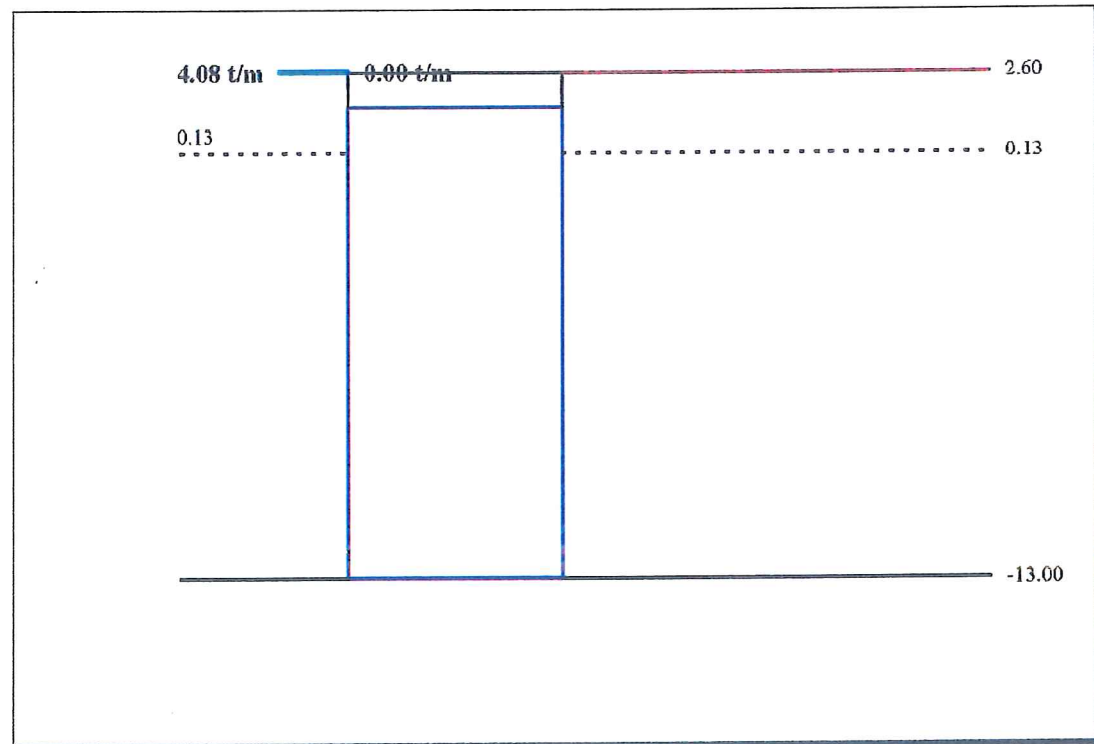
NIVEL ALTO

Componente horizontal (t): H= 4.08  
 Brazo sobre cimiento (m): Y= 15.60  
 Componente vertical (t): V= 0.00  
 Brazo a punto de vuelco (m): X= 0.00

0.5

**Calculo de la resultante:**

Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx (mT)
4.08	15.60	63.67	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL BOL.:</b>	<b>4.08</b>	<b>15.60</b>	<b>63.67</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>



**9. RESUMEN DE LAS ACCIONES**

NIVEL ALTO

**Sobrecargas de operación y almacenamiento preponderantes.**

**Condiciones de trabajo operativas. CT1**

**9.1 VUELCO**

MUELLE SIN OLEAJE						
NIVEL ALTO	C. Pond. Parcial	C. Ponder. Parcial	Com Hor H (T)	Mom Vol My (mT)	Com Ver V(T)	Mom Est Mx (mT)
1.- PESO PROPIO.	1.00	1.00			167.27	1,473.91
2.- BMP.TIERRAS + DESF. MAREA	1.00	1.00	28.34	156.24	14.23	179.33
3.- SOBRECARGA 3 (operación)	1.50	1.00	8.27	85.91	4.15	52.35
3'. - SOBRECARGA 3' (almacenamiento)	1.50	1.00	15.49	76.01	7.78	98.01
4.- SOBRECARGA 4 (operación sobre muro)	1.50	1.00	0.00	0.00	58.95	356.65
5.- TREN MOV. NO RESTRINGIDA	1.50	1.00	11.14	145.51	1.84	4.81
5'. - SOBREC. 1 tn/m <sup>2</sup> SOBRE MURO	1.50	1.00	0.00	0.00	19.65	118.88
6.- GRUAS O TRENES MOV. RESTRINGIDA	1.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.- TIRO DE BOLARDO	1.50	1.00	6.12	95.51	0.00	0.00

9.2 DESLIZAMIENTO

MUELLE SIN OLEAJE						
NIVEL ALTO	C. Pond. Parcial	C. Ponder. Parcial	Com Hor H (T)	Mom Vol My (mT)	Com Ver V(T)	Mom Est Mx (mT)
1.- PESO PROPIO.	1.00	1.00			167.27	1,473.91
2.- EMP.TIERRAS + DESF. MAREA	1.00	1.00	28.34	156.24	14.23	179.33
3.- SOBRECARGA 3 (operación)	1.30	1.00	7.17	74.45	3.60	45.37
3'.- SOBRECARGA 3' (almacenamiento)	1.30	1.00	13.42	65.88	6.74	84.94
4.- SOBRECARGA 4 (operación sobre muro)	1.30	1.00	0.00	0.00	51.09	309.09
5.- TREN MOV. NO RESTRINGIDA	1.30	1.00	9.65	126.11	1.60	4.17
5'.- SOBREC. 1 tn/m <sup>2</sup> SOBRE MURO	1.30	1.00	0.00	0.00	17.03	103.03
6.- GRUAS O TRENES MOV. RESTRINGIDA	1.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.- TIRO DE BOLARDO	1.30	1.00	5.31	82.78	0.00	0.00

9.3 PRESIONES

MUELLE SIN OLEAJE						
NIVEL ALTO	C. Pond. Parcial	C. Ponder. Parcial	Com Hor H (T)	Mom Vol My (mT)	Com Ver V(T)	Mom Est Mx (mT)
1.- PESO PROPIO.	1.00	1.00			167.27	1,473.91
2.- EMP.TIERRAS + DESF. MAREA	1.00	1.00	28.34	156.24	14.23	179.33
3.- SOBRECARGA 3 (operación)	1.00	1.00	5.52	57.27	2.77	34.90
3'.- SOBRECARGA 3' (almacenamiento)	1.00	1.00	10.33	50.67	5.19	65.34
4.- SOBRECARGA 4 (operación sobre muro)	1.00	1.00	0.00	0.00	39.30	237.77
5.- TREN MOV. NO RESTRINGIDA	1.00	1.00	7.43	97.01	1.23	3.21
5'.- SOBREC. 1 tn/m <sup>2</sup> SOBRE MURO	1.00	1.00	0.00	0.00	13.10	79.26
6.- GRUAS O TRENES MOV. RESTRINGIDA	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.- TIRO DE BOLARDO	1.00	1.00	4.08	63.67	0.00	0.00



**10. COMBINACION DE ACCIONES**

NIVEL ALTO

Sobrecargas de operación y almacenamiento preponderantes.

Condiciones de trabajo operativas. CT1

10.1 VUELCO

MUELLE SIN OLEAJE				
NIVEL ALTO	H (T)	V (T)	Mx (mT)	My (mT)
Hip A (1)+(2)	28.34	181.50	1,653.24	156.24
Hip B (1)+(2)+(3)+(3')	52.10	193.44	1,803.61	318.16
Hip C (1)+(2)+(3)+(3')+(7)	58.22	193.44	1,803.61	413.67
Hip D (1)+(2)+(3)+(3')+(4)	52.10	252.39	2,160.25	318.16
Hip E (1)+(2)+(3)+(3')+(4)+(7)	58.22	252.39	2,160.25	413.67
Hip F (1)+(2)+(3')+(5)	54.97	191.12	1,756.07	377.76
Hip G (1)+(2)+(3')+(5)+(7)	61.09	191.12	1,756.07	473.27
Hip H (1)+(2)+(3')+(5)+(5')	54.97	210.77	1,874.95	377.76
Hip I (1)+(2)+(3')+(5)+(5')+(7)	61.09	210.77	1,874.95	473.27
Hip J (1)+(2)+(3)+(3')+(6)	52.10	193.44	1,803.61	318.16
Hip K (1)+(2)+(3)+(3')+(6)+(7)	58.22	193.44	1,803.61	413.67
Hip L (1)+(2)+(3)+(3')+(4)+(6)	52.10	252.39	2,160.25	318.16
Hip M (1)+(2)+(3)+(3')+(4)+(6)+(7)	58.22	252.39	2,160.25	413.67

**10. COMBINACION DE ACCIONES**

NIVEL ALTO

Sobrecargas de operación y almacenamiento preponderantes.

Condiciones de trabajo operativas. CT1

10.2 DESLIZAMIENTO

MUELLE SIN OLEAJE				
NIVEL ALTO	H (T)	V (T)	Mx (mT)	My (mT)
Hip A (1)+(2)	28.34	181.50	1,653.24	156.24
Hip B (1)+(2)+(3)+(3')	48.93	191.84	1,783.56	296.57
Hip C (1)+(2)+(3)+(3')+(7)	54.24	191.84	1,783.56	379.34
Hip D (1)+(2)+(3)+(3')+(4)	48.93	242.93	2,092.65	296.57
Hip E (1)+(2)+(3)+(3')+(4)+(7)	54.24	242.93	2,092.65	379.34
Hip F (1)+(2)+(3')+(5)	51.42	189.84	1,742.36	348.22
Hip G (1)+(2)+(3')+(5)+(7)	56.72	189.84	1,742.36	431.00
Hip H (1)+(2)+(3')+(5)+(5')	51.42	206.87	1,845.39	348.22
Hip I (1)+(2)+(3')+(5)+(5')+(7)	56.72	206.87	1,845.39	431.00
Hip J (1)+(2)+(3)+(3')+(6)	48.93	191.84	1,783.56	296.57
Hip K (1)+(2)+(3)+(3')+(6)+(7)	54.24	191.84	1,783.56	379.34
Hip L (1)+(2)+(3)+(3')+(4)+(6)	48.93	242.93	2,092.65	296.57
Hip M (1)+(2)+(3)+(3')+(4)+(6)+(7)	54.24	242.93	2,092.65	379.34



**10. COMBINACION DE ACCIONES**

NIVEL ALTO

Sobrecargas de operación y almacenamiento preponderantes.  
 Condiciones de trabajo operativas. CT1  
 10.3 PRESIONES

MUELLE SIN OLEAJE				
NIVEL ALTO	H (T)	V (T)	Mx (mT)	My (mT)
Hip A (1)+(2)	28.34	181.50	1,653.24	156.24
Hip B (1)+(2)+(3)+(3')	44.18	189.46	1,753.49	264.18
Hip C (1)+(2)+(3)+(3')+(7)	48.26	189.46	1,753.49	327.86
Hip D (1)+(2)+(3)+(3')+(4)	44.18	228.76	1,991.25	264.18
Hip E (1)+(2)+(3)+(3')+(4)+(7)	48.26	228.76	1,991.25	327.86
Hip F (1)+(2)+(3')+(5)	46.09	187.92	1,721.79	303.92
Hip G (1)+(2)+(3')+(5)+(7)	50.17	187.92	1,721.79	367.59
Hip H (1)+(2)+(3')+(5)+(5')	46.09	201.02	1,801.05	303.92
Hip I (1)+(2)+(3')+(5)+(5')+(7)	50.17	201.02	1,801.05	367.59
Hip J (1)+(2)+(3)+(3')+(6)	44.18	189.46	1,753.49	264.18
Hip K (1)+(2)+(3)+(3')+(6)+(7)	48.26	189.46	1,753.49	327.86
Hip L (1)+(2)+(3)+(3')+(4)+(6)	44.18	228.76	1,991.25	264.18
Hip M (1)+(2)+(3)+(3')+(4)+(6)+(7)	48.26	228.76	1,991.25	327.86

**11. RESULTADOS DE ESTABILIDAD**

NIVEL ALTO

Sobrecargas de operación y almacenamiento preponderantes.  
 Condiciones de trabajo operativas. CT1  
 11.1 VUELCO

	MUELLE SIN OLEAJE		
	VUELCO		
	Fv	e	e <sub>r</sub>
Hip A	10.58	8.25	1.96
Hip B	5.67	7.68	1.83
Hip C	4.36	7.19	1.71
Hip D	6.79	7.30	1.74
Hip E	5.22	6.92	1.65
Hip F	4.65	7.21	1.72
Hip G	3.71	6.71	1.60
Hip H	4.96	7.10	1.69
Hip I	3.96	6.65	1.58
Hip J	5.67	7.68	1.83
Hip K	4.36	7.19	1.71
Hip L	6.79	7.30	1.74
Hip M	5.22	6.92	1.65
<b>PESIMOS</b>	<b>3.71</b>	<b>6.65</b>	<b>1.58</b>

- Fv : Coeficiente seguridad vuelco.
- e : Excentricidad al punto de vuelco.
- e<sub>r</sub> : Excentricidad relativa.
- α : Angulo inclinación resultante con la vertical.
- Fd : Coeficiente de seguridad al deslizamiento.
- σ<sub>1</sub> : Presión en el intrados del cimiento.
- σ<sub>2</sub> : Presión en el trasdós del cimiento.
- Fvp : Coeficiente de seguridad al vuelco plástico



**11.2 DESLIZAMIENTO**

	MUELLE SIN OLEAJE		
	DESLIZAMIENTO		
	tg $\alpha$	$\alpha$	Fd
Hip A	0.16	8.87	4.00
Hip B	0.26	14.31	2.45
Hip C	0.28	15.79	2.21
Hip D	0.20	11.39	3.10
Hip E	0.22	12.59	2.80
Hip F	0.27	15.15	2.31
Hip G	0.30	16.64	2.09
Hip H	0.25	13.96	2.51
Hip I	0.27	15.33	2.28
Hip J	0.26	14.31	2.45
Hip K	0.28	15.79	2.21
Hip L	0.20	11.39	3.10
Hip M	0.22	12.59	2.80
<b>PÉSIMOS</b>	<b>0.30</b>	<b>16.64</b>	<b>2.09</b>

- Fv : Coeficiente seguridad vuelco.
- e : Excentricidad al punto de vuelco.
- er : Excentricidad relativa.
- $\alpha$  : Angulo inclinación resultante con la vertical.
- Fd : Coeficiente de seguridad al deslizamiento.
- $\sigma_1$  : Presión en el intrados del cimiento.
- $\sigma_2$  : Presión en el trasdós del cimiento.
- Fvp : Coeficiente de seguridad al vuelco plástico

**11.3 PRESIONES**

	MUELLE SIN OLEAJE			
	c	e <sub>r</sub>	PRESIONES(T/M2)	
			$\sigma_1$	$\sigma_2$
Hip A	8.25	1.96	1.04	27.77
Hip B	7.86	1.87	3.86	26.21
Hip C	7.52	1.79	6.27	23.81
Hip D	7.55	1.80	7.35	28.96
Hip E	7.27	1.73	9.76	26.55
Hip F	7.55	1.80	6.07	23.76
Hip G	7.21	1.72	8.48	21.35
Hip H	7.45	1.77	7.23	24.67
Hip I	7.13	1.70	9.64	22.27
Hip J	7.86	1.87	3.86	26.21
Hip K	7.52	1.79	6.27	23.81
Hip L	7.55	1.80	7.35	28.96
Hip M	7.27	1.73	9.76	26.55
<b>PÉSIMOS</b>	<b>7.13</b>	<b>1.70</b>	<b>9.76</b>	<b>21.35</b>

- Fv : Coeficiente seguridad vuelco.
- e : Excentricidad al punto de vuelco.
- er : Excentricidad relativa.
- $\alpha$  : Angulo inclinación resultante con la vertical.
- Fd : Coeficiente de seguridad al deslizamiento.
- $\sigma_1$  : Presión en el intrados del cimiento.
- $\sigma_2$  : Presión en el trasdós del cimiento.
- Fvp : Coeficiente de seguridad al vuelco plástico

**1. PESO PROPIO**

**NIVEL ALTO**

**1.1 Datos del cajón:**

Longitud del cajón con orejetas L (m):	24.43
Anchura del fuste B (m):	12.60
Vuelo de las zapatas C (m):	0.00
Vuelo viga cantil/ espaldón (m):	0.50
Anchura de la base a nivel de cimiento	12.60
Coefficiente de rozamiento cajón -cimiento	0.625
Superficie juntas SJ (m2):	13.44
Superficie alig. exteriores SAE (m2):	0.00
Superficie alig. interiores SAI (m2):	0.00
Superficie alig. esquinas SAES (m2):	0.00
Superficie otros aligeramientos SOA (m2):	241.47
Altura del cajón H (m):	14.50
Cota coronación de la superestructura (m):	2.60
Cota coronación del cajón (m):	1.50
Cota coronación del espaldón, lado mar (m):	2.60
Espesor de la solera E (m):	0.65
Densidad del agua (T/m3):	1.030
Densidad seca hormigón cajón (T/m3):	2.50
Densidad seca hormigón superestructura (T/m3):	2.30
Densidad seca del relleno (T/m3):	1.80
Densidad saturada del relleno del cajón (T/m3):	2.10
Deducción peso cámaras antirreflejantes (T):	92.56
Brazo de deducción cámaras antirreflejantes X (m):	1.57
Peso superestructura sobre fuste del cajón SUP (T):	30.833
Brazo de la superestructura sobre fuste Xsup (m):	5.72
Cota de agua en trasdós del cajón (m):	0.13
Cota de agua en intradós del cajón (m):	0.13
Cota de fondeo del cajón (m):	-13.00
Espesor de la solera en juntas	0.00
aceleración horizontal (en m/sg2)	0.5410
aceleración vertical (en m/sg2)	0.2705

**1.2. Cálculos:**

Volumen solera del cajón (m3):	191.35
Superficie ext. fuste (m2):	294.38
Superficie de huecos (m2):	241.47
Sup.neta de hormigón (m2):	52.91
Volumen del fuste del cajón (m3):	<u>732.81</u>
<b>TOTAL VOLUMEN DE HORMIGON EN EL CAJON (m3) =</b>	<b>924.16</b>
Peso del cajón por metro lineal (T/ml):	398.80

**1.3 Resumen de pesos:**

	Peso max. V1(T)	Peso min. V2 (T)	Brazo X(m)	Mom. max Mx1(mT)	Mom. min Mx2(mT)
Peso del cajón p.m.l	409.80	387.81	6.30	2,581.73	2,443.17
Deducción cámaras antirrefl.	-95.11	-90.01	1.57	-149.01	-141.01
Superestructura	31.68	29.98	5.72	181.12	171.40
Tierras sobre zapata trasdós	0.00	0.00	12.60	0.00	0.00
Agua sobre zapata delantera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Desplazamiento del cajón	-170.40	-170.40	6.30	-1,073.53	-1,073.53
	<u>175.97</u>	<u>157.38</u>	<u>9.79</u>	<u>1,540.32</u>	<u>1,400.04</u>

**1.4 F. horizontales debidas a la ah de:**

	F. horiz. H(T)	Brazo X(m)	Mom. vol. My(mT)
masa cajón	21.99	7.25	159.45
masa deducc	-0.209	12.46	-2.60
masa superestructura	1.70	15.05	25.59
masa tierra sobre zapata trasdós	0.00	7.97	0.00
	<u>23.48</u>	<u>7.77</u>	<u>182.44</u>



**2. EFECTO SISMO SOBRE EMPUJES TIERRAS Y DESFASE DE MAREA**

NIVEL ALTO

Coefficiente de empuje activo seco	0.2299		
Coefficiente de empuje activo sumergido	0.2512		
Factor de mayoración pesos específicos	1.02757		
Factor de minoración pesos específicos	0.97243		
Densidad seca (T/m <sup>3</sup> ):	1.80	Densidad seca mayorada (T/m <sup>3</sup> ):	1.85
Densidad sumerg (T/m <sup>3</sup> ):	1.10	Densidad sumerg. mayorada (T/m <sup>3</sup> ):	1.13
Ang.roz.int. (G°):	40.00	Densidad seca minorada (T/m <sup>3</sup> ):	1.75
Ang.inc.emp.con horiz. (G°):	26.67	Densidad sumerg. minorada (T/m <sup>3</sup> ):	1.07
Cota sup. terreno (m):	2.60		
Cota agua trasdos (m):	0.13		
Cota agua intrados (m):	0.13		
Cota fondeo del cajón (m):	-13.00		
Dist. trasdos punto vuelco (m):	12.60		

**Calculo de empujes:**

Cota(m)	2.60	0.13	0.13	-13.00
Tierras max. (t/m <sup>2</sup> )	0.00	1.05	1.15	4.88
Agua	0.00	0.00		0.00
Tierras min. (t/m <sup>2</sup> )	0.00	0.99	1.09	4.61
Agua	0.00	0.00		0.00

**Resultante empuje tierras:**

	Result. R(T)	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx(mT)
Mínimas	1.23	1.10	13.95	15.31	0.55	12.60	6.94
	37.42	33.44	5.21	174.22	16.79	12.60	211.58
Máximas	1.30	1.16	13.95	16.18	0.58	12.60	7.34
	39.54	35.33	5.21	184.10	17.74	12.60	223.58

Resultante empuje agua:	0.00	#¡DIV/0!	0.00
Incremento empuje agua	5.71	5.25	30.00

<b>TOTAL EMP. MAX.:</b>	<b>46.55</b>	<b>4.95</b>	<b>230.28</b>	<b>18.33</b>	<b>12.60</b>	<b>230.92</b>
-------------------------	--------------	-------------	---------------	--------------	--------------	---------------

<b>TOTAL EMP. MIN.:</b>	<b>44.36</b>	<b>4.95</b>	<b>219.53</b>	<b>17.34</b>	<b>12.60</b>	<b>218.52</b>
-------------------------	--------------	-------------	---------------	--------------	--------------	---------------

0.056651 =TETA 1: (TERRENO SECO)  
0.092536 =TETA 2: (TERRENO SUMERGIDO)

**3. SOBRECARGAS EN EL TRASDOS DEL MURO.**

NIVEL ALTO

	Máximas	Mínimas
Sobrecarga uniforme área de operación (t/m <sup>2</sup> )	3.08	2.92
Anchura sobrec. desde trasdós (m):	4.40	4.40
Altura sobre la que empuja (m):	15.60	15.60
Coefficiente de empuje activo seco:	0.23	0.23
Coefficiente de empuje activo sumergido:	0.25	0.25
Ang.inc.emp.con horiz.(G.sex):	26.67	26.67
Angulo rotura (G.sex):	61.88	61.88
Empuje máx. sobrec.encima nivel agua (t/m <sup>2</sup> ):	0.71	0.67
Empuje máx. sobrec.bajo nivel agua (t/m <sup>2</sup> ):	0.77	0.73
Altura empuje máximo desde coronación (m):	8.24	8.24
Altura final del empuje desde coronación (m):	12.35	12.35
	2	2
Comp. estabilizadora sobrecarga (t):	0.00	0.00
Brazo comp.est.a punto vuelco (m):	0.00	0.00

**Calculo de la resultante:**

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My(mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx(mT)
Sobrec. área operación (máx):	6.98	10.30	71.89	3.50	12.60	44.16
Compon. Estabilizadora (máx):				0.00	0.00	0.00
Sobrec. área operación (mín):	6.60	10.30	68.03	3.32	12.60	41.79
Compon. Estabilizadora (mín):				0.00	0.00	0.00

<b>SOBRECARGA 3a (máx):</b>	<b>6.98</b>	<b>10.30</b>	<b>71.89</b>	<b>3.50</b>	<b>12.60</b>	<b>44.16</b>
-----------------------------	-------------	--------------	--------------	-------------	--------------	--------------

<b>SOBRECARGA 3a (mín):</b>	<b>6.60</b>	<b>10.30</b>	<b>68.03</b>	<b>3.32</b>	<b>12.60</b>	<b>41.79</b>
-----------------------------	-------------	--------------	--------------	-------------	--------------	--------------

	Máximas	Mínimas
Sobrecarga en área almacenamiento (tn/m <sup>2</sup> ):	6.17	5.83
Distancia al trasdos (m):	4.40	4.40
Angulo rotura(G.sex):	61.88	61.88
Empuje máx. sobrec. encima nivel agua (t/m <sup>2</sup> ):	1.42	1.34
Empuje máx. sobrec. bajo nivel agua (t/m <sup>2</sup> ):	1.55	1.47
Altura Inicio empuje desde coronación (m):	3.69	3.69
Altura Inicio emp. max. desde coronación (m):	8.24	8.24
	2	2
Compon. estabilizadora de la sobrecarga (tn):	0.00	0.00
Brazo comp. estabil. a pto. de vuelco (m):	0.00	0.00

**Calculo de la resultante:**

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom. Vol My (mT)	C. Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom. Est. Mx (mT)
sobrec. Almacenamiento (máx):	13.34	4.91	65.44	6.70	12.60	84.38
Compon. Estabilizadora (máx):				0.00	0.00	0.00
sobrec. Almacenamiento (mín):	12.62	4.91	61.93	6.34	12.60	79.86
Compon. Estabilizadora (mín):				0.00	0.00	0.00
<b>SOBRECARGA 3b (máx):</b>	<b>13.34</b>	<b>4.91</b>	<b>65.44</b>	<b>6.70</b>	<b>12.60</b>	<b>84.38</b>
<b>SOBRECARGA 3b (mín):</b>	<b>12.62</b>	<b>4.91</b>	<b>61.93</b>	<b>6.34</b>	<b>12.60</b>	<b>79.86</b>

**4. SOBRECARGA PESANDO SOBRE EL MURO**

**NIVEL ALTO**

	Máximos	Mínimos
Valor sobrecarga(t/m <sup>2</sup> )	3.08	2.92
Anchura sobre la que actúa(m)	13.10	13.10
Brazo a punto de vuelco(m)	6.05	6.05

**Calculo de la resultante:**

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom. Vol My(mT)	C. Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom. Est. Mx(mT)
Máximos	0.00	0.00	0.00	40.38	6.05	244.32
Mínimos	0.00	0.00	0.00	38.22	6.05	231.21
<b>SOBRECARGA 4 MAX:</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>40.38</b>	<b>6.05</b>	<b>244.32</b>
<b>SOBRECARGA 4 MIN:</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>38.22</b>	<b>6.05</b>	<b>231.21</b>



**5b. SOBRECARGA 1tn/m2 PESANDO SOBRE EL MURO**

NIVEL ALTO

	Máximos	Mínimos
Valor sobrecarga (t/m2)	1.03	0.97
Anchura sobre la que actúa(m)	13.10	13.10
Brazo a punto de vuelco(m)	6.05	6.05

**Calculo de la resultante:**

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom. Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx (mT)
Máximos	0.00	0.00	0.00	13.46	6.05	81.44
Mínimos	0.00	0.00	0.00	12.74	6.05	77.07
<b>SOBRECARGA 5b MÁX:</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>13.46</b>	<b>6.05</b>	<b>81.44</b>
<b>SOBRECARGA 5b MÍN:</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>12.74</b>	<b>6.05</b>	<b>77.07</b>

**6. GRUAS O EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA**

NIVEL ALTO

	nominal	máxima	mínima
Carga vertical pata delantera 1(t)	1.23	1.26	1.19
Brazo a punto de vuelco(m)	2.61	2.61	2.61
Carga vertical pata trasera (t)	9.82	10.09	9.55
Brazo a punto de vuelco(t)	12.61	12.61	12.61
Fuerza horizontal(t)	0.00	0.00	0.00
Brazo sobre cimiento(m)	15.60	15.60	15.60
Angulo incl. emp. con horiz. (G.sex.):	26.67	26.67	26.67
Angulo de rotura (G.sex.):	61.88	61.88	61.88

		máxima	mínima
<b>Sobrec. uniforme compatible (tn/m2):</b>	<b>1.00</b>	<b>1.03</b>	<b>0.97</b>
Ancho sobre el que actúa (m):	4.40	4.40	4.40
Distancia trasdós al inicio de la sobrec. (m):	0.00	0.00	0.00
Altura inicio empuje desde coronación (m):	0.00	0.00	0.00
Altura empuje máximo desde coronación (m):	0.00	0.00	0.00
Altura final empuje desde coronación (m):	8.24	8.24	8.24
	4	4	4
θ (auxiliar):	0.33	0.33	0.33
presión máx. (tn/m2):	0.36	0.37	0.35
Componente estabilizadora sobrecargas (tn):	0.00	0.00	0.00
Brazo de la comp. estab. al pto vuelco (m):	0.00	0.00	0.00

Calculo de la resultante

	Com.Hor. H(t)	Brazo y(m)	Mom. Vol My(mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx(mT)
<b>mínima</b>	5.25	9.36	49.18	1.19	2.61	3.12
min 1t/m2:	1.43	12.85	18.38	0.00	0.00	0.00
<b>máxima</b>	5.55	9.36	51.97	1.26	2.61	3.29
max 1t/m2:	1.51	12.85	19.43	0.00	0.00	0.00
<b>GRUA MAX.</b>	<b>7.06</b>	<b>10.11</b>	<b>71.40</b>	<b>1.26</b>	<b>2.61</b>	<b>3.29</b>
<b>GRUA MIN.</b>	<b>6.68</b>	<b>10.11</b>	<b>67.56</b>	<b>1.19</b>	<b>2.61</b>	<b>3.12</b>

**7. TIRO DE BOLARDO.**

NIVEL ALTO

Componente horizontal (t):	H=	4.08
Brazo sobre cimiento (m):	Y=	15.60
Componente vertical (t):	V=	0.00
Brazo a punto de vuelco (m):	X=	0.00

**Calculo de la resultante:**

Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx (mT)
4.08	15.60	63.67	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL BOL.:</b>	<b>4.08</b>	<b>63.67</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

**8. RESUMEN DE LAS ACCIONES**

NIVEL ALTO

**OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO PREDOMINANTES**

	MÁXIMOS				
	Coficien. Combinac.	Com Hor H (T)	Mom Vol My (mT)	Com Ver V(T)	Mom Est Mx (mT)
1.- PESO PROPIO	1.00	23.48	182.44	175.97	1,540.32
2.- EMP.TIERRAS + DEF.MAREA	1.00	46.55	230.28	18.33	230.92
3a.- SOBRECARGA 3 (operación)	0.80	5.58	57.51	2.80	35.32
3b.- SOBRECARGA 3 (almacenamiento)	0.80	10.67	52.35	5.36	67.51
4.- SOBRECARGA 4 (operación sobre muro)	0.80	0.00	0.00	32.31	195.46
5a.- TREN MOV. NO RESTRINGIDA	0.90	6.36	64.26	1.14	2.96
5b.- SOBREC. 1 tn/m <sup>2</sup> SOBRE MURO	0.90	0.00	0.00	12.12	73.30
6.- GRUAS O TRENES MOV. RESTRINGIDA	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
7.- TIRO DE BOLARDO	0.90	3.67	57.31	0.00	0.00

	MÍNIMOS				
	Coficien. Combinac.	Com Hor H (T)	Mom Vol My (mT)	Com Ver V(T)	Mom Est Mx (mT)
1'.- PESO PROPIO	1.00	23.48	182.44	157.38	1,400.04
2'.- EMP.TIERRAS + DEF.MAREA	1.00	44.36	219.53	17.34	218.52
3a'.- SOBRECARGA 3 (operación)	0.80	5.28	54.42	2.65	33.43
3b'.- SOBRECARGA 3 (almacenamiento)	0.80	10.10	49.54	5.07	63.88
4'.- SOBRECARGA 4 (operación sobre muro)	0.80	0.00	0.00	30.57	184.97
5a'.- TREN MOV. NO RESTRINGIDA	0.90	6.02	60.81	1.07	2.81
5b'.- SOBREC. 1 tn/m <sup>2</sup> SOBRE MURO	0.90	0.00	0.00	11.46	69.36
6'.- GRUAS O TRENES MOV. RESTRINGIDA	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00



9°. **COMBINACION DE ACCIONES**

NIVEL ALTO

OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO PREDOMINANTES

COMBINACIONES DE MÁXIMOS				
	H (T)	V (T)	Mx (mT)	My (mT)
Hip A (1)+(2)	70.03	194.30	1,771.23	412.71
Hip B (1)+(2)+(3a)+(3b)	86.28	202.46	1,874.07	522.58
Hip C (1)+(2)+(3a)+(3b)+(7)	89.96	202.46	1,874.07	579.88
Hip D (1)+(2)+(3a)+(3b)+(4)	86.28	234.77	2,069.52	522.58
Hip E (1)+(2)+(3a)+(3b)+(4)+(7)	89.96	234.77	2,069.52	579.88
Hip F (1)+(2)+(3b)+(5a)	87.06	200.79	1,841.71	529.32
Hip G (1)+(2)+(3b)+(5a)+(7)	90.73	200.79	1,841.71	586.63
Hip H (1)+(2)+(3b)+(5a)+(5b)	87.06	212.91	1,915.00	529.32
Hip I (1)+(2)+(3b)+(5a)+(5b)+(7)	90.73	212.91	1,915.00	586.63
Hip J (1)+(2)+(3a)+(3b)+(6)	86.28	202.46	1,874.07	522.58
Hip K (1)+(2)+(3a)+(3b)+(6)+(7)	89.96	202.46	1,874.07	579.88
Hip L (1)+(2)+(3a)+(3b)+(4)+(6)	86.28	234.77	2,069.52	522.58
Hip M (1)+(2)+(3a)+(3b)+(4)+(6)+(7)	89.96	234.77	2,069.52	579.88

COMBINACIONES MIXTAS				
	H (T)	V (T)	Mx (mT)	My (mT)
Hip A' (1')+(2)	70.03	175.71	1,630.95	412.71
Hip B' (1')+(2)+(3a)+(3b)	86.28	183.87	1,733.79	522.58
Hip C' (1')+(2)+(3a)+(3b)+(7)	89.96	183.87	1,733.79	579.88
Hip D' (1')+(2)+(3a)+(3b)+(4)	86.28	214.44	1,918.75	522.58
Hip E' (1')+(2)+(3a)+(3b)+(4)+(7)	89.96	214.44	1,918.75	579.88
Hip F' (1')+(2)+(3b)+(5a)	87.06	182.20	1,701.43	529.32
Hip G' (1')+(2)+(3b)+(5a)+(7)	90.73	182.20	1,701.43	586.63
Hip H' (1')+(2)+(3b)+(5a)+(5b)	87.06	193.67	1,770.79	529.32
Hip I' (1')+(2)+(3b)+(5a)+(5b)+(7)	90.73	193.67	1,770.79	586.63
Hip J' (1')+(2)+(3a)+(3b)+(6)	86.28	183.87	1,733.79	522.58
Hip K' (1')+(2)+(3a)+(3b)+(6)+(7)	89.96	183.87	1,733.79	579.88
Hip L' (1')+(2)+(3a)+(3b)+(4)+(6)	86.28	214.44	1,918.75	522.58
Hip M' (1')+(2)+(3a)+(3b)+(4)+(6)+(7)	89.96	214.44	1,918.75	579.88



**10. RESULTADOS DE ESTABILIDAD**

NIVEL ALTO

OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO PREDOMINANTES

	COMBINACIONES DE MÁXIMOS								
	VUELCO			DESPLAZAMIENTO		PRESIONES(T/M2)		V.PL.	
	Fv	e	e <sub>r</sub>	tgα	α	Fd	σ <sub>1</sub>	σ <sub>2</sub>	Fvp
Hip A	4.29	6.99	1.66	0.36	19.82	1.73	10.34	20.50	
Hip B	3.59	6.68	1.59	0.43	23.08	1.47	13.20	18.94	
Hip C	3.23	6.39	1.52	0.44	23.96	1.41	15.36	16.77	
Hip D	3.96	6.59	1.57	0.37	20.18	1.70	16.07	21.20	
Hip E	3.57	6.35	1.51	0.38	20.97	1.63	18.23	19.03	
Hip F	3.48	6.54	1.56	0.43	23.44	1.44	14.14	17.73	
Hip G	3.14	6.25	1.49	0.45	24.32	1.38	16.31	15.56	
Hip H	3.62	6.51	1.55	0.41	22.24	1.53	15.22	18.57	
Hip I	3.26	6.24	1.49	0.43	23.08	1.47	17.39	16.41	
Hip J	3.59	6.68	1.59	0.43	23.08	1.47	13.20	18.94	
Hip K	3.23	6.39	1.52	0.44	23.96	1.41	15.36	16.77	
Hip L	3.96	6.59	1.57	0.37	20.18	1.70	16.07	21.20	
Hip M	3.57	6.35	1.51	0.38	20.97	1.63	18.23	19.03	

<b>PÉSIMOS</b>	<b>3.14</b>	<b>6.24</b>	<b>1.49</b>	<b>0.45</b>	<b>24.32</b>	<b>1.38</b>	<b>18.23</b>	<b>15.56</b>	
----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	--------------	--

- Fv : Coeficiente seguridad vuelco.
- e : Excentricidad al punto de vuelco.
- e<sub>r</sub> : Excentricidad relativa.
- α : Angulo inclinación resultante con la vertical
- Fd : Coeficiente de seguridad al deslizamiento
- σ<sub>1</sub> : Presión en el intrados del cimiento
- σ<sub>2</sub> : Presión en el trasdós del cimiento.
- Fvp : Coeficiente de seguridad al vuelco plástico

	COMBINACIONES MIXTAS								
	VUELCO			DESPLAZAMIENTO		PRESIONES(T/M2)		V.PL.	
	Fv	e	e <sub>r</sub>	tgα	α	Fd	σ <sub>1</sub>	σ <sub>2</sub>	Fvp
Hip A'	3.95	6.93	1.65	0.40	21.73	1.57	9.74	18.15	
Hip B'	3.32	6.59	1.57	0.47	25.14	1.33	12.60	16.59	
Hip C'	2.99	6.28	1.49	0.49	26.07	1.28	14.76	14.42	
Hip D'	3.67	6.51	1.55	0.40	21.92	1.55	15.31	18.73	
Hip E'	3.31	6.24	1.49	0.42	22.76	1.49	17.48	16.56	
Hip F'	3.21	6.43	1.53	0.48	25.54	1.31	13.54	15.38	
Hip G'	2.90	6.12	1.46	0.50	26.47	1.26	15.71	13.21	
Hip H'	3.35	6.41	1.53	0.45	24.20	1.39	14.56	16.18	
Hip I'	3.02	6.11	1.46	0.47	25.10	1.33	16.73	14.01	
Hip J'	3.32	6.59	1.57	0.47	25.14	1.33	12.60	16.59	
Hip K'	2.99	6.28	1.49	0.49	26.07	1.28	14.76	14.42	
Hip L'	3.67	6.51	1.55	0.40	21.92	1.55	15.31	18.73	
Hip M'	3.31	6.24	1.49	0.42	22.76	1.49	17.48	16.56	
<b>PÉSIMOS</b>	<b>2.90</b>	<b>6.11</b>	<b>1.46</b>	<b>0.50</b>	<b>26.47</b>	<b>1.26</b>	<b>17.48</b>	<b>13.21</b>	

- Fv : Coeficiente seguridad vuelco.
- e : Excentricidad al punto de vuelco.
- e<sub>r</sub> : Excentricidad relativa.
- α : Angulo inclinación resultante con la vertical
- Fd : Coeficiente de seguridad al deslizamiento
- σ<sub>1</sub> : Presión en el intrados del cimiento
- σ<sub>2</sub> : Presión en el trasdós del cimiento.
- Fvp : Coeficiente de seguridad al vuelco plástico



## APÉNDICE 2. DUQUE DE ALBA

**1. PESO PROPIO**

**NIVEL ALTO**

**1.1 Datos del cajón:**

Longitud del cajón con orejetas L (m):	34.13
Anchura del fuste B (m):	9.68
Vuelo de las zapatas C (m):	1.31
Vuelo viga cantil/ espaldón (m):	0.50
Anchura de la base a nivel de cimiento	12.30
Coefficiente de rozamiento cajón -cimiento	0.577
Superficie juntas SJ (m <sup>2</sup> ):	8.98
Superficie alig. exteriores SAE (m <sup>2</sup> ):	0.00
Superficie alig. interiores SAI (m <sup>2</sup> ):	0.00
Superficie alig. esquinas SAES (m <sup>2</sup> ):	0.00
Superficie otros aligeramientos SOA (m <sup>2</sup> ):	238.33
Altura del cajón H (m):	13.50
Cota coronación de la superestructura (m):	2.60
Cota coronación del cajón (m):	0.50
Cota coronación del espaldón, lado mar (m):	2.60
Espesor de la solera E (m):	0.45
Densidad del agua (T/m <sup>3</sup> ):	1.030
Densidad seca hormigón cajón (T/m <sup>3</sup> ):	2.50
Densidad seca hormigón superestructura (T/m <sup>3</sup> ):	2.30
Densidad seca del relleno (T/m <sup>3</sup> ):	1.80
Densidad saturada del relleno del cajón (T/m <sup>3</sup> ):	2.10
Deducción peso cámaras antirreflejantes (T):	0.00
Brazo de deducción cámaras antirreflejantes X (m):	0.00
Peso superestructura sobre fuste del cajón SUP (T):	29.329
Brazo de la superestructura sobre fuste Xsup (m):	3.10
Cota de agua en trasdós del cajón (m):	0.13
Cota de agua en intradós del cajón (m):	0.13
Cota de fondeo del cajón (m):	-13.00
Espesor de la solera en juntas	0.00
aceleración horizontal (en m/sg <sup>2</sup> )	0.5410
aceleración vertical (en m/sg <sup>2</sup> )	0.2705

**1.2. Cálculos:**

Volumen solera del cajón (m <sup>3</sup> ):	184.87
Superficie ext. fuste (m <sup>2</sup> ):	321.23
Superficie de huecos (m <sup>2</sup> ):	238.33
Sup.neta de hormigón (m <sup>2</sup> ):	82.90
Volumen del fuste del cajón (m <sup>3</sup> ):	1,081.88
<b>TOTAL VOLUMEN DE HORMIGON EN EL CAJON (m<sup>3</sup>) =</b>	<b>1,266.75</b>
Peso del cajón por metro lineal (T/ml):	291.61

**1.3 Resumen de pesos:**

	Peso max. V1(T)	Peso min. V2 (T)	Brazo X(m)	Mom. max Mx1(mT)	Mom. min Mx2(mT)
Peso del cajón p.m.l	299.65	283.57	6.15	1,842.87	1,743.97
Deducción cámaras antirrefl.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Superestructura	30.14	28.52	3.10	93.33	88.32
Tierras sobre zapata trasdós	42.42	40.15	11.64	493.95	467.44
Agua sobre zapata delantera	17.14	17.14	0.66	11.25	11.25
Desplazamiento del cajón	-166.34	-166.34	6.15	-1,023.02	-1,023.02
	<b>223.01</b>	<b>203.04</b>	<b>6.99</b>	<b>1,418.39</b>	<b>1,287.96</b>

**1.4 F. horizontales debidas a la ah de:**

	F. horiz. H(T)	Brazo X(m)	Mom. vol. My(mT)
masa cajón	16.08	6.69	107.61
masa deducc	0.000	12.46	0.00
masa superestructura	1.62	14.55	23.53
masa tierra sobre zapata trasdós	2.25	7.87	17.71
	<b>19.95</b>	<b>7.46</b>	<b>148.86</b>



**2. EFECTO SISMO SOBRE EMPUJES TIERRAS Y DESFASE DE MAREA**

**NIVEL ALTO**

Coefficiente de empuje activo seco	0.2777		
Coefficiente de empuje activo sumergido	0.3012		
Factor de mayoración pesos específicos	1.02757		
Factor de minoración pesos específicos	0.97243		
Densidad seca (T/m <sup>3</sup> ):	1.80	Densidad seca mayorada (T/m <sup>3</sup> ):	1.85
Densidad sumerg (T/m <sup>3</sup> ):	1.10	Densidad sumerg. mayorada (T/m <sup>3</sup> ):	1.13
Ang.roz.int. (G°):	35.00	Densidad seca minorada (T/m <sup>3</sup> ):	1.75
Ang.inc.emp.con horiz. (G°):	23.33	Densidad sumerg. minorada (T/m <sup>3</sup> ):	1.07
Cota sup. terreno (m):	2.60		
Cota agua trasdos (m):	0.13		
Cota agua intrados (m):	0.13		
Cota fondeo del cajón (m):	-13.00		
Dist. trasdos punto vuelco (m):	10.99		

**Calculo de empujes:**

Cota(m)	2.60	0.13	0.13	-13.00
---------	------	------	------	--------

Tierras max. (t/m <sup>2</sup> )	0.00	1.27	1.38	5.85
Agua	0.00	0.00		0.00
Tierras min. (t/m <sup>2</sup> )	0.00	1.20	1.30	5.53
Agua	0.00	0.00		0.00

**Resultante empuje tierras:**

	Result. R(T)	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx(mT)
Mínimas	1.48	1.36	13.95	19.00	0.59	10.99	6.45
	44.87	41.20	5.21	214.66	17.77	10.99	195.26
Máximas	1.57	1.44	13.95	20.07	0.62	10.99	6.82
	47.41	43.53	5.21	226.84	18.78	10.99	206.33

Resultante empuje agua:	0.00	#iDIV/0!	0.00
Incremento empuje agua	5.71	5.25	30.00

<b>TOTAL EMP. MAX.:</b>	<b>54.69</b>	<b>5.06</b>	<b>276.91</b>	<b>19.40</b>	<b>10.99</b>	<b>213.15</b>
-------------------------	--------------	-------------	---------------	--------------	--------------	---------------

<b>TOTAL EMP. MIN.:</b>	<b>52.06</b>	<b>5.06</b>	<b>263.66</b>	<b>18.36</b>	<b>10.99</b>	<b>201.71</b>
-------------------------	--------------	-------------	---------------	--------------	--------------	---------------

0.056651 =TETA 1: (TERRENO SECO)  
0.092536 =TETA 2: (TERRENO SUMERGIDO)

**3. SOBRECARGAS EN EL TRASDOS DEL MURO.**

**NIVEL ALTO**

	Máximas	Mínimas
Sobrecarga uniforme área de operación (t/m <sup>2</sup> )	3.08	2.92
Anchura sobrec. desde trasdós (m):	8.64	8.64
Altura sobre la que empuja (m):	15.60	15.60
Coefficiente de empuje activo seco:	0.28	0.28
Coefficiente de empuje activo sumergido:	0.30	0.30
Ang.inc.emp.con horiz.(G.sex):	23.33	23.33
Angulo rotura (G.sex):	58.94	58.94
Empuje máx. sobrec.encima nivel agua (t/m <sup>2</sup> ):	0.86	0.81
Empuje máx. sobrec.bajo nivel agua (t/m <sup>2</sup> ):	0.93	0.88
Altura empuje máximo desde coronación (m):	14.34	14.34
Altura final del empuje desde coronación (m):	21.51	21.51
	3	3
Comp. estabilizadora sobrecarga (t):	0.00	0.00
Brazo comp.est.a punto vuelco (m):	0.00	0.00

**Calculo de la resultante:**

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My(mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx(mT)
Sobrec. área operación (máx):	13.04	7.77	101.34	5.63	10.99	61.81
Compon. Estabilizadora (máx):				0.00	0.00	0.00
Sobrec. área operación (mín):	12.34	7.77	95.90	5.32	10.99	58.49
Compon. Estabilizadora (mín):				0.00	0.00	0.00

<b>SOBRECARGA 3a (máx):</b>	<b>13.04</b>	<b>7.77</b>	<b>101.34</b>	<b>5.63</b>	<b>10.99</b>	<b>61.81</b>
-----------------------------	--------------	-------------	---------------	-------------	--------------	--------------

<b>SOBRECARGA 3a (mín):</b>	<b>12.34</b>	<b>7.77</b>	<b>95.90</b>	<b>5.32</b>	<b>10.99</b>	<b>58.49</b>
-----------------------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	--------------

	Máximas	Mínimas
Sobrecarga en área almacenamiento (tn/m <sup>2</sup> ):	6.17	5.83
Distancia al trasdos (m):	8.64	8.64
Angulo rotura(G.sex):	58.94	58.94
Empuje máx. sobrec.encima nivel agua (t/m <sup>2</sup> ):	1.71	1.62
Empuje máx. sobrec.bajo nivel agua (t/m <sup>2</sup> ):	1.86	1.76
Altura Inicio empuje desde coronación (m):	6.05	6.05
Altura Inicio emp. max. desde coronación (m):	14.34	14.34
	2	2
Compon. estabilizadora de la sobrecarga (tn):	0.00	0.00
Brazo comp. estabil. a pto. de vuelco (m):	0.00	0.00

**Calculo de la resultante:**

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx (mT)
sobrec. Almacenamiento (máx):	9.22	3.23	29.79	3.98	10.99	43.68
Compon. Estabilizadora (máx):				0.00	0.00	0.00
sobrec. Almacenamiento (mín):	8.72	3.23	28.19	3.76	10.99	41.33
Compon. Estabilizadora (mín):				0.00	0.00	0.00
<b>SOBRECARGA 3b (máx):</b>	<b>9.22</b>	<b>3.23</b>	<b>29.79</b>	<b>3.98</b>	<b>10.99</b>	<b>43.68</b>
<b>SOBRECARGA 3b (mín):</b>	<b>8.72</b>	<b>3.23</b>	<b>28.19</b>	<b>3.76</b>	<b>10.99</b>	<b>41.33</b>

**4. SOBRECARGA PESANDO SOBRE EL MURO**

**NIVEL ALTO**

	Máximos	Mínimos
Valor sobrecarga(t/m <sup>2</sup> )	3.08	2.92
Anchura sobre la que actua(m)	10.18	10.18
Brazo a punto de vuelco(m)	5.90	5.90

**Calculo de la resultante:**

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My(mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx(mT)
Máximos	0.00	0.00	0.00	31.37	5.90	185.06
Mínimos	0.00	0.00	0.00	29.68	5.90	175.13
<b>SOBRECARGA 4 MÁX:</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>31.37</b>	<b>5.90</b>	<b>185.06</b>
<b>SOBRECARGA 4 MÍN:</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>29.68</b>	<b>5.90</b>	<b>175.13</b>



**5b. SOBRECARGA 1tn/m2 PESANDO SOBRE EL MURO**

NIVEL ALTO

	Máximos	Mínimos
Valor sobrecarga (t/m2)	1.03	0.97
Anchura sobre la que actúa(m)	10.18	10.18
Brazo a punto de vuelco(m)	5.90	5.90

**Calculo de la resultante:**

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom. Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx (mT)
Máximos	0.00	0.00	0.00	10.46	5.90	61.69
Mínimos	0.00	0.00	0.00	9.89	5.90	58.38
<b>SOBRECARGA 5b MÁX:</b>	0.00	0.00	0.00	10.46	5.90	61.69
<b>SOBRECARGA 5b MÍN:</b>	0.00	0.00	0.00	9.89	5.90	58.38

1531

**6. GRUAS O EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA**

NIVEL ALTO

	nominal	máxima	mínima
Carga vertical pata delantera l(t)	0.88	0.90	0.85
Brazo a punto de vuelco(m)	2.61	2.61	2.61
Carga vertical pata trasera (t)	7.03	7.23	6.84
Brazo a punto de vuelco(t)	12.61	12.61	12.61
Fuerza horizontal(t)	0.00	0.00	0.00
Brazo sobre cimiento(m)	15.60	15.60	15.60
Angulo incl. emp. con horiz. (G.sex.):	23.33	23.33	23.33
Angulo de rotura (G.sex.):	58.94	58.94	58.94

		máxima	mínima
<b>Sobrec. uniforme compatible (tn/m2):</b>	1.00	1.03	0.97
Ancho sobre el que actúa (m):	8.64	8.64	8.64
Distancia trasdós al inicio de la sobrec. (m):	0.00	0.00	0.00
Altura inicio empuje desde coronación (m):	0.00	0.00	0.00
Altura empuje máximo desde coronación (m):	0.00	0.00	0.00
Altura final empuje desde coronación (m):	14.34	14.34	14.34
	4	4	4
θ (auxiliar):	0.37	0.37	0.37
presión máx. (tn/m2):	0.45	0.46	0.44
Componente estabilizadora sobrecargas (tn):	0.00	0.00	0.00
Brazo de la comp. estab. al pto vuelco (m):	0.00	0.00	0.00

Calculo de la resultante

	Com.Hor. H(t)	Brazo y(m)	Mom. Vol My(mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx(mT)
<b>mínima</b>	3.76	9.36	35.20	0.85	2.61	2.23
min 1t/m2:	3.13	10.82	33.86	0.00	0.00	0.00
<b>máxima</b>	3.97	9.36	37.20	0.90	2.61	2.36
max 1t/m2:	3.31	10.82	35.78	0.00	0.00	0.00
<b>GRUA MAX.</b>	7.28	10.02	72.98	0.90	2.61	2.36
<b>GRUA MÍN.</b>	6.89	10.02	69.07	0.85	2.61	2.23

**7. TIRO DE BOLARDO.**

**NIVEL ALTO**

Componente horizontal (t):	H=	4.08
Brazo sobre cimiento (m):	Y=	15.60
Componente vertical (t):	V=	0.00
Brazo a punto de vuelco (m):	X=	0.00

**Calculo de la resultante:**

	Com.Hor. H(T)	Brazo y(m)	Mom.Vol My (mT)	C.Ver. V(T)	Brazo x(m)	Mom.Est. Mx (mT)
	4.08	15.60	63.67	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL BOL.:</b>	<b>4.08</b>	<b>15.60</b>	<b>63.67</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

**8. RESUMEN DE LAS ACCIONES**

**NIVEL ALTO**

**OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO PREDOMINANTES**

<b>MÁXIMOS</b>					
	Coficien. Combinac.	Com Hor H (T)	Mom Vol My (mT)	Com Ver V(T)	Mom Est Mx (mT)
1.- PESO PROPIO	1.00	19.95	148.86	223.01	1,418.39
2.- EMP.TIERRAS + DEF.MAREA	1.00	54.69	276.91	19.40	213.15
3a.- SOBRECARGA 3 (operación)	0.80	10.43	81.07	4.50	49.45
3b.- SOBRECARGA 3 (almacenamiento)	0.80	7.37	23.83	3.18	34.94
4.- SOBRECARGA 4 (operación sobre muro)	0.80	0.00	0.00	25.09	148.05
5a.- TREN MOV. NO RESTRINGIDA	0.90	6.55	65.68	0.81	2.12
5b.- SOBREC. 1 tn/m <sup>2</sup> SOBRE MURO	0.90	0.00	0.00	9.41	55.52
6.- GRUAS O TRENES MOV. RESTRINGIDA	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
7.- TIRO DE BOLARDO	0.90	3.67	57.31	0.00	0.00

<b>MÍNIMOS</b>					
	Coficien. Combinac.	Com Hor H (T)	Mom Vol My (mT)	Com Ver V(T)	Mom Est Mx (mT)
1'.- PESO PROPIO	1.00	19.95	148.86	203.04	1,287.96
2'.- EMP.TIERRAS + DEF.MAREA	1.00	52.06	263.66	18.36	201.71
3a'.- SOBRECARGA 3 (operación)	0.80	9.87	76.72	4.26	46.79
3b'.- SOBRECARGA 3 (almacenamiento)	0.80	6.98	22.55	3.01	33.07
4'.- SOBRECARGA 4 (operación sobre muro)	0.80	0.00	0.00	23.75	140.11
5a'.- TREN MOV. NO RESTRINGIDA	0.90	6.20	62.16	0.77	2.01
5b'.- SOBREC. 1 tn/m <sup>2</sup> SOBRE MURO	0.90	0.00	0.00	8.90	52.54
6'.- GRUAS O TRENES MOV. RESTRINGIDA	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00



TÍTULO: Proyecto prolongación del Muelle 13  
Nº REFER: 210103



9'. COMBINACION DE ACCIONES

NIVEL ALTO

OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO PREDOMINANTES

COMBINACIONES DE MÁXIMOS				
	H (T)	V (T)	Mx (mT)	My (mT)
Hip A (1)+(2)	74.64	242.41	1,631.54	425.77
Hip B (1)+(2)+(3a)+(3b)	92.44	250.09	1,715.92	530.67
Hip C (1)+(2)+(3a)+(3b)+(7)	96.12	250.09	1,715.92	587.97
Hip D (1)+(2)+(3a)+(3b)+(4)	92.44	275.18	1,863.97	530.67
Hip E (1)+(2)+(3a)+(3b)+(4)+(7)	96.12	275.18	1,863.97	587.97
Hip F (1)+(2)+(3b)+(5a)	88.56	246.40	1,668.60	515.28
Hip G (1)+(2)+(3b)+(5a)+(7)	92.24	246.40	1,668.60	572.59
Hip H (1)+(2)+(3b)+(5a)+(5b)	88.56	255.81	1,724.12	515.28
Hip I (1)+(2)+(3b)+(5a)+(5b)+(7)	92.24	255.81	1,724.12	572.59
Hip J (1)+(2)+(3a)+(3b)+(6)	92.44	250.09	1,715.92	530.67
Hip K (1)+(2)+(3a)+(3b)+(6)+(7)	96.12	250.09	1,715.92	587.97
Hip L (1)+(2)+(3a)+(3b)+(4)+(6)	92.44	275.18	1,863.97	530.67
Hip M (1)+(2)+(3a)+(3b)+(4)+(6)+(7)	96.12	275.18	1,863.97	587.97

TÍTULO: Proyecto prolongación del Muelle 13  
Nº REFER: 210103



COMBINACIONES MIXTAS				
	H (T)	V (T)	Mx (mT)	My (mT)
Hip A' (1)+(2)	74.64	222.44	1,501.11	425.77
Hip B' (1)+(2)+(3a)+(3b)	92.44	230.12	1,585.50	530.67
Hip C' (1)+(2)+(3a)+(3b)+(7)	96.12	230.12	1,585.50	587.97
Hip D' (1)+(2)+(3a)+(3b)+(4)	92.44	253.86	1,725.61	530.67
Hip E' (1)+(2)+(3a)+(3b)+(4)+(7)	96.12	253.86	1,725.61	587.97
Hip F' (1)+(2)+(3b)+(5a)	88.56	226.43	1,538.18	515.28
Hip G' (1)+(2)+(3b)+(5a)+(7)	92.24	226.43	1,538.18	572.59
Hip H' (1)+(2)+(3b)+(5a)+(5b)	88.56	235.33	1,590.72	515.28
Hip I' (1)+(2)+(3b)+(5a)+(5b)+(7)	92.24	235.33	1,590.72	572.59
Hip J' (1)+(2)+(3a)+(3b)+(6)	92.44	230.12	1,585.50	530.67
Hip K' (1)+(2)+(3a)+(3b)+(6)+(7)	96.12	230.12	1,585.50	587.97
Hip L' (1)+(2)+(3a)+(3b)+(4)+(6)	92.44	253.86	1,725.61	530.67
Hip M' (1)+(2)+(3a)+(3b)+(4)+(6)+(7)	96.12	253.86	1,725.61	587.97



**10. RESULTADOS DE ESTABILIDAD**

**NIVEL ALTO**

**OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO PREDOMINANTES**

	COMBINACIONES DE MÁXIMOS								
	VUELCO		DESPLAZAMIENTO		PRESIONES(T/M2)		V.PL.		
	Fv	e	e <sub>r</sub>	tgα	α	Fd	σ1	σ2	Fvp
Hip A	3.83	4.97	1.21	0.31	17.11	1.87	31.01	8.40	
Hip B	3.23	4.74	1.16	0.37	20.29	1.56	34.32	6.34	
Hip C	2.92	4.51	1.10	0.38	21.02	1.50	36.60	4.07	
Hip D	3.51	4.85	1.18	0.34	18.57	1.72	36.61	8.13	
Hip E	3.17	4.64	1.13	0.35	19.25	1.65	38.89	5.86	
Hip F	3.24	4.68	1.14	0.36	19.77	1.61	34.39	5.67	
Hip G	2.91	4.45	1.08	0.37	20.52	1.54	36.66	3.40	
Hip H	3.35	4.73	1.15	0.35	19.10	1.67	35.25	6.35	
Hip I	3.01	4.50	1.10	0.36	19.83	1.60	37.52	4.07	
Hip J	3.23	4.74	1.16	0.37	20.29	1.56	34.32	6.34	
Hip K	2.92	4.51	1.10	0.38	21.02	1.50	36.60	4.07	
Hip L	3.51	4.85	1.18	0.34	18.57	1.72	36.61	8.13	
Hip M	3.17	4.64	1.13	0.35	19.25	1.65	38.89	5.86	

<b>PÉSIMOS</b>	<b>2.91</b>	<b>4.45</b>	<b>1.08</b>	<b>0.38</b>	<b>21.02</b>	<b>1.50</b>	<b>38.89</b>	<b>3.40</b>	
----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--

- Fv : Coeficiente seguridad vuelco.
- e : Excentricidad al punto de vuelco.
- e<sub>r</sub> : Excentricidad relativa.
- α : Angulo inclinación resultante con la vertical
- Fd : Coeficiente de seguridad al deslizamiento
- σ1 : Presión en el intrados del cimiento
- σ2 : Presión en el trasdós del cimiento.
- Fvp : Coeficiente de seguridad al vuelco plástico

	COMBINACIONES MIXTAS								
	VUELCO		DESPLAZAMIENTO		PRESIONES(T/M2)		V.PL.		
	Fv	e	e <sub>r</sub>	tgα	α	Fd	σ1	σ2	Fvp
Hip A'	3.53	4.83	1.18	0.34	18.55	1.72	29.69	6.48	
Hip B'	2.99	4.58	1.12	0.40	21.89	1.44	33.00	4.42	
Hip C'	2.70	4.33	1.06	0.42	22.67	1.38	35.27	2.14	
Hip D'	3.25	4.71	1.15	0.36	20.01	1.58	35.17	6.11	
Hip E'	2.93	4.48	1.09	0.38	20.74	1.52	37.44	3.84	
Hip F'	2.99	4.52	1.10	0.39	21.36	1.48	33.07	3.75	
Hip G'	2.69	4.26	1.04	0.41	22.16	1.42	35.34	1.48	
Hip H'	3.09	4.57	1.11	0.38	20.62	1.53	33.88	4.39	
Hip I'	2.78	4.33	1.06	0.39	21.40	1.47	36.15	2.11	
Hip J'	2.99	4.58	1.12	0.40	21.89	1.44	33.00	4.42	
Hip K'	2.70	4.33	1.06	0.42	22.67	1.38	35.27	2.14	
Hip L'	3.25	4.71	1.15	0.36	20.01	1.58	35.17	6.11	
Hip M'	2.93	4.48	1.09	0.38	20.74	1.52	37.44	3.84	
<b>PÉSIMOS</b>	<b>2.69</b>	<b>4.26</b>	<b>1.04</b>	<b>0.42</b>	<b>22.67</b>	<b>1.38</b>	<b>37.44</b>	<b>1.48</b>	

- Fv : Coeficiente seguridad vuelco.
- e : Excentricidad al punto de vuelco.
- e<sub>r</sub> : Excentricidad relativa.
- α : Angulo inclinación resultante con la vertical
- Fd : Coeficiente de seguridad al deslizamiento
- σ1 : Presión en el intrados del cimiento
- σ2 : Presión en el trasdós del cimiento.
- Fvp : Coeficiente de seguridad al vuelco plástico

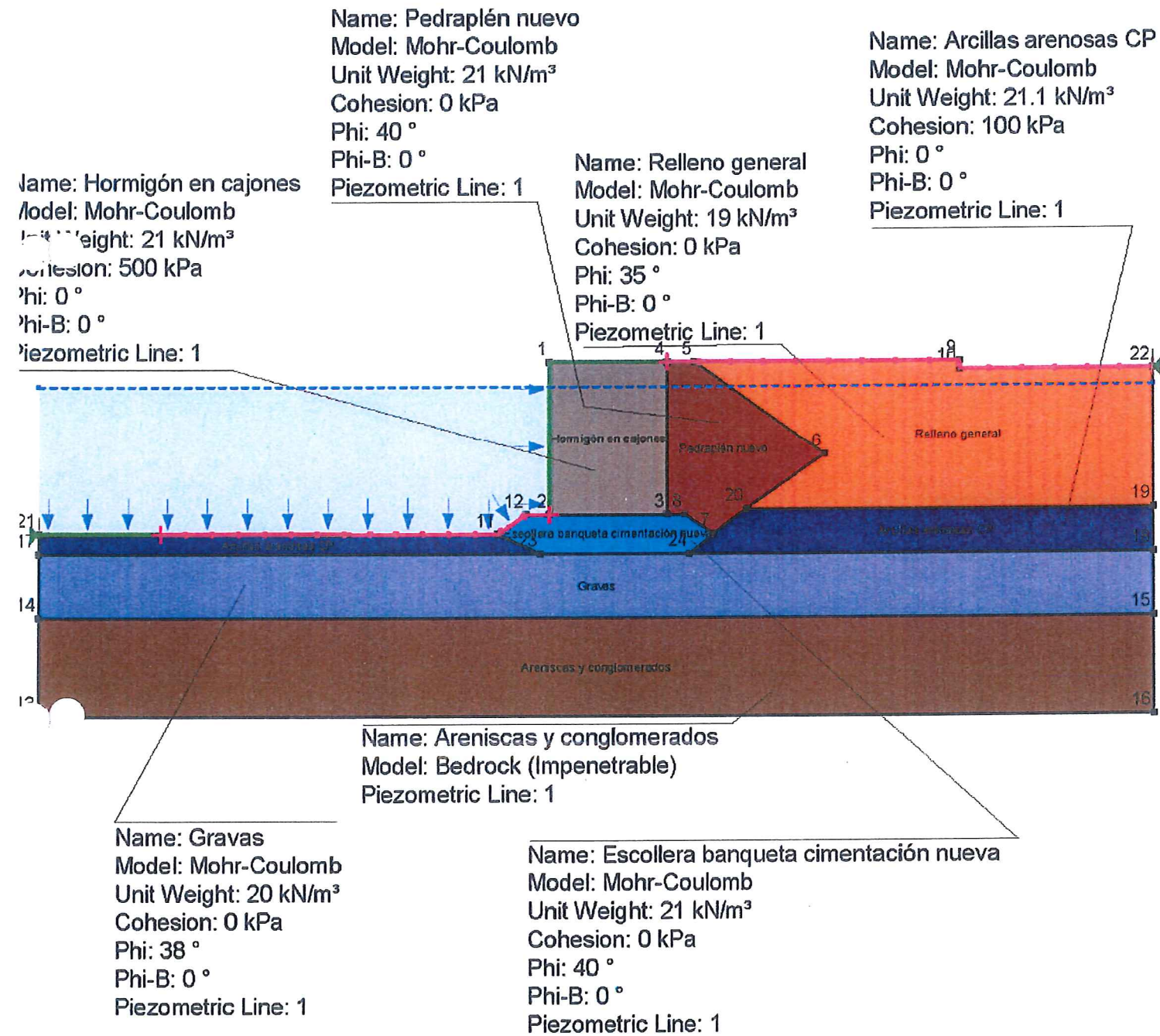


### APÉNDICE 3 MODELOS PARA LAS FIGURAS DE ESTABILIDAD

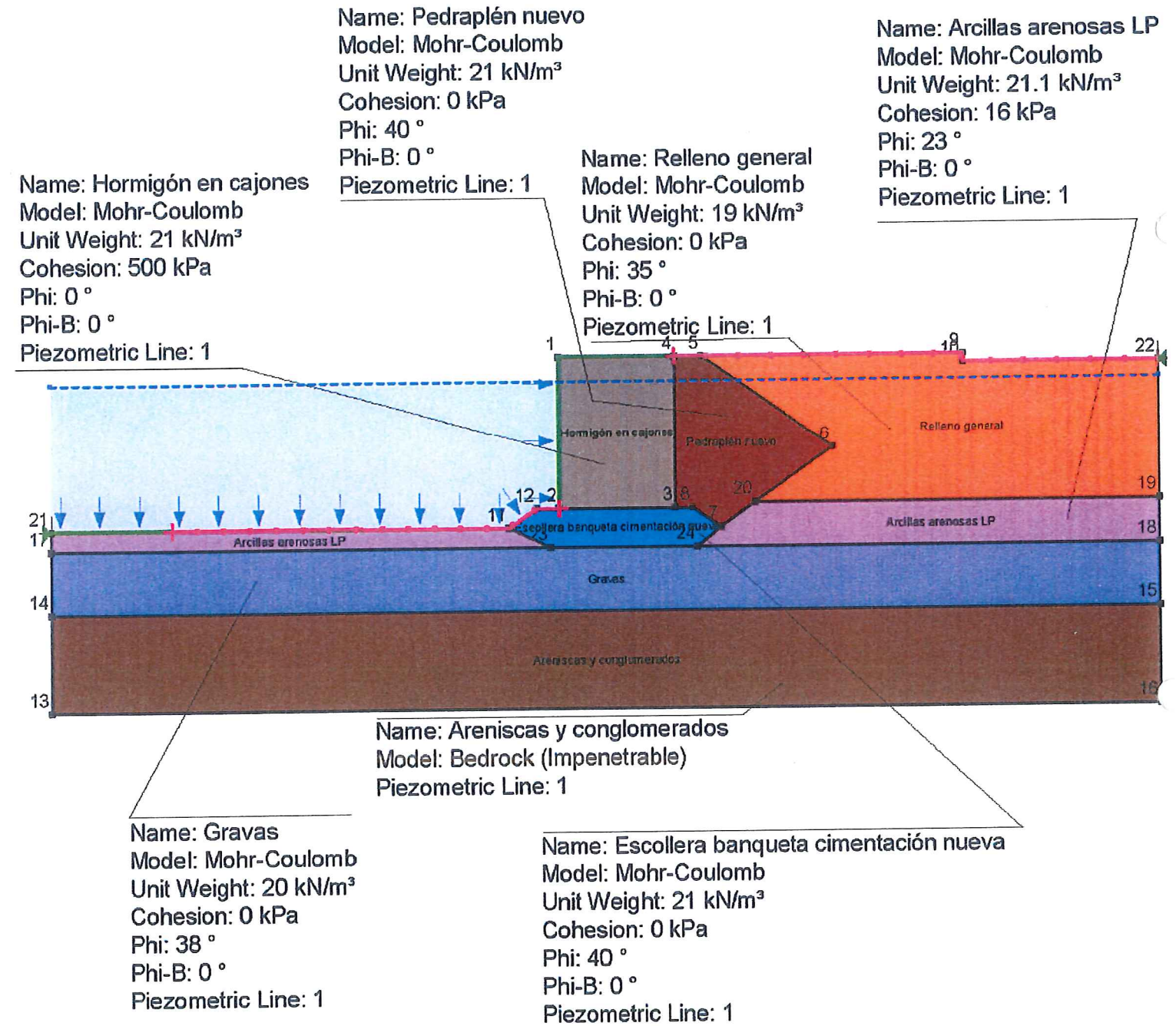
### APÉNDICE 3.1 CAJONES NUEVOS



MODELO ESTABILIDAD GLOBAL CORTO PLAZO.gsz

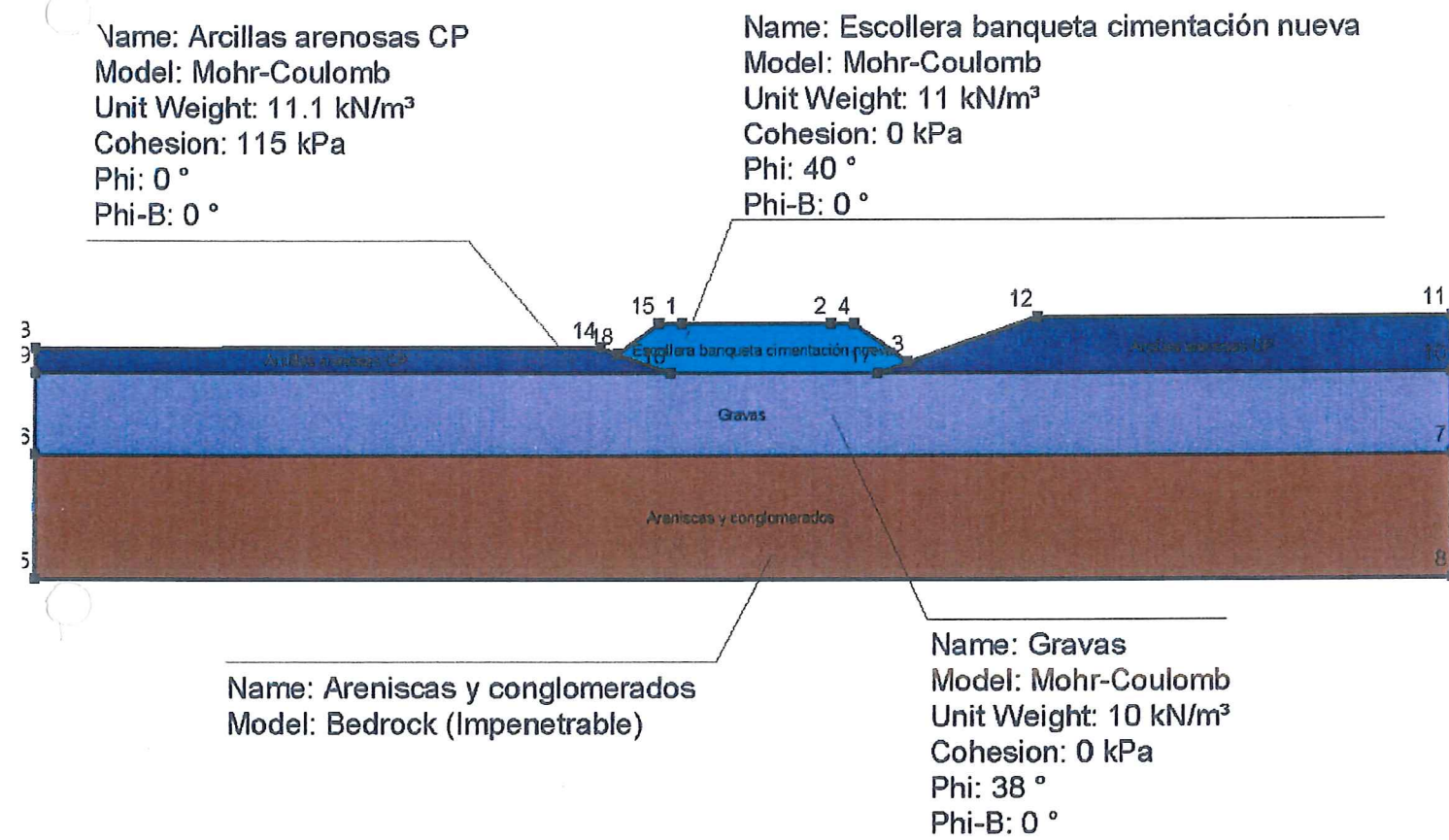


MODELO ESTABILIDAD GLOBAL LARGO PLAZO.gsz

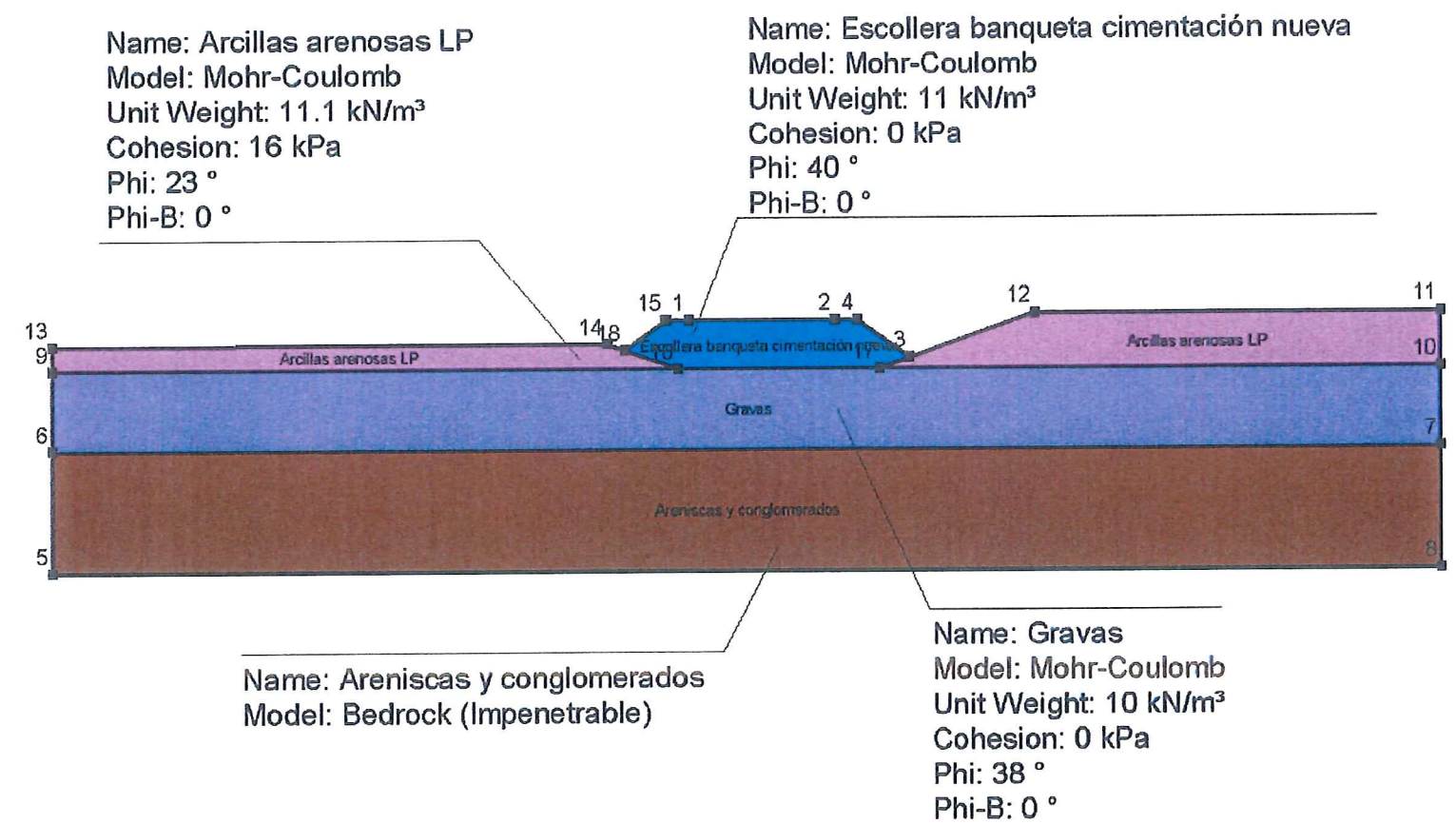




MODELO HUNDIMIENTO-VUELCO PLÁSTICO CORTO PLAZO.gsz



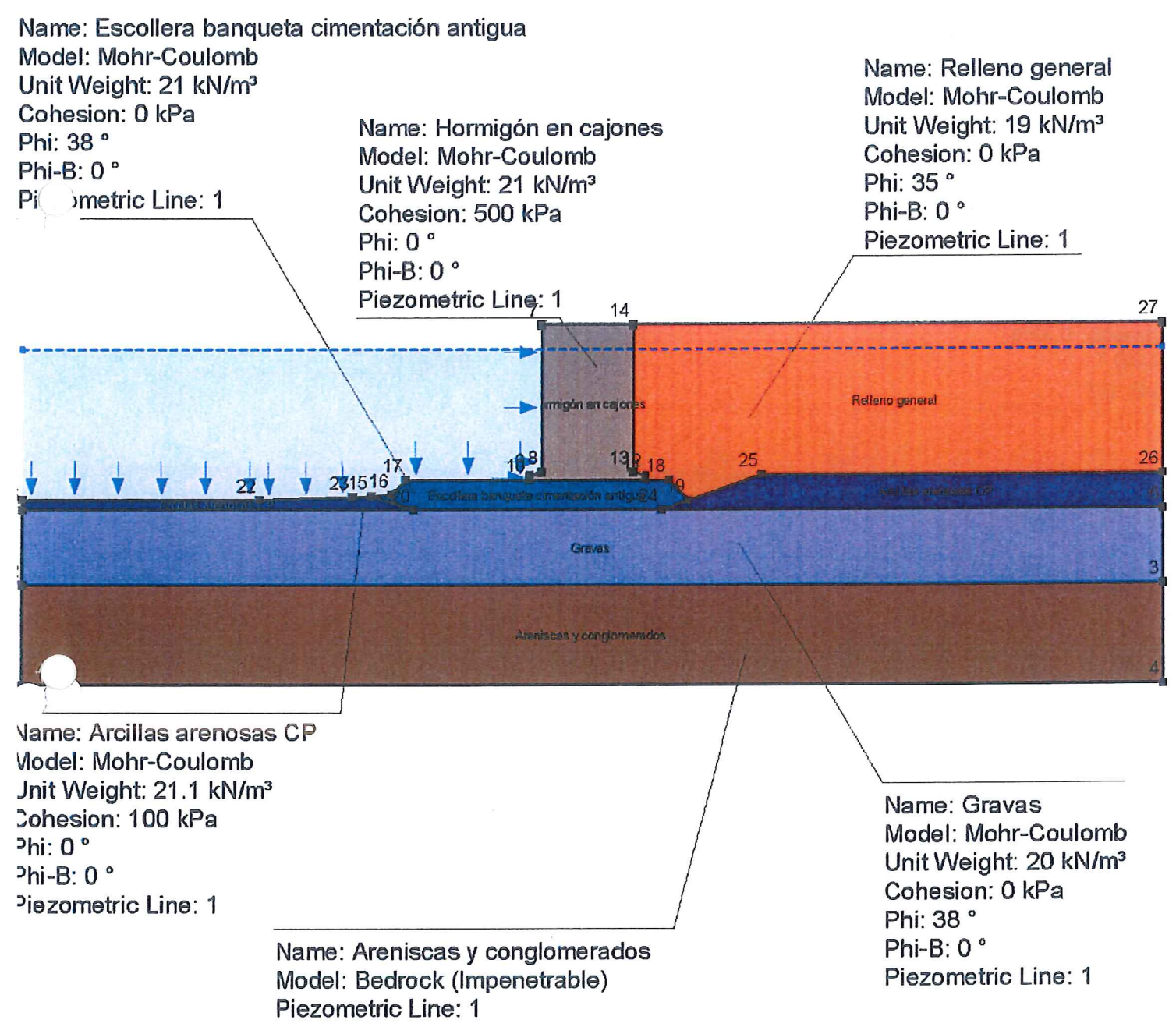
MODELO HUNDIMIENTO-VUELCO PLÁSTICO LARGO PLAZO.gsz



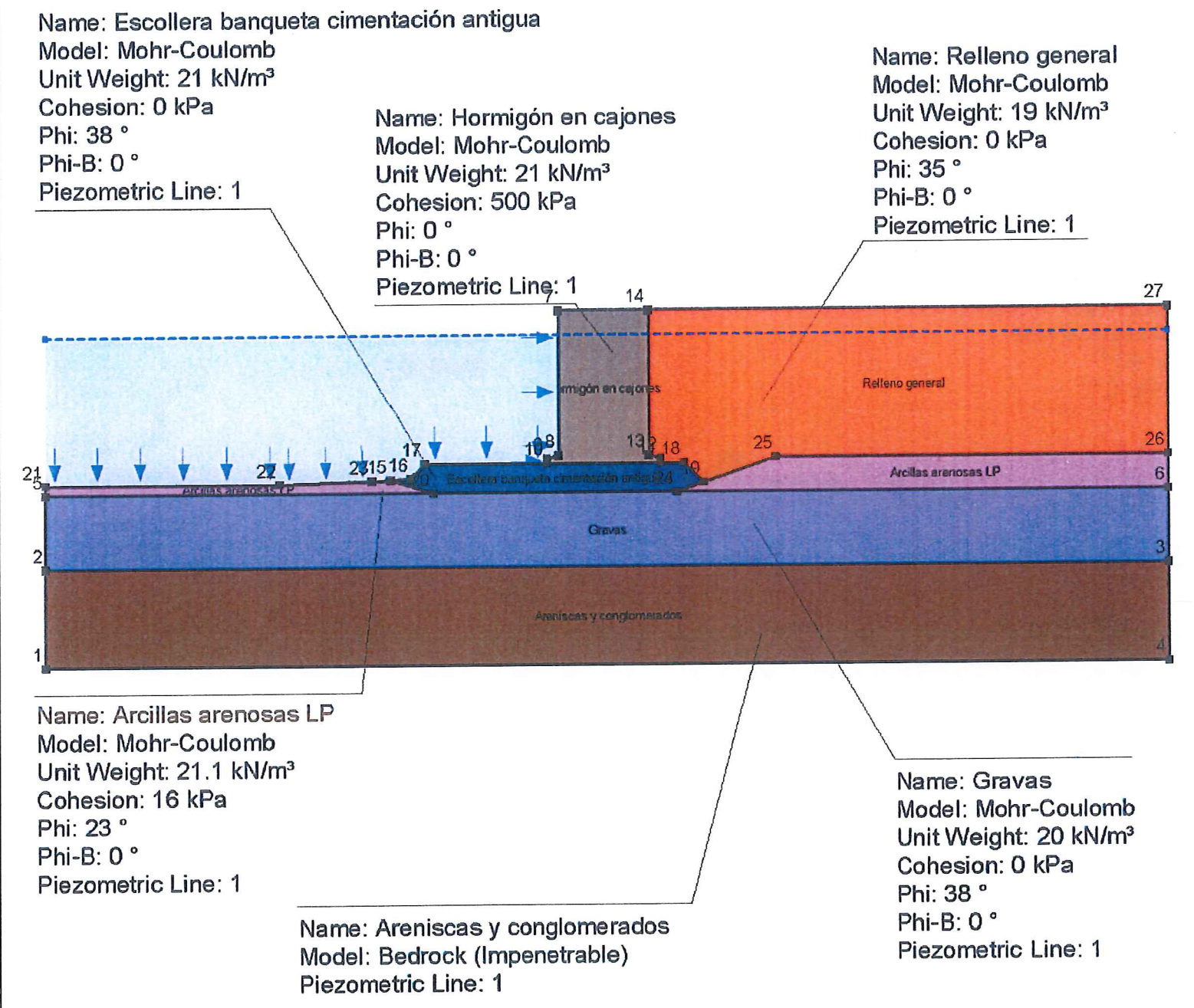


## APÉNDICE 3.2 DUQUE DE ALBA

MODELO ESTABILIDAD GLOBAL CORTO PLAZO.gsz



MODELO ESTABILIDAD GLOBAL LARGO PLAZO.gsz

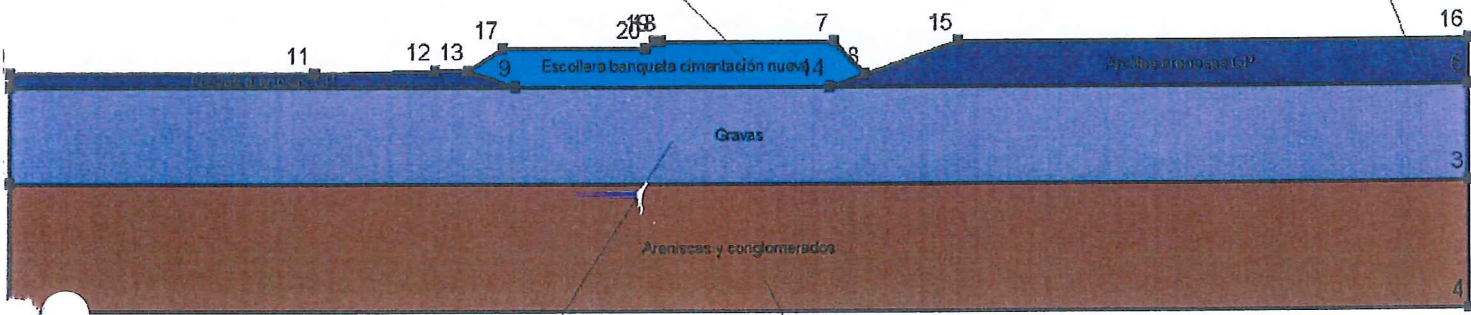




MODELO VUELCO PLÁSTICO-HUNDIMIENTO CORTO PLAZO.gsz

Name: Escollera banquetta cimentación nueva  
 Model: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 11 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Phi: 40 °  
 Phi-B: 0 °

Name: Arcillas arenosas CP  
 Model: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 11.1 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 115 kPa  
 Phi: 0 °  
 Phi-B: 0 °



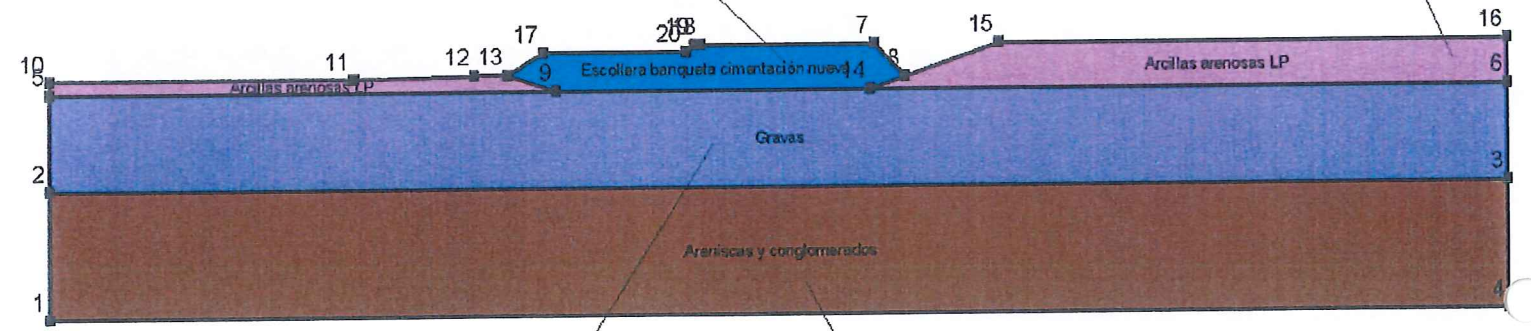
Name: Gravas  
 Model: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 10 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Phi: 38 °  
 Phi-B: 0 °

Name: Areniscas y conglomerados  
 Model: Bedrock (Impenetrable)

MODELO VUELCO PLÁSTICO-HUNDIMIENTO LARGO PLAZO.gsz

Name: Escollera banquetta cimentación nueva  
 Model: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 11 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Phi: 40 °  
 Phi-B: 0 °

Name: Arcillas arenosas LP  
 Model: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 11.1 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 16 kPa  
 Phi: 23 °  
 Phi-B: 0 °



Name: Gravas  
 Model: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 10 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa  
 Phi: 38 °  
 Phi-B: 0 °

Name: Areniscas y conglomerados  
 Model: Bedrock (Impenetrable)

**APÉNDICE 4 FIGURAS DE ESTABILIDAD**

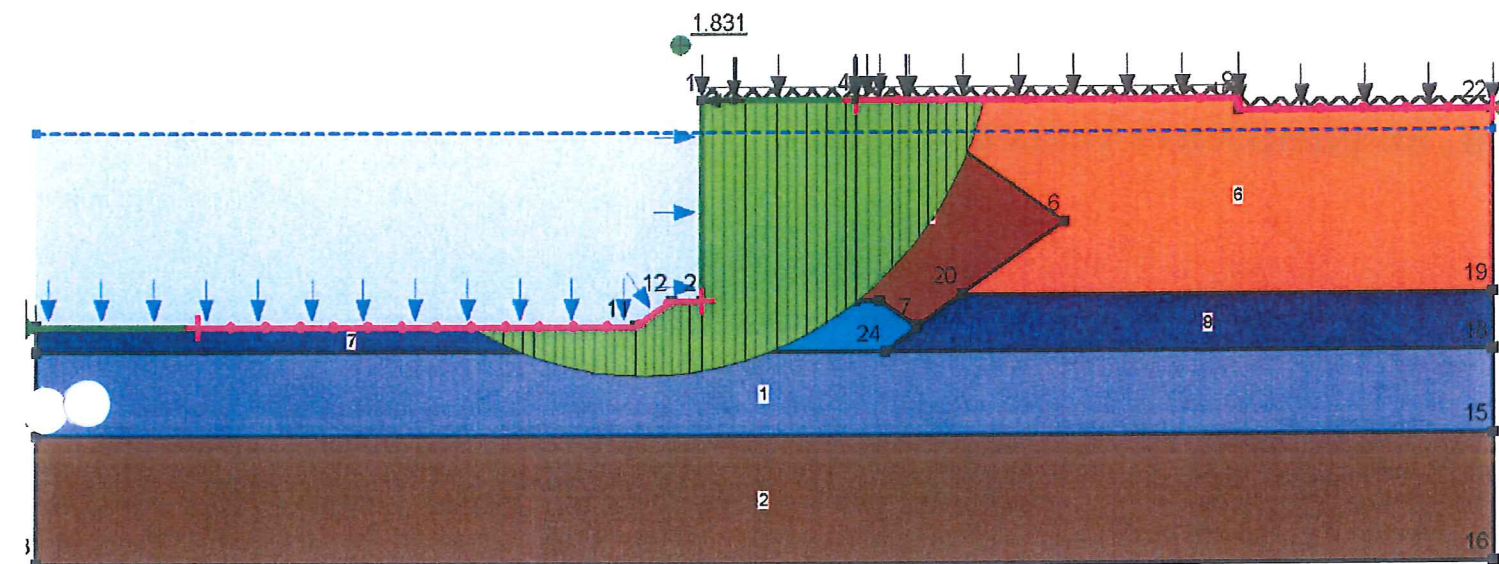


## APÉNDICE 4.1 NUEVOS CAJONES

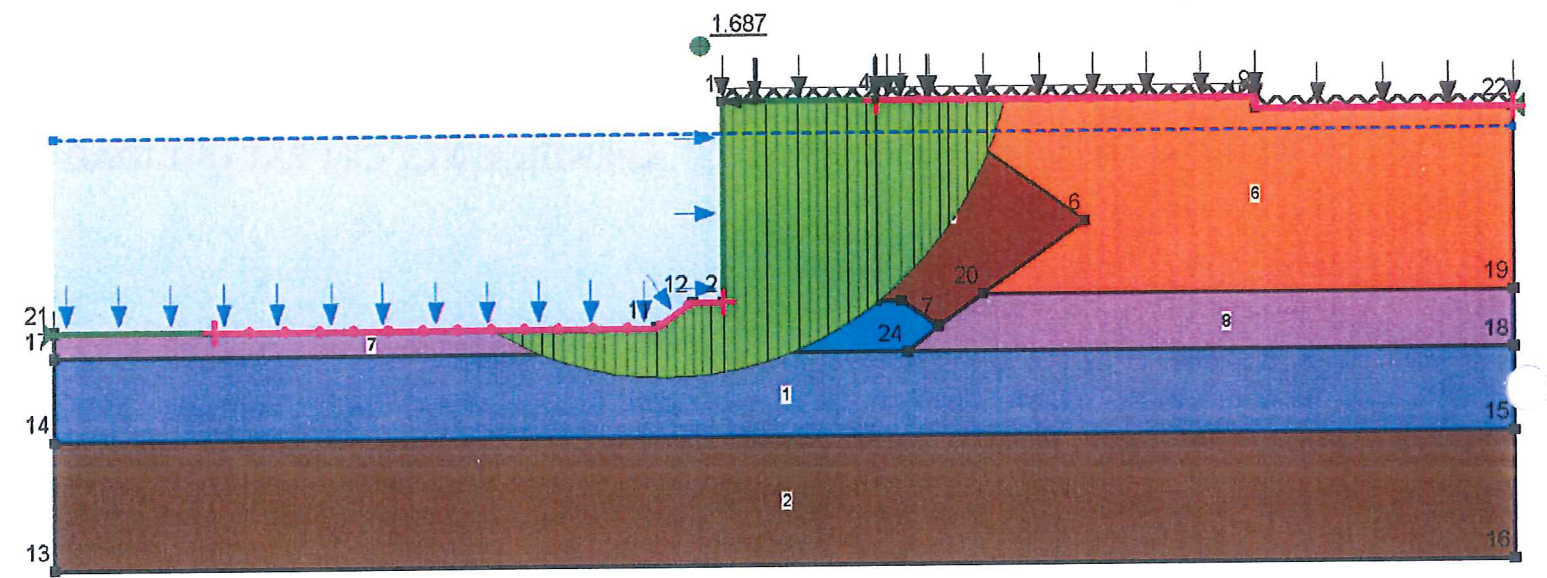
## APÉNDICE 4.1.1 CT1 ESTABILIDAD GLOBAL, HUNDIMIENTO Y VUELCO PLÁSTICO



EG\_NA\_CT1\_CP.gsz

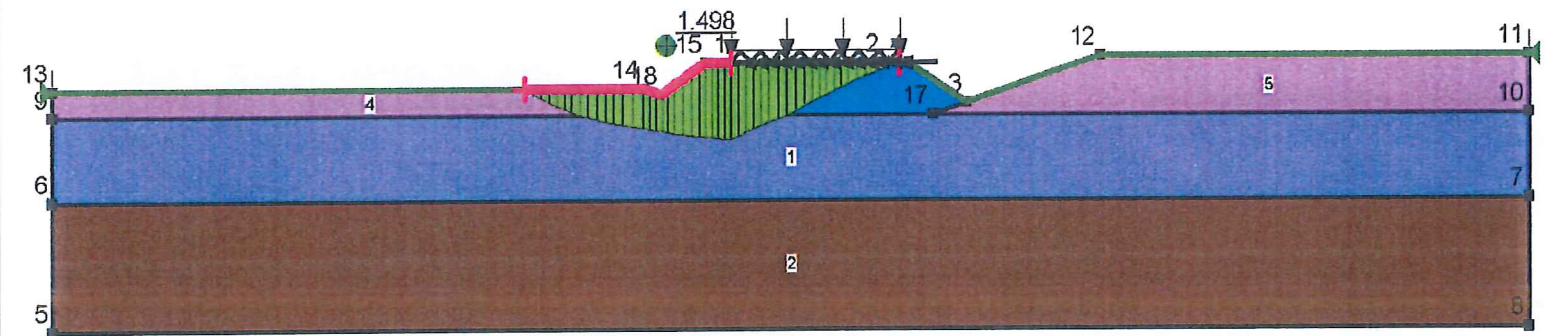
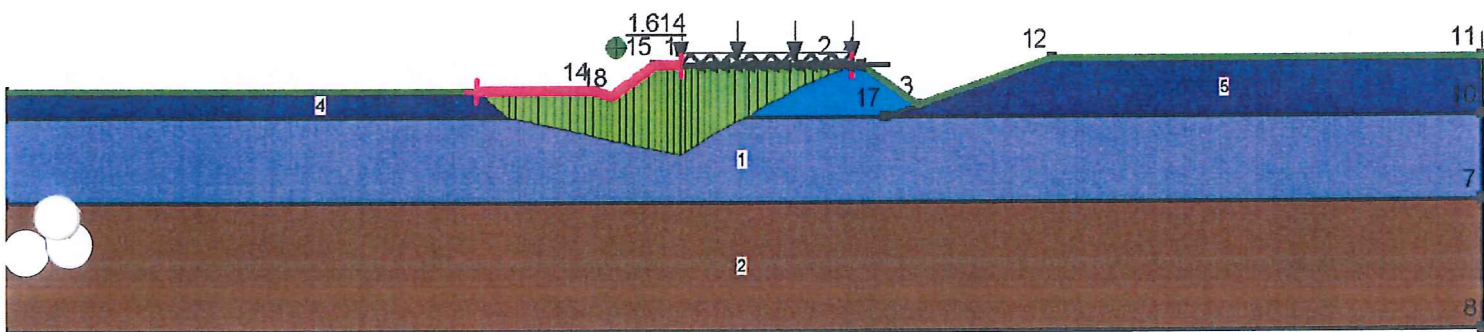


EG\_NA\_CT1\_LP.gsz



H\_NA\_CT1\_CP\_max ang.gsz

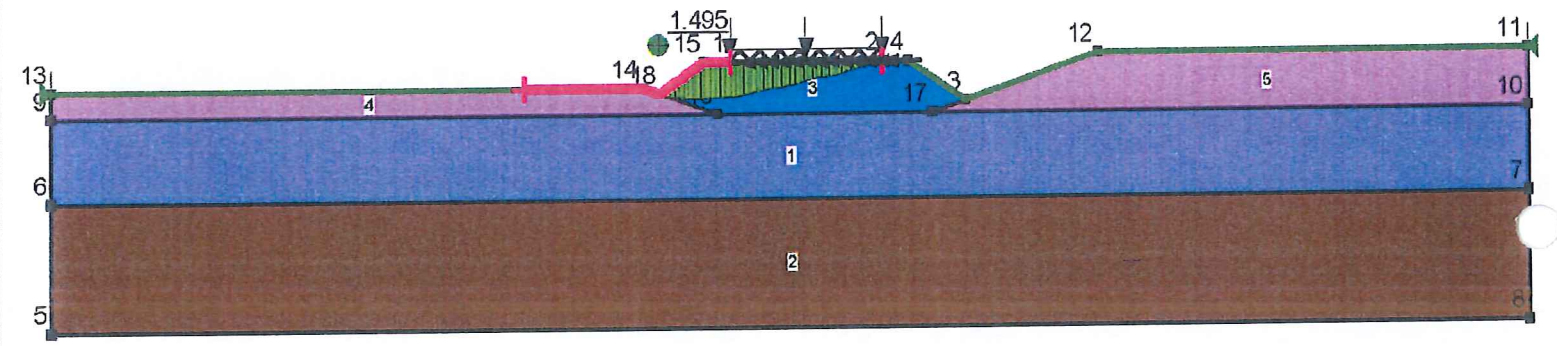
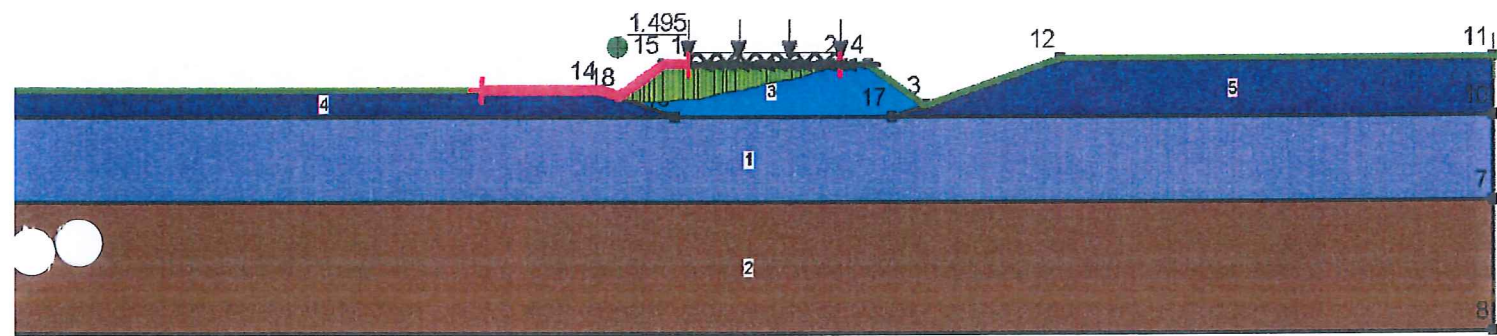
H\_NA\_CT1\_LP\_max ang.gsz





VP\_NA\_CT1\_CP\_max ang.gsz

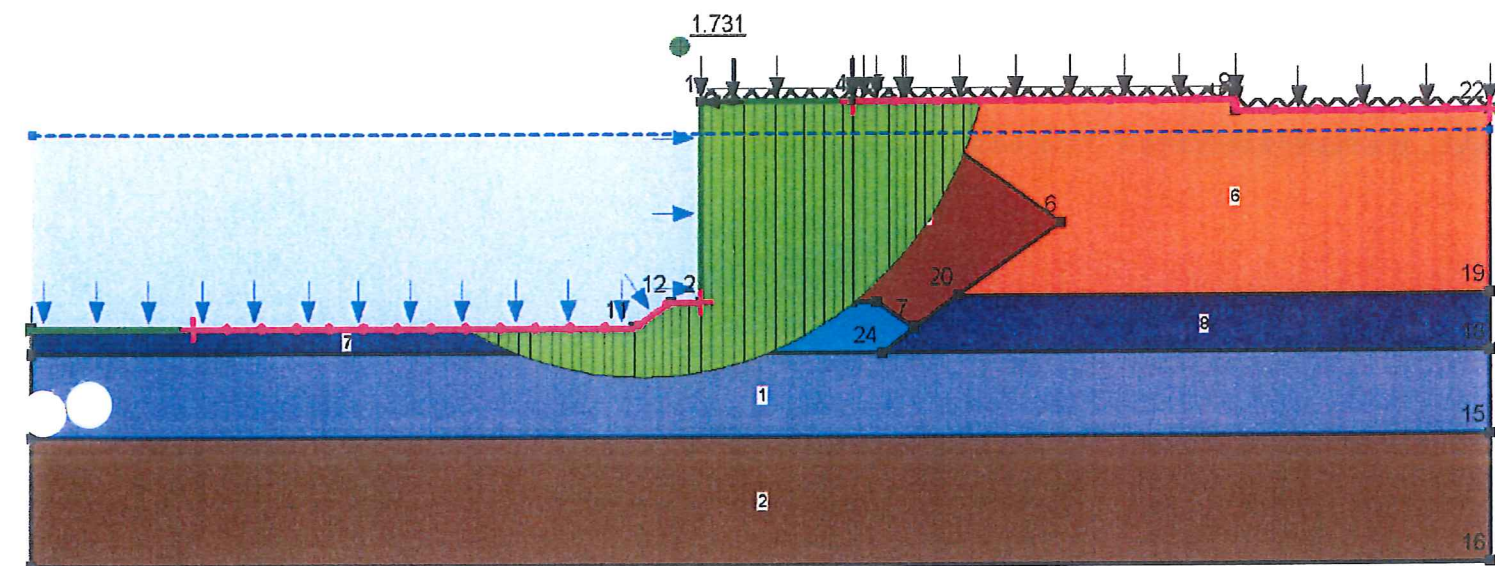
VP\_NA\_CT1\_LP\_max ang.gsz



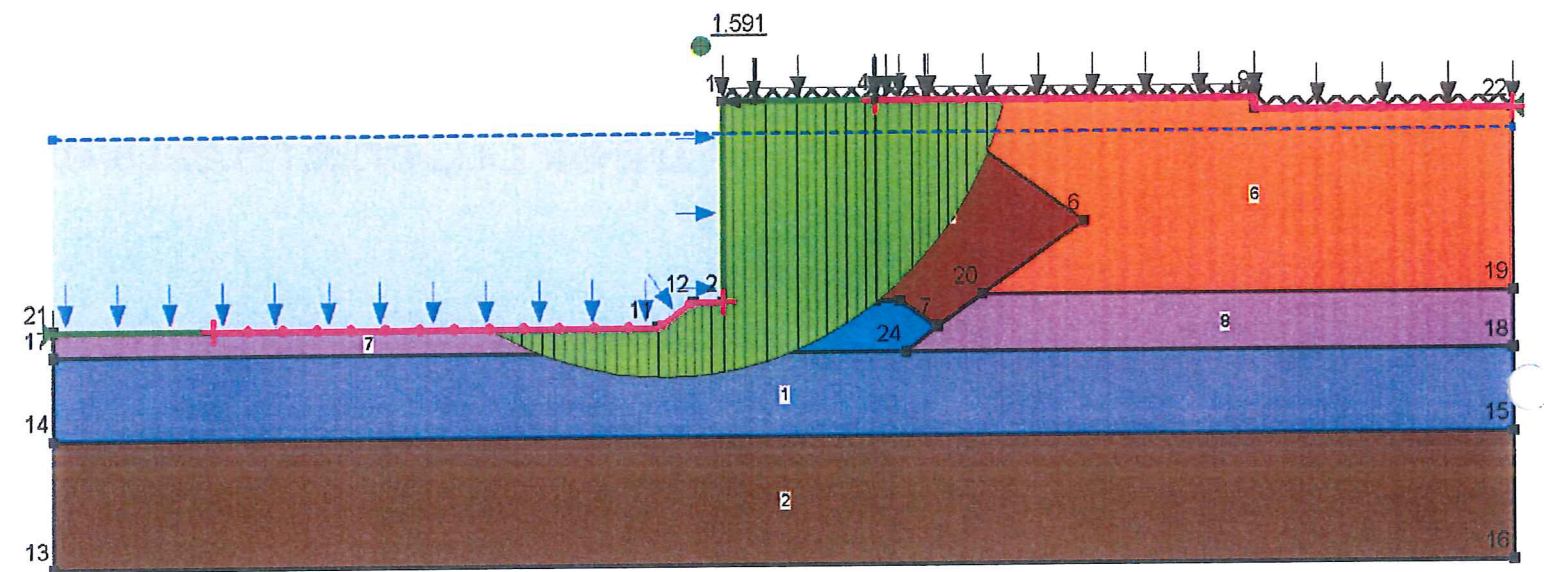
**APÉNDICE 4.1.2 CT3,32 ESTABILIDAD GLOBAL, HUNDIMIENTO Y VUELCO PLÁSTICO**



EG\_NA\_CT3.32\_CP.gsz

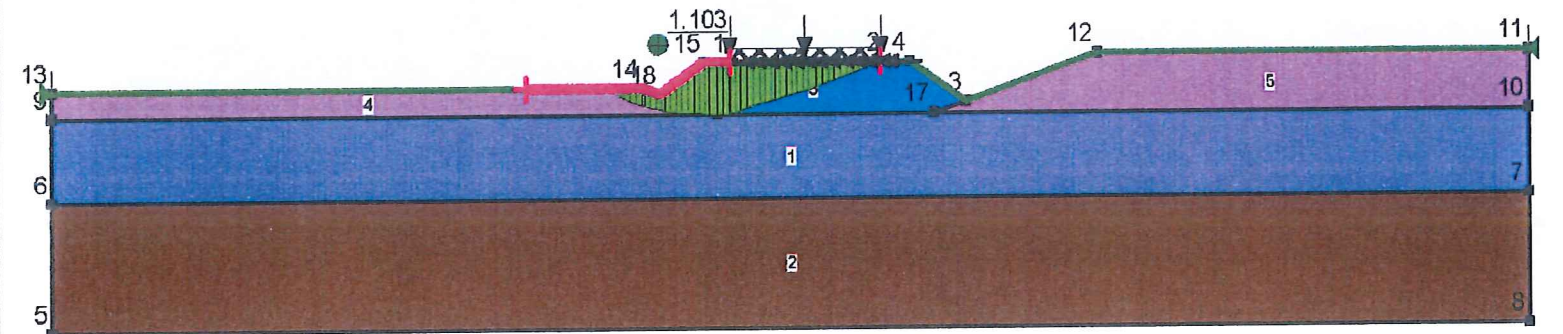
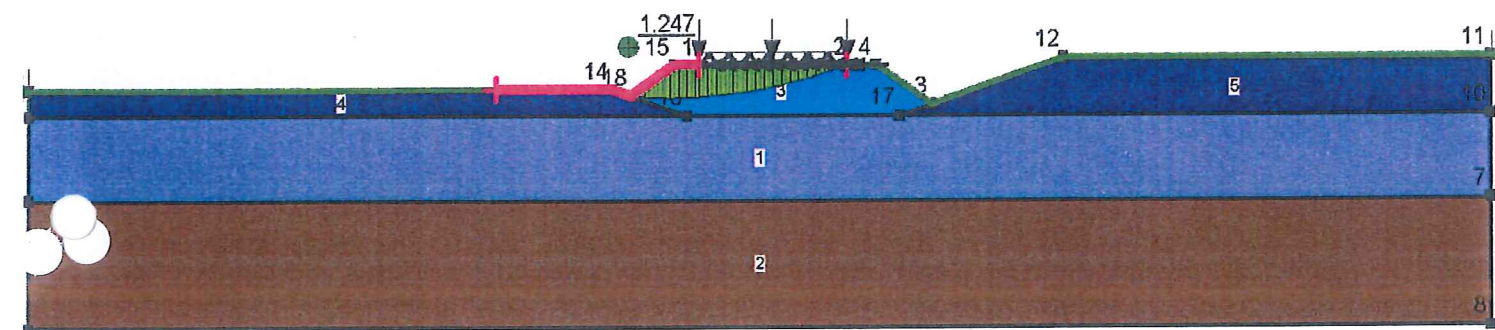


EG\_NA\_CT3.32\_LP.gsz



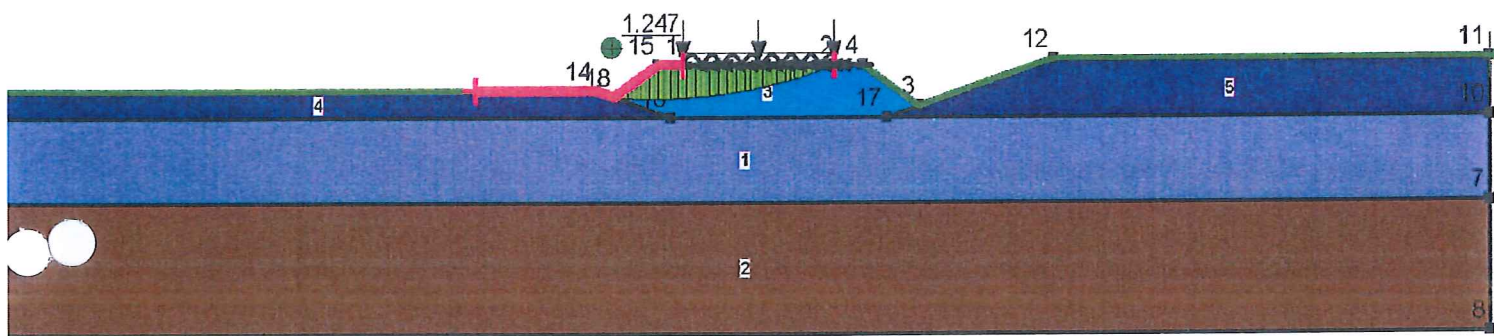
H\_NA\_CT3.32\_CP\_max ang.gsz

H\_NA\_CT3.32\_LP\_max ang\_-17\_2mberma.gsz

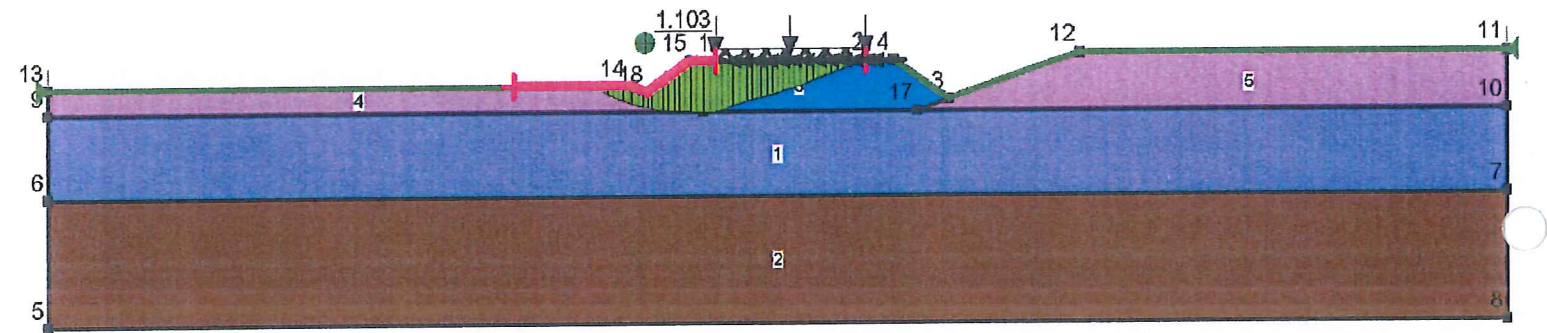




VP\_NA\_CT3.32\_CP\_max ang.gsz



VP\_NA\_CT3.32\_LP\_max ang.gsz

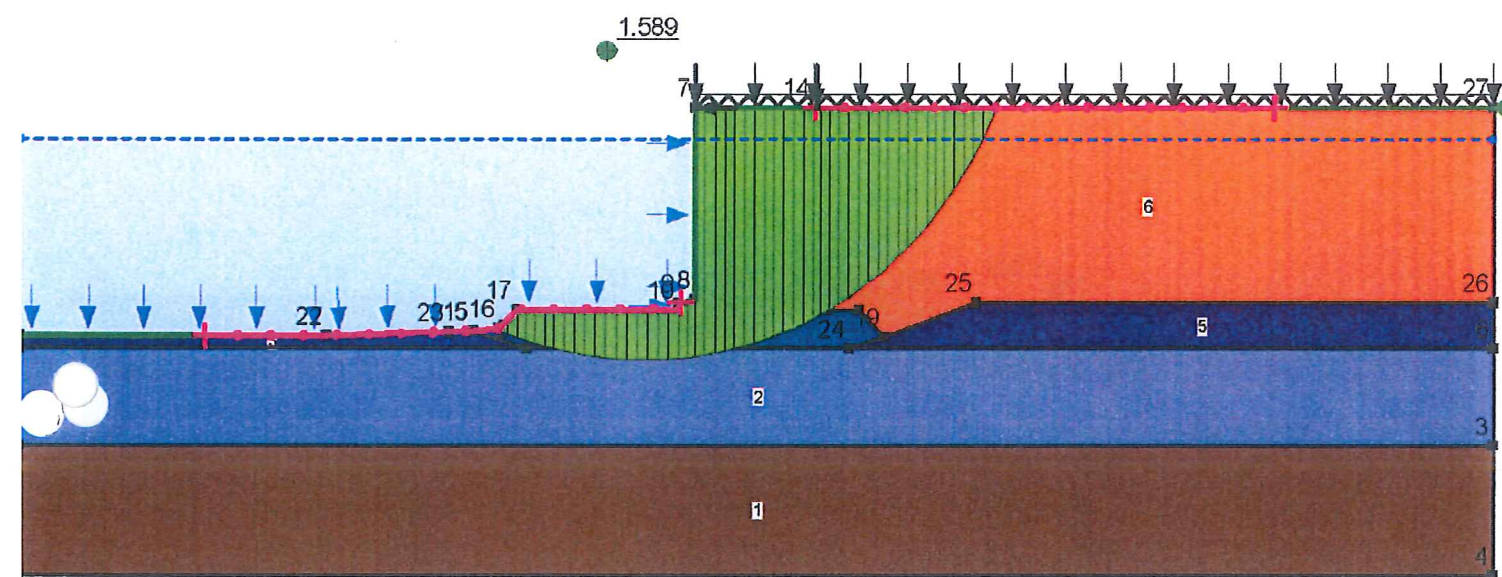


## APÉNDICE 4.2 DUQUE DE ALBA

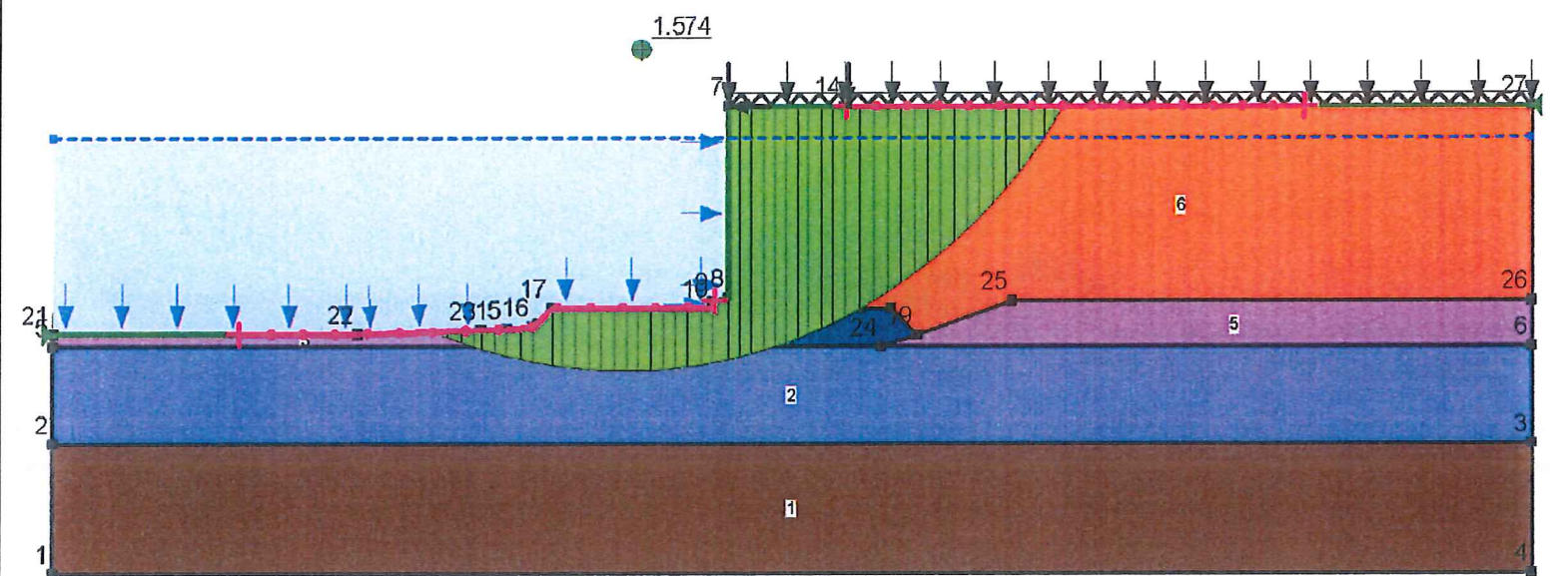


## APÉNDICE 4.2.1 CT3,32 ESTABILIDAD GLOBAL, HUNDIMIENTO Y VUELCO PLÁSTICO

EG\_NA\_CT3.32\_cp.gsz



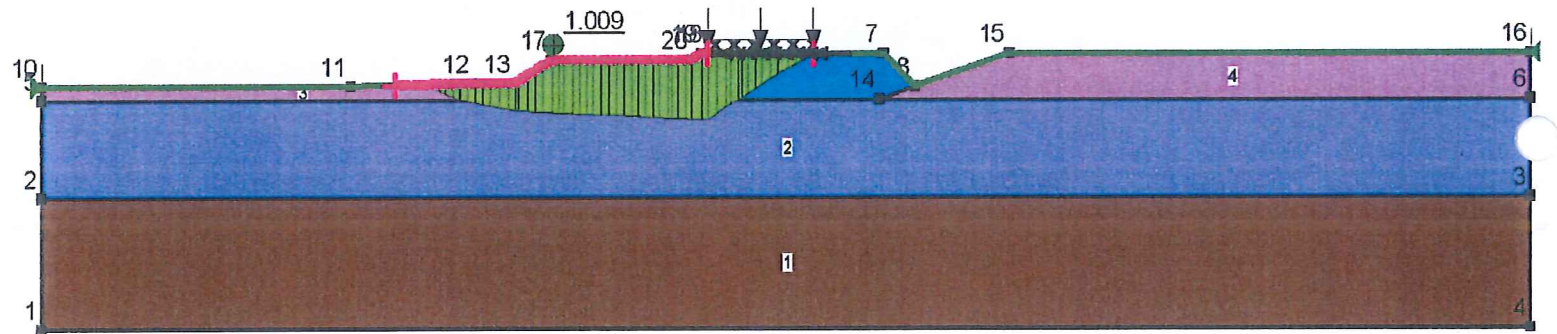
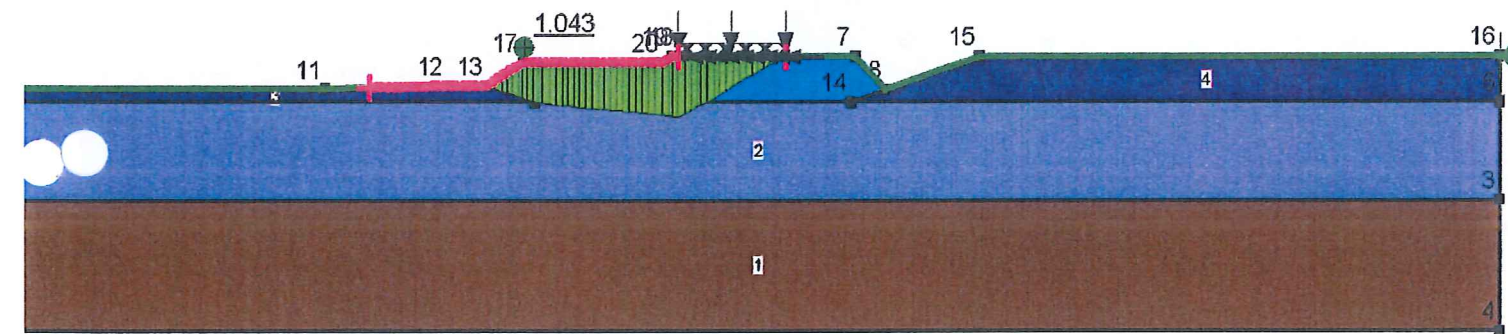
EG\_NA\_CT3.32\_LP.gsz





H\_NA\_CT3.32\_CP\_max ang\_4mberma.gsz

H\_NA\_CT3.32\_LP\_max ang\_4mberma.gsz



VP\_NA\_CT3.32\_CP\_max ang\_4mberma.gsz

VP\_NA\_CT3.32\_LP\_max ang\_4mberma.gsz

