

Cálculo de Pantallas de Contención Tricalc.18

Ámbito de aplicación

Este módulo permite el cálculo, comprobación y armado de Pantallas Continuas de Hormigón Armado o de Tablestacas metálicas y de Pantallas discontinuas de Pilotes de Hormigón Armado. Se pueden calcular de forma aislada o formando parte de una estructura completa.

Introducción

El módulo **Tricalc.18** de cálculo de pantallas de contención permite el cálculo de este tipo de elemento de contención de forma integrada con los demás elementos de la estructura. Se contempla el cálculo global de todas las pantallas de una estructura, y el caso más simple de calcular solo una pantalla de forma aislada del resto de la estructura, aunque en este caso el proceso de definición será más laborioso dada la necesidad de definir manualmente las cotas de forjados y las cargas que la estructura transmite a la pantalla en estado de servicio.

Ventajas de la definición integrada de las pantallas y de la estructura

El proceso de trabajo recomendado cuando se tiene una estructura con pantallas de contención es la definición de la estructura, incluyendo todos los forjados tanto bajo rasante como sobre rasante, así como todas sus cargas, ya sean sobre barras o en forjados. Con este sistema se tendrán las siguientes ventajas:

Los forjados en contacto con las pantallas son considerados para el cálculo de las fases de ejecución de las pantallas. No es preciso definir su cota, canto o rigidez, ya que en la fase de definición de la pantalla estos datos son recuperados directamente del forjado. Es posible vincular estos datos de

forma que al modificar los forjados y recalcular las pantallas se consideren los datos actualizados de los forjados.

- Las cargas que los forjados transmitirán a la pantalla en la fase de construcción y en servicio, se calculan de forma automática.
- Las cargas de los pilares en cabeza de la pantalla se consideran de forma automática para el cálculo de la pantalla y de la viga de coronación.
- La definición del apoyo o unión de los elementos de la estructura con la pantalla es automática. Si se realizan dos modelos independientes, el de la estructura y el de la pantalla, será necesario definir manualmente todos los apoyos de los forjados y barras bajo rasante.
- En los forjados en contacto con las pantallas, se modifica automáticamente la posición de zunchos de borde, ya que la ejecución del forjado se realiza después de haber construido la pantalla.
- La medición de la pantalla se obtiene desglosada con la medición de los demás elementos de la estructura.
- En los planos de composición pueden introducirse los planos de armado de las pantallas con los de otros elementos
- En los planos de composición en los que se seleccione la opción de dibujar los cuadros de armaduras se incluyen en un único cuadro las armaduras de todos los elementos.

Considerando el proceso constructivo de la pantalla, hay que tener en cuenta que las pantallas se construirán en primer lugar, y una vez terminadas se realizará la construcción de los forjados, barras o muros bajo rasante. Aunque se definan elementos en contacto con la pantalla, el programa siempre supondrá que la ejecución de la pantalla se realiza antes que cualquier otro elemento, y por tanto, se considera exclusivamente arriostrada por los forjados, los puntales y los anclajes.

Relación entre las pantallas y el resto de la estructura

Aunque con el programa es posible el cálculo de una pantalla de contención de forma aislada, lo habitual será que las pantallas sean un elemento de cimentación más de toda la estructura. Será importante entonces entender qué supone esta unión de las pantallas con el resto de estructura, tanto de cara al cálculo de la propia pantalla como de cara al cálculo de esfuerzos de la estructura.

Debido a su especial conformación, las pantallas de tablestacas metálicas no suelen utilizarse como elemento de apoyo de otros elementos estructurales. Carecen además de una viga de coronación como tal. Por tanto no será aplicación lo indicado en este apartado.

Qué supone la estructura para el cálculo de las pantallas

Los únicos elementos de la estructura que pueden afectar al cálculo (y armado) de las pantallas son los forjados (unidireccionales, reticulares o losas) que se vinculen a la pantalla, y los pilares o muros resistentes que nazcan de la viga de coronación (será preciso activar la opción específica de vincular las cargas en coronación).

Cuando se vincula un forjado a la pantalla como elemento de apoyo es necesario que exista una barra o zuncho en común, aunque no necesariamente debe ser horizontal. Para el cálculo de la pantalla el programa obtiene los siguientes datos:

Editar f	Editar forjado				
Vincula	Vinculado al forjado LC50 del plano -900				
Los val calcula	ores que se introducen en esta dos automáticamente por el pro	caja podrán ser d ograma a partir de l	efinidos explícitamente por el usuario o as características del forjado vinculado.		
Dato vincula	ado	+ ++ + + + +			
	Cota (cm)	-900			
	Canto (cm)	50,0			
	Rigidez axial porml (kN/m) as (kN/m)	1,95e+006	Aceptar		
	En fase de construcción	-0,9881			
	En fase de servicio	-1,3435	Cancelar		
Morr	entos (kNm /m)		7		
	En fase de construcción	0,000000			
	En fase de servicio	-0,000000			
	Permitir tracciones				
Fase o	le construcción del forjado		_		
Fase	Fase 7. Construcción de forjado en la cota -900 🔹				

- Cota a la que se sitúa el forjado.
- Canto del forjado.
- Rigidez axial por metro lineal. Para ello se evalúa la expresión $E \cdot A/L$, siendo:
 - E el módulo de Young correspondiente al hormigón del forjado.
 - A el área neta por metro del forjado. Por ejemplo, en forjados unidireccionales de viguetas, sólo se considera la losa superior (capa de compresión).
 - L la mitad de la distancia al borde opuesto del forjado.
- Cargas y momentos en fase de construcción. Para su evaluación debe estar calculada la estructura. Aquí se obtienen como el 70% de la reacción media (por metro) calculada a lo largo de la línea de intersección forjado – pantalla correspondiente a las hipótesis de peso propio y carga permanente. Como caso especial, si el forjado se sitúa en la coronación de la pantalla, se descuentan las solicitaciones de los pilares que nacen de dicha viga, ya que éstas forman parte de las cargas de coronación.
- Cargas y momentos en fase de servicio. Similar a las anteriores, pero calculadas como la envolvente de reacciones en estado límite último sin mayorar.

Sólo se calcularán automáticamente aquellos datos que tengan activada la opción **Dato vinculado** en la caja de edición de forjados indicada en la figura adjunta.

Cuando se crean cargas en coronación vinculadas, su valor se obtiene a partir de las solicitaciones de pilares y muros resistentes que nazcan de la viga de coronación de la pantalla.

El resto de elementos estructurales unidos a la pantalla (forjados no vinculados, vigas apoyadas en la pantalla no pertenecientes a un forjado vinculado, muros resistentes unidos lateralmente a la pantalla,...) no intervienen en el cálculo y armado de la pantalla de contención.

Qué supone la existencia de pantallas para el cálculo de la estructura

Coacciones al desplazamiento y giro

En general, desde el punto de vista constructivo se puede garantizar un empotramiento de un pilar, de un muro o del forjado en la viga de coronación de una pantalla. Sin embargo, los forjados o vigas unidos a la pantalla por debajo de la viga de coronación exigen una etapa de excavación previa, por lo que no es sencillo garantizar un empotramiento. Debido a ello:

- Por defecto, todos los nudos, zunchos y bordes de muros resistentes situados en la viga de coronación, se consideran empotrados. Por defecto, todos los nudos, zunchos y bordes de muros resistentes situados en cualquier parte de la pantalla que no sea su viga de coronación, y en contacto con ella, se consideran apoyados.
- Si el nudo, zuncho o borde de muro resistente tiene algún tipo de coacción exterior fijada por el usuario (apoyo, empotramiento o resorte), ésta tendrá prioridad sobre el funcionamiento por defecto antes mencionado. De esta forma se puede considerar el tipo de coacción estructura pantalla que se desee.

Indeformabilidad de forjados en contacto con una pantalla

Como excepción, si en las opciones de cálculo de esfuerzos se fija la opción **indeformabilidad de forjados horizontales en su plano**, no se considerará por defecto coaccionado el desplazamiento horizontal ni el giro respecto a un eje vertical del forjado, siendo sustituido internamente por el programa en la fase de cálculo dicha coacción por un resorte de magnitud tal que garantiza un comportamiento similar. El efecto que produce este resorte es el mismo que se produciría si se introdujera un empotramiento perfecto en cualquier nudo del forjado que impidiera su desplazamiento horizontal; de esta forma los forjados en contacto con las pantallas no experimentan desplazamientos horizontales.

Tipo de Unión de los forjados con la pantalla

Los forjados reticulares y losas en contacto con la viga de coronación de una pantalla se considerarán **empotrados**, apareciendo momentos negativos en el empotramiento. Deberá de respetarse un detalle constructivo en la ejecución con anclaje suficiente de la armadura superior del forjado en la viga de coronación. Si se quiere modificar esta opción por defecto se puede utilizar la opción **Empotramientos...** para definir un apoyo articulado, con lo que se conseguirán disminuir los momentos negativos en el apoyo con la pantalla y amentar los momentos positivos en el vano.

Los forjados en contacto con una pantalla en cotas inferiores a la viga de coronación se considerarán **apoyados**, apareciendo pequeños momentos negativos en la unión.

Elementos no permitidos

No se permitirá que haya pilares embutidos dentro de las pantallas de contención, aunque sí pilares que arranquen de la viga de coronación.

No se permite la existencia de muros resistentes en el interior de la pantalla, pero sí que arranquen de su viga de coronación. También se permite que un muro resistente tenga un lateral apoyado en la pan-

talla de contención, pero en ese caso debe tenerse en cuenta que dicho muro no interviene en el cálculo de la pantalla como elemento de arriostramiento de ésta.

Acciones sobre los forjados

Después del cálculo de la pantalla se obtienen las acciones que ésta transmite a los elementos de apoyo (forjados, puntales y anclajes). Si se desea, se puede introducir como cargas en los forjados las acciones que la pantalla les transmite para un cálculo de la estructura más afinado. En ese caso, no debe estar impedido el desplazamiento horizontal en la línea de unión pantalla – forjado. En todo caso, estas acciones suelen ser exclusivamente de compresión y de valor no muy grande, por lo que son casi siempre favorables. Por ello, no se suelen tener en cuenta, lo que en general, quedará del lado de la seguridad.

Vigas contenidas en la viga de coronación de las pantallas de contención

Si se necesita que un forjado apoye sobre la viga de coronación, será preciso definir una viga de apoyo justo coincidente con la viga de coronación de la pantalla. A esta viga se les asignará una sección rectangular de la serie de hormigón de ancho igual al espesor de la pantalla y con el canto que se haya definido en la pantalla de contención a la viga de coronación. No podrá haber vigas contenidas en las vigas de coronación que pertenezcan a conjuntos.

Realmente, estas vigas no será necesario introducirlas salvo que exista un forjado unidireccional que apoye en ellas. En todo caso, el armado de la viga de coronación se calcula al calcular la pantalla, y se visualiza al visualizar el armado de la pantalla, independientemente de que existan o no barras de estructura en la viga de coronación.

Vigas o zunchos contenidos en pantallas de contención fuera de la viga de coronación

Como ya se ha mencionado, la construcción de un forjado apoyado en una pantalla por debajo de la viga de coronación, se realiza después de hormigonar la pantalla y de una o varias etapas de excavación de tierras. Por tanto, no se puede hormigonar conjuntamente la pantalla y el forjado. En ese caso, la viga o zuncho de borde (que siempre debe existir al apoyar un forjado en la pantalla) se construye adosada a la pantalla, y así las dibuja el programa en los planos de croquis. El armado del forjado se ancla en esta viga, no penetrando en la pantalla en ningún caso.

Pueden definirse diferentes tipos de unión entre los forjados bajo rasante y la pantalla, con las funciones:

- Geometría>Unidireccional>Empotramientos... para forjados Unidireccionales.
- Geometría/Reticular-Losas/Empotramientos... para forjados Reticulares y Losas.

Dependiendo del tipo de coacción entre el forjado y la pantalla (apoyo, apoyo en deslizamiento, empotramiento,...), será necesario siempre definir un detalle constructivo adecuado que enlace la pantalla y esta viga o zuncho.

El programa no permite obtener gráficas o listados de esfuerzos de estas vigas o zunchos.

Las vigas contenidas en la pantalla fuera de la viga de coronación sólo sirven de 'intermediarias' entre el forjado y la pantalla, por lo que se arman sólo con una cuantía geométrica doble de la mínima marcada por la normativa seleccionada.

Función Geometría>Pantallas>Introducir...

Las funciones del submenú **Geometría>Muros de Sótano-Contención-Pantallas** permitirán operar tanto sobre muros de sótano o contención como sobre pantallas de contención.

Seleccionando la función **Introducir Pantalla de Contención**, se introducen dos o tres puntos que definirán la pantalla de contención. Si se definen 2 puntos, se está definiendo la dimensión horizontal de la pantalla calculada por la proyección horizontal de la distancia que una los 2 puntos. Si se definen 3 puntos, se está definiendo además su profundidad.

¿Cómo determinar la extensión de las pantallas en una planta irregular?

Es necesario definir cada uno de los tramos rectos de pantalla que se van a construir. Para las pantallas de hormigón, tenga en cuenta que el módulo de construcción tiene unas dimensiones habituales de entre 2,50 m y 5,00 m, por lo que no es aconsejable definir pantallas cuya dimensión horizontal sea menor que este valor mínimo.

¿Cómo considerar la definición de una pantalla si los forjados no son continuos?

Si las intersecciones entre la pantalla definida y los forjados de la estructura no son continuas a lo largo de toda la extensión horizontal de pantalla, el programa preguntará al usuario si quiere dividir la pantalla de forma que en cada una de las franjas verticales en las que se divida la pantalla las intersecciones con los forjados de la estructura sean constantes.

Asistente de definición y modificación

El asistente de definición de pantallas de contención está formado por las siguientes solapas:

- Ventana de presentación
- Datos geométricos generales
- Terreno
- Lista de fases
- Una ventana por cada una de las fases que defina el usuario
- Ventana final

Solapa de presentación

Únicamente se muestra una imagen de presentación. Los botones **<Atrás** y **Siguiente>** permiten moverse entre hacia atrás y hacia delante en cada solapa. El botón **Cancelar** interrumpe la ejecución del asistente.

Solapa Datos geométricos generales

En esta solapa consta de dos zonas. A la derecha una ventana de representación gráfica que se repetirá en las siguientes solapas, y a la izquierda una zona para la definición de las características generales de la pantalla de contención: tipología, constantes del material, dimensiones de la pantalla...

u 🔛 ha ha ha ha h	va va va va va va va va va	
		0 0 0 0 0 <mark>0 0 0 0 0</mark>
Tramo 1 de 1.		
	Capturar >>	
Tipología	Pantalla de hormigón 📃 💌	
- Constantes del material	,	
Módulo de Young (GPa)	27,26404 E	
Coeficiente de Poisson	0 1500 Recalcular según	
	material y normativa	- • • • • • • • • • • • •
Densidad (kN/m3)	25,00	
	Tablestacas	
spesor (cm) opaitud del módulo de	C Base de datos ARBED	0 = 0 0 0 0 0 = 0
normigón (cm)	250 C Genérico	e · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Cota superior (cm)	0 💌 Serie	
Cota de la rasante (cm)	0 Perfil	
Cota de excavación (cm)	-950 🗸	
Encekamiente (em)	Buscar	
zinpotraniento (cin)		۲ E
 Urear cargas en coronaci 	ión vinculadas a la estructura	业 🕰 🔍 📡 🏭 🥸

Tramos

Si la pantalla ha sido dividida por el programa en varios tramos, se representa el tramo en el que se encuentra **Tramos 1 de x**, donde x es el número total de tramos. Las pantallas son divididas en varios tramos cuando no presenta una geometría constante dentro de cada tramo, por ejemplo, en el caso de que la situación de los forjados no sea constante.

Tipología

Se puede seleccionar entre las opciones **Pantalla de pilotes**, **Pantallas de hormigón** (pantallas continuas) y **Tablestacas metálicas**.

Arktec

Constantes del material

Se definen el módulo de Young *E*, el coeficiente de Poisson v y la densidad del material de la pantalla. En el caso de pantallas de pilotes y pantallas de hormigón el valor de las constantes por defecto son las del hormigón; en el caso de tablestacas metálicas el valor por defecto es el del acero. El botón **Recalcular según material y normativa** permite recalcular los valores de E y de v según los criterios y formulación de la formativa actualmente seleccionada.

Función Capturar

El botón **Capturar>>** permite seleccionar un pantalla ya definida en la estructura, para inicializar todos los valores de la pantalla de contención que se va a introducir con los valores existentes.

Dimensiones

Para pantallas de pilotes: Diámetro del pilote, Separación entre ejes de pilotes.

Para pantallas de hormigón: **Espesor**, **Longitud del módulo** que define el valor de la longitud del tramo en el que se divide la construcción de cada pantalla, por defecto igual a 250 cm.

Para pantallas de tablestacas metálicas: En esta tipología de pantallas se define la sección tipo de la pantalla, existiendo opción de seleccionar un modelo del catálogo profilARBED de ARCELOR, o una asociación de perfiles simples. El botón **Buscar...** permite acceder a las bases de datos de profilARBED y de perfiles. En Tricalc los archivos pertenecientes a la base de datos ARBED tienen extensión **.TR18**. El valor del campo **Espesor** y las constantes del material son recuperados de la base de datos.

Cotas

En coordenadas generales, es preciso definir 4 valores, 3 cotas y una longitud que definen la dimensiones de la pantalla en vertical, y la situación del terreno.

Cota Superior	es la cota de la parte superior de la pantalla.
Cota de la rasante	es el valor de la cota superior del terreno.
Cota de la excavación	es el valor de la cota de la excavación del terreno que se realizará.
Empotramiento (cm)	es la longitud vertical medida desde la cota de la excavación que la pantalla pe- netra en el terreno.

Cada pantalla puede tener unos valores independientes de cotas, lo que es aplicable a pantallas construidas en terrenos o con diseños en pendiente.

La altura y anchura mínima de una pantalla de contención será de 100 cm.

Ventana de dibujo

En la ventana de dibujo del asistente se podrán modificar gráficamente la cota de excavación y la cota superior de la pantalla de contención.

Capítulo 33 – Cálculo de pantallas de contención

	iconos car la pantalla de contenc	permiten	las	siguientes	funciones:
Datos Se	geométricos generales definen distintas variables qu	ie afectan a las dimensiones y tipología de l	a pantalla.		
Tramo Tipologi Const Módule Coefici Densic Densic Longitue hormigó Cota su Cota de Empotra	Image Name Image Name Image Name 1 de 1. Image Name Image Name ía Image Name Image Name antes del material Image Name Image Name o de Young (GPa) Image Name Image Name iente de Poisson Image Name Image Name dad (kN/m3) Image Name Image Name d del módulo de in (cm) Image Name Image Name iente de Poisson Image Name Image Name d del módulo de in (cm) Image Name Image Name iente response Name Image Name Image Name iente de Poisson Image Name Image Name d del módulo de in (cm) Image Name Image Name iente response Name Image Name Image Name Image Name iente response Name Image Name Image Name Image Name Image Name iente response Name Image Nam Image Name Image Name	Capturar >> Italia de hormigón 26404 E 700 Recalcular según material y normativa 00 V 100 Capturar según material y normativa 00 V 100 V <			
				< Atrás Siguiente >	Cancelar
🦉 Re 🔍 Au 🔍 Act	generar el conteni tocentrado dibuja tivar Zoom +- con	do de la ventana. todo el contenido de la vent los botones izquierdo o dere	ana. echo del	ratón.	
Act car	tivar Selección , cu rgas).	rsor se selección, para selec	cionar e	elementos en la ventana (estr	ratos, anclajes
눱 Val	lores de la trama p	ara definir el punto origen y	v el valo	r del paso.	
S Tra I núme se posici	ama bloqueada par ro numérico del ex iona el cursor gráfi	ra impedir moverse con el cu tremo inferior izquierdo de co.	ursor fue la venta	era de puntos de la trama. na, representa la cota genera	al en Yg donde
Opci	ión <i>Crear car</i>	gas en coronación	vincu	ladas a la estructura	

Esta opción permite considerar de forma automática las cargas de coronación de la pantalla (carga vertical, carga horizontal y carga de momento), por metro de pantalla, y provenientes del resto de la estruc-

Arktec

=

tura, por ejemplo de la existencia de pilares que nacen de la pantalla. Estas cargas se calculan durante la fase de cálculo de esfuerzos, y son introducidas por defecto en la última fase, la fase de servicio, pudiendo ser editadas en la solapa de esta fase, en la opción **Cargas**.

Es posible editarlas en la solapa correspondiente a la fase de servicio, siendo necesario *desvincularlas* para así modificarlas y poder poner otro valor diferente al obtenido automáticamente de la estructura. El valor de la cargas es obtenido en la fase de cálculo de esfuerzos, por lo que hasta ese momento mostrará el valor cero.

Solapa Datos sobre el Terreno

En esta ventana se definen las características y estratos del terreno en contacto con la pantalla. Es posible definir diferentes características de terreno para pantallas de la misma estructura. Cuando un terreno está constituido por varios estratos, en la ventana de dibujo de esta solapa puede modificarse gráficamente la cota que separa un estrato de otro y la cota del nivel freático.



Pulsando doble clic en la ventana de dibujo se editará el terreno sobre el cual se encuentre el cursor.

Estratos del terreno

En esta ventana se representan los estratos del terreno a considerar: **Cota Superior, Espesor** y **Tipo de Terreno**. Por defecto, siempre se considera que existe un estrato desde la cota superior y de profundidad infinita. Son posibles las siguientes funciones:

- Añadir... Permite añadir un nuevo estrato por debajo del seleccionado en la caja. Para ello se debe de seleccionar primero el estrato superior, y luego pulsar el botón Añadir.... La cota superior del estrato a añadir se considera igual a la cota inferior -cota superior + espesor-, donde finaliza el estrato seleccionado. Si no se selecciona ningún estrato en la caja, al pulsar Añadir... el nuevo estrato se inserta como primer estrato a partir de la cota superior del terreno.
- Editar Permite modificar las propiedades de un estrato ya definido. Si se modifica la cota superior del estrato y/o su espesor, el programa desplaza hacia arriba o hacia abajo los estratos inferiores manteniendo su espesor constante.
- Al seleccionar cualquier de estos 2 botones, aparece la caja de diálogo Editar Estrato, donde se puede seleccionar el estrato de la base de datos de terrenos mediante el botón Copiar de... (ver función Secciones y datos>Bases de Terrenos...). Las propiedades del estrato recuperadas de la base general de datos de terrenos pueden ser editadas en esta caja, modificando los valores sólo para el cálculo de esta pantallas; no se modifican los valores en la base de terrenos
- Para cada estrato se define la cota superior donde empieza y su profundidad.

Espesor (cm)	200		Copiar de]				
Características de	el terreno							
Representación	del terreno		 T					
Color	P	atrón	,					
Naturaleza	C Page							
- Telleno								
⁷ d Densidad si	eca (kN/m3)		16,00					
^y n Densidad a	parente (kN/m3)		20,00					
⁷ sum Densidad si	umergida (kN/m3)		11,00					
c' Cohesión a	parente (kN/m2)		0,00					
qu Resistencia	a la compresión simple (kN/n	12)	12000,0	0				
Ø' Ánguloder	ozamiento interno (grados)		34,00	_				
ð' Ángulo de r	ozamiento terreno-cimiento (g	rados) 2/3 · Ø'	▼ 22,67	_				
Coeficiente de roa	amiento cimiento-terreno	2/3 · ta Ø'	▼ 0,45					
Coeficiente de ba	lasto vertical placa 30v30 (M	Pa/m)	120.00					
Coeficiente de balasto vertical placa 30x36 (Millavili)			110.00					
Coeficiente de ba	lasto horizontal, empuje activi	- (MD-2)	100.00					
Gradiente de K cr	na sto nonzonitar, emplaje pasiv	n) D (MI av III)	0.00					
	Aceptar	Cancelar						
	- Hoopkai				J			
Base de datos de terre	nos							
	Represe Naturaleza	Densida meable 14.02	Densida [15.00	ensida	Cohesió	Resisten	Ángulo d /	Angulo d. 10
rescripción	Lerreno Imperi	14,02	10,00	11,96	100,03	400,00	28,00	18,
lescripción rcilla blanda rcilla dura	A A A Terreno Imperi	meable 20,99	21,97		50,02	150,00	22,00 36.00	14, 24 i
escripción cilla blanda cilla dura cilla semidura ena denca	A A I erreno Imperi A A Terreno Imperi	meable 20,99 meable 17,46 vable 15,99	21,97 18,54 20.01	9,02 10.00	0.00	250.00	00,00	
escripción cilla blanda cilla dura cilla semidura ena densa ena floja	A A Perreno Imperi A A Terreno Imperi A A Terreno Imperi A A Terreno Imperi Terreno Perme	meable 20,99 meable 17,46 vable 15,99 vable 13,04	21,97 18,54 20,01 16,97	9,02 10,00 8,04	0,00 0,00	250,00 80,00	30,00	20,1
escripción cilla blanda cilla blanda cilla semidura ena densa ena floja ena semidensa	A A A I terreno Imperi A A A Terreno Imperi A A Terreno Imperi Terreno Perme O O O C Terreno Perme O O O C Terreno Perme	meable 20,99 meable 17,46 vable 15,99 vable 13,04 vable 14,51 vable 14,51	21,97 18,54 20,01 16,97 18,54	9,02 10,00 8,04 9,02	0,00 0,00 0,00	250,00 80,00 110,00	30,00 33,00	20,1
rescripción cilla blanda cilla dura cilla semidura ena densa ena floja ena semidensa rava semidensa mo	A A A Erreno Imperi A A A Terreno Imperi A A Terreno Imperi Terreno Perme O O O CTerreno Perme O O O CTerreno Perme Terreno Perme Terreno Perme Terreno Perme	meable 20,99 meable 17,46 vable 15,99 vable 13,04 vable 14,51 vable 15,99 vable 14,51 vable 15,99	21,97 18,54 20,01 16,97 18,54 20,01 18,54	9,02 10,00 8,04 9,02 10,98 9,02	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00	250,00 80,00 110,00 120,00 60.00	30,00 33,00 34,00 28,00	29, 20, 22, 22, 18,
rescripción cilla blanda cilla dura cilla semidura ena densa ena floja ena semidensa rava semidensa mo elleno de pedraplén	A A A Ferreno Imperi A A A Terreno Imperi A A Terreno Imperi Terreno Perme O O O Terreno Perme O O O Terreno Perme Terreno Perme Terreno Perme Terreno Perme Terreno Perme	meable 20,99 meable 17,46 sable 15,99 sable 13,04 sable 14,51 sable 15,99 sable 15,99 sable 14,51 sable 15,99 sable 15,99 sable 15,99 sable 15,99 sable 15,99	21,97 18,54 20,01 16,97 18,54 20,01 18,54 18,04	9,02 10,00 8,04 9,02 10,98 9,02 10,98	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00	250,00 80,00 110,00 120,00 60,00 200,00	30,00 33,00 34,00 28,00 40,00	29, 20, 22, 22, 18, 26,
tescripción cilla blanda cilla dura cilla dura ena densa ena densa ena semidensa rava semidensa mo elleno de pedraplén elleno de terraplén	A A A Terreno Imperi A A A Terreno Imperi A A Terreno Imperi Terreno Imperi Terreno Perme Terreno Perme Terreno Perme Terreno Perme Terreno Perme Terreno Perme Terreno Perme Terreno Perme Terreno Perme	meable 20,99 meable 17,46 sable 15,99 sable 14,01 sable 14,01 sable 15,99 sable 14,01 sable 15,99 sable 15,99 sable 15,99 sable 15,00 sable 15,00 sable 14,02 sable 14,02	21,37 18,54 20,01 16,97 18,54 20,01 18,54 18,04 16,97 16,97	9,02 10,00 8,04 9,02 10,98 9,02 10,98 10,00 9,02	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00	250,00 80,00 110,00 120,00 60,00 200,00 100,00 10.00	30,00 33,00 34,00 28,00 40,00 30,00 25,00	29, 20, 22) 22) 18, 26, 20, 16,
lescripción cilla blanda cilla dura cilla dura ena densa ena densa ena semidensa rava semidensa mo elleno de pedraplén elleno de terraplén elleno de tierra vegetal	A A A Ferreno Imperi A A A Terreno Imperi Terreno Imperi Terreno Perme Terreno Perme	meable 20,99 meable 17,46 sable 15,99 sable 14,51 sable 14,51 sable 15,99 sable 14,51 sable 15,99 sable 15,99 sable 15,99 sable 15,90 sable 15,00 sable 14,02	21,97 18,54 20,01 18,97 18,54 20,01 18,54 18,04 18,04 16,97 16,97	9,02 10,00 8,04 9,02 10,98 9,02 10,98 10,00 9,02	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,0	250,00 80,00 110,00 120,00 60,00 200,00 100,00 10,00	30,00 33,00 34,00 28,00 40,00 30,00 25,00	24, 20, 22, 22, 18, 26, 20, 16,
lescripción cilla blanda cilla dura cilla semidura rena densa rena floja rena semidensa rava semidensa mo elleno de pedraplén elleno de terraplén elleno de tierra vegetal	A A A Terreno Imperi A A Terreno Imperi A A Terreno Perme C C Terreno Perme T Terreno Perme Terreno Perme	meable 20,99 meable 17,46 sable 15,99 sable 13,04 sable 14,51 sable 15,99 sable 15,99 sable 15,00 sable 14,02 sable 14,02	21,97 18,54 20,01 16,97 18,54 20,01 18,54 18,04 16,97 16,97	9,02 10,00 8,04 9,02 10,98 9,02 10,98 10,00 9,02	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00	250,00 80,00 110,00 60,00 200,00 100,00 10,00	30,00 33,00 34,00 28,00 40,00 30,00 25,00	24, 20, 22, 22, 18, 26, 20, 16,
escripción cilla blanda cilla blanda cilla semidura ena densa ena floja ena semidensa ava semidensa mo elleno de pedraplén elleno de tierra vegetal	A A A Ferreno Imperi A A A Terreno Imperi Terreno Imperi Terreno Perme Terreno Perme	meable 20,99 meable 17,46 sable 15,99 sable 13,04 sable 14,51 sable 15,99 sable 15,99 sable 15,00 sable 14,02 sable 14,02	21.97 18.54 20.01 16.97 18.54 20.01 18.54 18.54 18.04 16.97 16.97	9,02 10,00 8,04 9,02 10,98 9,02 10,98 10,00 9,02	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00	250,00 80,00 110,00 60,00 200,00 100,00 10,00	30,00 33,00 34,00 28,00 40,00 30,00 25,00	24, 20, 22, 22, 18, 26, 20, 16,

Arktec

Naturaleza

Se puede seleccionar entre **Terreno** y **Roca**. Cuando se seleccione **Roca** no se utilizan los parámetros de resistencia del terreno, sino que se asume que la roca es suficientemente rígida y los desplazamientos a partir de ese punto serán cero.

El significado de cada una de las propiedades del estrato puede consultarse en el capítulo 11 *Secciones,* apartado *Bases de Datos de Terrenos*, el Manual de Instrucciones.

No se permitirá que la cota de excavación de una pantalla de contención esté por debajo de la cota superior de un estrato de roca. No se permitirán estratos intermedios de roca, por lo que el estrato de roca debe de ser siempre el más profundo.

Nivel freático

Se define la existencia de nivel freático, su cota y la densidad del fluido a considerar.

```
Terreno en coronación
```

Es posible definir un ángulo de inclinación del terreno en coronación, que se considera en el cálculo de los empujes sobre la pantalla.

Solapa Fases de ejecución

Las fases podrán definirse de forma manual o de forma automática utilizando el asistente de creación de fases que dispone el programa. El programa creará siempre una fase especial que colocará al final de la lista de fases: la fase de servicio.

Una vez que se han credo todas las fases, se crean en el asistente tantas solapas como fases, donde pueden definirse los datos de cada una de ellas de forma independiente.

Se aconseja como método de trabajo utilizar primero de la función **Generación automática de fases...** para generar todas las fases, y después acceder a cada fase de forma individual si se quieren realizar modificaciones.

Fases de ejecución Se definen las fases de ejecución de la pantalla de contención		
1 🖀 🔨 K K K K K K K K K K K		
Tramo 1 de 1.	· .	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Fases de construcción de la pantalla de contención Generación automática de fases		
Fases Fase 1. Excavación en el intradós hasta la cota -300 Fase 2. Colocación de anclaje en la cota -150 Fase 3. Excavación en el intradós hasta la cota -600 Fase 4. Colocación de anclaje en la cota -450	- 009-	
rase 0. Colocación de archaious nasta la cola -350 Fase 6. Colocación de anclaje en la cota -750 Fase 7. Construcción de forjado en la cota -900 Fase 8. Construcción de forjado en la cota -600. Eliminación de anclaje e Fase 9. Construcción de forjado en la cota -300. Eliminación de anclaje e Fase 9. Construcción de forjado en la cota -300. Eliminación de anclaje e		
rase to: construction de longuo en la cota o. Eminimación de anciaje en Fase 11. Fase de servicio	95	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Añadir Editar Eliminar	-1175	
		⊻ ⊕, Q, } 1 1 1

Definición manual de fases

Pulsando el botón Añadir..., aparece una caja de diálogo para la definición de las fases:

Fase de ejecución de la pantalla de contención				
Fase previa				
Fase 10. Construcción de forjado en la cota 0. Eliminación de anclaje en la 💌				
┌ Texto descriptivo de la fase				
Automático	V Automático			
Fase 11 Sin actuaciones definidas				
Cota de excavación en el intradós	-950			
Cota de excavación en el trasdós	0			
Aceptar	Cancelar			

Además de un texto descriptivo que permitirá identificar la fase, se definen los valores relativos a la **Cota de excavación en el intradós** y la **Cota de excavación en el trasdós**. Si en la fase anterior ya se ha llega-

470

Arktec

do a la cota prevista de excavación total del intradós, no será posible modificar dicha cota en esta nueva fase.

Cada fase creada manualmente se inserta en la línea de la lista que en ese momento se tenga seleccionada en la lista de fases. Si no tiene ninguna línea seleccionada se colocará al final de las fases.

Los textos descriptivos de las fases podrán ser definidos automáticamente por el programa (en función de las acciones desarrolladas durante la fase) o fijados manualmente por el usuario.

Pulsando doble clic en la ventana de dibujo podrán editarse fases, anclajes, forjados y cargas.

En la ventana de dibujo podrán modificarse gráficamente la cota de excavación de las fases y las cotas de anclajes, forjados y cargas.

Cada vez que se añadan o eliminen fases se añadirán o eliminarán ventanas en el asistente pues para cada fase se creará una ventana en el asistente.

Definición Automática de fases

Seleccionado la opción **Generación automática de fases...** es posible definir las fases de forma automática introduciendo las etapas de excavación, con o sin arriostramientos –puntales y anclajes-, y las etapas de construcción de los forjados. Con esta información el programa creará automáticamente tantas fases como sea necesario para considerar el proceso constructivo de la pantalla.

Al utilizar el asistente de generación de fases se pierden las fases que hubiese definidas previamente.

Generación de fases: Etapas de excavación

Se definen las etapas de excavación y los anclajes con los que se definirán las fases. Puede utilizarse el botón **Añadir...**, o utilizar la ventana de dibujo, que tiene las siguientes prestaciones:

BOTÓN PRIMARIO (IZQUIERDO)

Pueden seleccionarse gráficamente la cota intermedia de excavación y la cota a la que se sitúan los puntales / anclajes, subiendo o bajando su cota de colocación. Pulsando doble-clic sobre los anclajes y puntales podrán editarse los anclajes o puntales ya definidos.

BOTÓN SECUNDARIO (DERECHO)

<u>Aparece</u> un menú contextual con la función **Añadir...**, que permite añadir una etapa intermedia de excavación, anclaje o puntal, en la cota en la que se haya pinchado con el botón secundario del ratón (ver cota representada en el ángulo inferior izquierdo de la ventana).



En cada etapa intermedia de excavación se definen los siguientes datos:

Etapa intermedia de exca	vación		
Tipo Anclaje	•		Carl Va
Cota de excavación	-300		1
Cota del anclaje	-150		
Rigidez axial (kN/m)	9,01e+002		
Separación (cm)	250		
Longitud del puntal (cm)		Angulo del anclaje (grados)	30
Permitir tracciones		Carga de tesado inicial (kN)	600,0000
E Módulo	o de Young (GPa)	🥅 Carga de plastificación (kN)	
at Coefic	iente de dilatación térmica		
Fase de ejecución			
J			Ŧ
Fase de eliminación			
1			<u></u>
	Aceptar	Cancelar	

- **Tipo** de apoyo, que puede ser puntal, anclaje o ninguno.
- Asistente para el cálculo de la rigidez axial de puntales y anclajes. Los puntales y anclajes se introducen en la pantalla mediante un resorte de una determinada constante de rigidez. Para el cálculo del valor de la rigidez en el caso del puntal, puede introducirse su valor directamente en el campo Rigidez axial, o puede utilizarse el asistente que realiza su cálculo.

Para puntales, se puede seleccionar un perfil de la base de perfiles o se puede introducir directamente el área transversal de la sección. El cálculo de la rigidez se hace mediante la expresión habitual k=E:A/L, siendo:

- A el área de la sección,
- **E** el módulo de Young del puntal
- L su longitud.

Di	Datos del puntal				
	– Sección –– Serie Perfil	HEA 400	Buscar		
	Área de la s	ección (cm2)	159,000		
	E 205,94701 Módulo de Young (GPa)				
	Longitud del puntal (cm) 1200				
		Aceptar	Cancelar		

Para anclajes. Existe una base de datos de modelos de alambres y cordones, almacenada en el archivo

Arktec

ANCLAPC.TR dentro de la carpeta Bases de datos del programa, en la que se pueden seleccionar los anclajes a utilizar.

Datos del ar	nclaje				
– Tipo – – –					
 Alaml 	pre	Modelo Y1570C	Diámetro (mm) 9,4		
C Corde	ón	Y1670C Y1770C Y1860C			
🗖 Cabl	2	Número de c	ordones / cable		
Valores característicos					
fmax	1570,00	Carga máxima (MPa)		
	Límite elás	stico (MPa) = 0,900	× fmax = 1413,00		
Área de la	a sección (cm2)	0,694		
E 210,00006 Módulo de Young (GPa)					
Longitud	del anclaje (cm)	0		
	Aceptar				

Atendiendo a la definición del Art.32.1 de la EHE se tiene:

- Alambre: según EHE Art.32.1 es un "...producto de sección maciza, procedente de un estirado en frío o trefilado de alambrón que normalmente se suministra en rollo".
- Cordón: pueden ser de 2, 3 o 7 alambres. Según EHE Art.32.1 "cordón de 2 ó 3 alambres es un conjunto formado por dos o tres alambres de igual diámetro nominal d, todos ellos arrollados helicoidalmente, con el mismo paso y el mismo sentido de torsión, sobre un eje ideal común (véase UNE 36094:97)". "Cordón de 7 alambres es un conjunto formado por seis alambres de igual diámetro d, arrollados helicoidalmente, con igual paso y en el mismo sentido de torsión, alrededor de un alambre central recto cuyo diámetro estará comprendido entre 1,02d y 1,05d (véase UNE 36094:97)".
- Cable: conjunto de cordones, especificando en el programa el número de cordones por cable a poner.
- fmax, carga unitaria máxima de rotura. Para la definición del límite elástico, de introduce un factor a aplicar sobre la carga máxima de rotura fmax, de valor por defecto 0,9.
- Área de la sección cm² del anclaje elegido (A).
- **E**, módulo de Young del anclaje.
- Longitud del anclaje

Con estos datos se calcula su rigidez con la expresión k=E:A/L.

Importante



El programa no realiza la comprobación de los anclajes y puntales; es necesario verificar que los esfuerzos resultantes en estos elementos auxiliares (ver Listado de Pantallas de Contención) son resistidos.

474

Arktec

Otros valores de la definición de una etapa de excavación:

- Cota de excavación, valor de la cota de excavación correspondiente a la etapa de excavación que se está definiendo. Una etapa de excavación que incluya elemento de apoyo (anclaje o puntal), generará dos fases: la primera la de la excavación del terreno hasta la cota definida en esta opción, y la segunda la colocación del elemento de apoyo (anclaje o puntal).
- Cota de anclaje o del puntal
- Rigidez axial, que podrá introducirse manualmente o utilizando los asistentes para puntales y anclajes.
- **Longitud del puntal**, en el caso de utilizar este tipo de arriostramiento.
- Opción Permitir tracciones (sólo para el caso de puntales). La activación de esta opción dependerá del tipo de unión entre el puntal y la pantalla. Si se ejecuta una unión que pueda soportar tracciones, esta opción deberá estar habilitada. Por defecto está deshabilitada.
- Valores E y at –coeficiente de dilatación térmica- (sólo para el caso de puntales), utilizados en el caso de existir cargas de temperatura.
- Ángulo del anclaje (grados), con respecto a la horizontal.
- **Carga de tesado inicial (kN)**, en el caso de que el anclaje sea activo se introduce su carga de tesado.
- Carga de plastificación (kN), para permitir que se considere la plastificación del anclaje. Es recomendable que en un primer tanteo de cálculo de la pantalla esta opción esté desactivada. Una vez correctamente dimensionado el anclaje a partir de los resultados del análisis, se puede activar esta opción en un cálculo final para considerar las características reales del anclaje que se va a construir. El valor de la carga de plastificación se inicializa automáticamente por el valor del límite elástico, si ha utilizado el asistente para seleccionar el anclaje.
- Los campos Fase de ejecución y Fase de eliminación se utilizan fuera del asistente, cuando las fases ya están creadas, para modificar las fases de ejecución y/o eliminación del anclaje o puntal. Si el anclaje o puntal se retira en una fase distinta de la última (la fase de servicio), se entenderá que el anclaje o puntal es provisional. En caso contrario, se entenderá que es permanente. Esta diferencia es importante en los anclajes, porque normativas como la española CTE DB SE-C fijan un coeficiente de seguridad del efecto de las acciones sobre los anclajes diferentes para ambos casos.

Generación de fases: Etapas de la construcción de forjados

En esta solapa se definen los forjados que afectan a la pantalla en su fase de construcción. Es posible definir los datos de cada forjado de forma manual, definiendo su cota, canto, cargas, rigidez..., o bien utilizar los datos de los forjados ya definidos en la estructura, que es el proceso más automático.

Si se eliminan forjados de la estructura a los cuales está vinculado el cálculo de alguna pantalla de contención, el programa preguntará si se quiere eliminar el forjado del cálculo de la pantalla de contención o se quiere desvincularlo.

La opción **Construcción Inversa** <u>sólo será posible activar si no hay puntales ni anclajes definidos pero sí</u> <u>forjados</u>. Debe utilizarse cuando se vaya a utilizar este sistema constructivo, en el que los forjados se ejecutan de arriba hacia abajo según se va excavando el terreno.

En la ventana de dibujo podrán modificarse gráficamente la cota de los forjados, siempre que dicha cota no esté vinculada a ningún forjado de la estructura.



Añadir.... Esta función accede a una caja de diálogo con los datos de los forjados a definir. Es necesario definir la cota del forjado (cota de la cara superior), su canto y su rigidez axial por metro lineal. Estos valores pueden definirse directamente, utilizar un asistente de ayuda (si el forjado no está vinculado a un forjado de la estructura) u obtener esos datos del forjado de la estructura al que se vincula.

Editar forjado				
Vinculado al forjado LC50 del plano -900				
Los valores que se introducen en esta calculados automáticamente por el pro	a caja podrán ser definidos explícitamente por el usuario o ograma a partir de las características del forjado vinculad			
Dato vinculado	++++			
🔽 Cota (cm)	-900			
🔽 Canto (cm)	50,0			
Rigidez axial por ml (kN/m)	1,95e+006			
Cargas (kN/m)	Aceptar			
🔽 En fase de construcción	-0,9881			
En fase de servicio	-1,3435 Cancelar			
Momentos (kNm /m)				
En fase de construcción	0,000000			
🔽 En fase de servicio	-0,000000			
Permitir tracciones				
Fase de construcción del forjado				
Fase 7. Construcción de forjado en l	la cota -900 🔹			

- Permitir tracciones, esta opción es similar a la existen en la definición de puntales. Si está activada se considera que la unión forjado-pantalla puede resistir tracciones.
- Fase de construcción del forjado. En el asistente de definición de fases esta opción está desactivada. Posteriormente a la creación de todas las fases, esta opción puede utilizarse para cambiar de fase un forjado ya definido en otra fase.

En el asistente de ayuda de forjados, se define:

- Tipo de forjado: Losa, Unidireccional o Reticular. Esta opción se utiliza para la función Buscar... que permite seleccionar entre las fichas de forjados unidireccionales o reticulares, la Serie y el Nombre.
- Canto y Área de la sección por ml, se recuperan de forma automática de la ficha de forjado seleccionado. En el caso de tipo Losa, se introducen por el usuario. El valor del canto sirve para determinar con exactitud la cota donde se sitúa el resorte representativo de este forjado, a mitad del valor del canto del forjado.
- Módulo de Young E.
- Longitud del forjado (cm). Para la determinación de la rigidez que aporta el forjado a la pantalla, en este campo se define la longitud perpendicular a la pantalla a considerar en la fórmula de *k*=*E*:*A*/*L*. En el caso de que el forjado apuntale o acodale 2 pantallas enfrentadas, el valor de esta longitud será la mitad de la distancia que separa las 2 pantallas.

Datos del forj	ado	
Tipo Ficha	Unidireccion	al 💌
Nombre	P30E	Buscar
Canto (cm)		30,0
Área de la s	ección por ml (cm2)	550
E 27,264	104 Módulo de Y	oung (GPa)
Longitud de	el forjado (cm)	0
4	Aceptar	Cancelar

Visualización de las fases

Una vez definidas todas las fases, ya se de forma manual o automática con el asistente, pueden verificarse gráficamente su definición, seleccionando cada fase en la ventana **Fases de construcción de la pantalla de contención**. Si no hay ninguna fase seleccionada se representa el terreno. Seleccionando sobre cada una de las fases se comprueban los anclajes, puntales y forjados definidos:







Arktec





Arktec







Ejemplo de fases con utilización de anclajes antes de la excavación de cada forjado. La última fase es la fase de servicio, con las cargas de las estructuras en cabeza de la pantalla.

Solapa de cada fase

Una vez definidas todas las fases se crea una solapa independiente para fase, pudiendo editar de forma individualizada las cargas anclajes y forjados.

Pulsando *doble clic* en la ventana de dibujo podrán editarse fases, anclajes, forjados y cargas. La opción **Mostrar únicamente los datos de cada fase** permite visualizar los anclajes y puntales, forjados y cargas de esta fase o de todas, datos que se representarán gráficamente y en la ventana de texto.

En la ventana de texto pueden seleccionar añadirse o editarse los arriostramientos (anclajes y puntales), los forjados y cargas definidos.

En la ventana de dibujo podrán modificarse gráficamente la cota de excavación de las fases y las cotas de anclajes, forjados y cargas.

La lista de anclajes forjados y cargas podrá ordenarse pulsando sobre cada uno de los títulos de la lista.

Operaciones en cada fase definida

Añadir y editar anclajes o puntales

Podrán añadirse y editarse manualmente los anclajes y puntales desde la solapa de cada fase. Para los anclajes y puntales añadidos manualmente deben definirse también las fases de excavación necesarias. El asistente de creación de fases se encarga de crear una fase de excavación con cada anclaje, pero en la creación manual es necesario que el usuario lo haga.

Añadir y editar cargas

Manualmente se pueden añadir las cargas de los siguientes tipos:

Carga Rectangular

Carga en pantalla de co	ntención		
Tipo de carga	Rectangular	•	
Valor	500.00	kN	
Distancia a la cara de la	100	cm	
Largo (I1)	200	cm	V2 (0
Ancho (l2)	200	cm	
Situación			
En superficie			Aceptar
C A cota			
			Cancelar
Fase de entrada en carg	a		
Fase 11. Fase de servic	io	~	

Se definen por su valor, la distancia *a* de la cara del trasdós de la pantalla, y sus dos dimensiones /1 y /2. El plano de aplicación de la carga puede ser **En superficie**, la cota superior del terreno o a una cota **A cota** especificada.

En el campo **Fase de entrada en carga** se define la fase en la que se debe de considerar la carga, apareciendo la lista desplegable con las fases definidas en ese momento.

Carga Superficial

Es una carga distribuida uniformemente en una superficie.

Tipo de carga	Superficial	T	
Valor	500,00	kN/m²	
Distancia a la cara de la pantalla (a)		cm	
Largo (I1)		cm	
Ancho (12)		cm	
- Situación			
En superficie			Aceptar
O A cota			
			Cancelar

Se define su valor, su cota de situación y la fase de entrada en carga.

Carga Lineal

Carga en pantalla de co	ntención		
Tipo de carga	Lineal	_	
Valor	500,00	kN/ml	
Distancia a la cara de la pantalla (a)	100	cm	
Largo (I1)		cm	
Ancho (I2)		cm	
Situación			
En superficie			Aceptar
C A cota			
E			Cancelar
Fase de entrada en carg	a		
Fase 11. Fase de servic	io	–	

Se define la distancia o separación a de la cara del trasdós de la pantalla, su valor en Kn/ml y la fase de entrada en carga.

Carga Vertical, Horizontal y Momento Flector en Coronación

Se define su valor por unidad de longitud de la pantalla y la fase de entrada en carga.

ipo de carga	Vertical en coro	onación 🗾 💌	
/alor	500,00	kN/ml	
)istancia a la cara de la		cm	
antalla (a) .argo (11)	, 	cm	
ncho (12)	, 	cm	
Situación	,		
C En superficie			Aceptar
C A cota			Canadar
ase de entrada en carga	3		Cariceiai
Fase 11. Fase de servici	0	•	
rga en pantalla de co	ntención		
ipo de carga	Horizontal en c	oronación 🔻	
	,		
alor	500,00	kN/ml	
listancia a la cara de la		070	
antalla (a)		om	
argo (m)		cm	
ncho (12) • Situación		un	
C En superficie			Aceptar
🔿 A cota			
ase de entrada en caroa	3		Cancelar
Fase 11. Fase de servici	0	•	
rga en pantalla de co	ntención		
ino do orrao			
ipo de calga	Jimomento en co	Jonacion	
alor	500,00	kNm /ml	
listancia a la cara de la			
antalla (a)		cm	
argo (I1)		ĊM	
ncho (l2) Situación		cm	
C En superficie			Aceptar
C A cota			oopvar
			Cancelar
ase de entrada en caro;	3		

-

Añadir y editar forjados

Los forjados podrán añadirse de dos maneras manualmente y automáticamente, haciendo que el programa busque la intersección entre la pantalla de contención y los forjados de la estructura. Los datos de los forjados introducidos a partir de los forjados de la estructura podrán quedar vinculados o no. Cuando el forjado está vinculado la información utilizada para calcular la pantalla de contención no la introduce el usuario directamente sino que es el programa quien la calcula a partir de los datos del forjado de la estructura. Cada uno de los datos del forjado podrá desvincularse de forma individual.

Añadir los forjados de la estructura

La opción **Añadir forjados de la estructura...** permite considerar los forjados ya definidos en la estructura en la fase actual y en las siguientes a partir de la que se añadan.

Forjados de	la estructura
-------------	---------------

Plano	Forjado
0	LF30
-300	LF30
-600	LF30 LC50
500	2000
	Aceptar Cancelar

En los casos de los forjados importados de la estructura, la función **Editar...** muestra la siguiente información:

Editar fo	orjado				
Vincula	Vinculado al forjado LC50 del plano -900				
Los val calcula	ores que se introducen en esta dos automáticamente por el pro	caja podrán ser d ograma a partir de	efinidos explícita las característica	amente por el usuario o as del forjado vinculado.	
Dato vincula	ado	+ ++ + + + +			
	Cota (cm)	-900			
	Canto (cm)	50,0			
	Rigidez axial por ml (kN/m)	1,95e+006			
_ ⊂ Carg	as (kN/m)	,	-	Aceptar	
	En fase de construcción	-0,9881			
	En fase de servicio	-1,3435		Cancelar	
Mom	ientos (kNm /m)		7		
	En fase de construcción	0,000000			
	En fase de servicio	-0,000000			
	Permitir tracciones				
Fase d	le construcción del forjado				
Fase	7. Construcción de forjado en l	a cota -900 📃 🗖	·		

Se observa que los valores **Cota**, **Canto**, **Rigidez axial**, **Cargas**, **Momentos**... son datos que están vinculados al forjado de la estructura, es decir, son datos que el programa obtiene automáticamente de la estructura, y por tanto sus valores no son editables (las celdas aparecen desactivadas en gris). Si quiere modificar estos valores, se debe desactivar el *check* a su izquierda, cambiándose el campo a editable. En la imagen siguiente, como ejemplo se ha modificado la rigidez axial:

Editar f	orjado		
Vincula	do al forjado LC50 del plano -9	00	
Los val calcula	ores que se introducen en esta dos automáticamente por el pro	i caja podrán ser d ograma a partir de	definidos explícitamente por el usuario o las características del forjado vinculado.
Dato vincula	ado	+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++	
	Cota (cm)	-900	
	Canto (cm)	50,0	
	Rigidez axial por ml (kN/m)	1,95e+008	
	En fase de construcción	-0,9881	Aceptar
	En fase de servicio	-1,3435	Cancelar
_ Mom	entos (kNm /m)		
	En fase de construcción	0,000000	
	En fase de servicio	-0,000000	
	Permitir tracciones		
Fase o	le construcción del forjado		
Fase	7. Construcción de forjado en l	a cota -900 📃 🔹	•

Solapa Datos Identificación y Viga de coronación

En la última solapa del asistente se define:

- Nombre de la pantalla, constituido por hasta 8 caracteres alfanuméricos, que sirve de identificación en planos y listados.
- Canto de la viga de coronación. El ancho de la viga de coronación es siempre igual al espesor de la pantalla continua o del diámetro de los pilotes en el caso de pantallas de pilotes. Las pantallas de tablestacas carecen de viga de coronación, por lo que no se solicita este dato.

Al pulsar el botón **Finalizar** se realizan los siguientes chequeos geométricos definidos en el apartado **Geometría: chequeo de pantallas**.

	; coronación
ramo 1 de 1. Nombre PAS Viga de coronación Canto (cm) 75	

Funciones del menú Geometría >...Pantallas

Existen un conjunto de funciones de aplicación sobre pantallas de contención ya definidas. Para seleccionar una pantalla de contención, es necesario seleccionar con el ratón sobre cualquiera de los lados horizontales o verticales de la pantalla.

Geometría: Función Modificar pantalla de contención

Se selecciona una pantalla de contención ya existente. Se muestra en pantalla el asistente de definición y modificación de pantallas, pudiendo acceder a cada uno de sus datos.

Geometría: Función Girar pantalla de contención

Permite cambiar de lado el trasdós y el intradós en pantallas de contención. Al igual que en los muros de sótano, aquí el trasdós se dibujará con línea más gruesa.

Geometría: Función Invertir dirección

Permite cambiar el origen y la dirección horizontal de la construcción de los módulos, pilotes o tablestacas de la pantalla. Se utiliza para posicionar el dibujo de los módulos de las pantallas de hormigón en el croquis.

Geometría: Chequeo de pantallas

Al crear una pantalla de contención y al chequear su geometría se realizan diferentes comprobaciones relativas a:

- Tamaño de la pantalla.
- Coherencia entre las cotas inferior y superior de la pantalla y las cotas de excavación de las fases, las cotas de los anclajes, puntales, cargas y forjados.
- Coherencia entre las cotas de anclajes, puntales y forjados y sus fases de ejecución.
- Existencia de forjados definidos en la estructura y no considerados en el cálculo de la pantalla de contención.
- Existencia de forjados a los cuales está vinculado el cálculo de la pantalla.

Ninguno de los errores de definición de las pantallas de contención impiden el cálculo de esfuerzos, y por tanto en el chequeo de geometría todos los mensajes se consideran advertencias.

De los siguientes errores, algunos impiden el cálculo de la pantalla de contención a la que pertenecen (**Er**) y otros son advertencias que no impiden el cálculo de la misma (Adv).

Cuando una pantalla de contención tenga errores de geometría y como consecuencia de ello no se pueda calcular, en el listado de errores de cálculo se indicará que la pantalla tiene errores de geometría.

Mensaje	Dimensiones no válidas. (Er)
Descripción	Este mensaje se muestra cuando la altura y/o la anchura de la pantalla es menor de 1 me- tro.
Mensaje	Separación entre pilotes no válida. (Er)
Descripción	Se debe cumplir la relación de que la separación entre pilotes será mayor o igual que el espesor de la pantalla, y menor o igual que 3 veces el espesor de la pantalla.
Mensaje	Longitud del módulo no válida. (Er)
Descripción	Se debe cumplir la condición de que la longitud del módulo en pantallas de hormigón será mayor que 2 veces el espesor de la pantalla.
Mensaje	Advertencia: No se consideran las cargas en coronación procedentes de la estructura. (Adv)
Descripción	Aparece este mensaje a modo de advertencia siempre que la opción correspondiente esté desactivada, y la estructura además de pantallas de contención tenga otros elementos.
Mensaje	Tipo de terreno indefinido. (Er)
Descripción	No se ha definido el tipo de terreno.
Mensaje	Estrato no válido. Estrato intermedio de roca (Er)
Descripción	No se permiten estratos intermedios de roca. Si se define un estrato de roca necesaria- mente será el estrato inferior.
Mensaje	Cota de excavación no válida. No es posible excavar en estratos de roca. (Er)
-------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
Descripción	Si se ha definido algún estrato de roca, la cota de excavación de la pantalla necesariamen- te estará por encima de él.
Mensaje	El ángulo de talud es mayor que el ángulo de rozamiento interno del terreno. (Er)
Descripción	El ángulo talud no puede ser superior al ángulo de rozamiento interno del terreno del pri- mer estrato.
Mensaje	Error al leer los datos del forjado vinculado. (Er)
Descripción	Por alguna modificación en la estructura, posterior a la definición de la pantalla, el forjado vinculado ya no existe.
Mensaje	Cota no válida. (Er)
Descripción	La cota a la que se encuentra definido un forjado está por encima de la cota superior de la pantalla o por debajo de la cota de excavación de la misma. Si ha definido la cota de excavación igual a la cota del forjado, recuerde que en Tricalc la cota del forjado es su cara superior; deberá por tanto de definir la cota de excavación como menos hasta la cara inferior del forjado.
Mensaje	Cota de anclaje no válida. (Er)
Descripción	La cota a la que se ha colocado un anclaje o puntal está por encima de la cota superior de la pantalla o por de bajo de la cota de excavación de la misma.
Mensaje	Fases no definidas. (Er)
Descripción	La pantalla no tiene definida ninguna fase.
Mensaje	Cota de fase no válida. (Er)
Descripción	La cota de excavación para una fase, en el intradós o en el trasdós, está por encima de la cota superior de la pantalla o por debajo de la cota de excavación.
Mensaje	Cota de forjado o anclaje incompatible con la cota de excavación de la fase. (Er)
Descripción	La cota a la que se pretende construir un forjado o colocar un anclaje o puntal está por debajo de la cota hasta la que se ha excavado en la fase en la que se pretende introducir el forjado, anclaje o puntal.
Mensaje	En ninguna fase se alcanza la cota de excavación. (Er)
Descripción	En ninguna de las fases definidas se alcanza la cota de excavación definida para la panta- lla.
Mensaje	Cota de la rasante no válida. (Er)
Descripción	La cota de excavación está por encima de la cota superior de la pantalla o por debajo de la cota de excavación.
Mensaje	Sección no encontrada. (Er)
Descripción	Para pantallas de tablestacas, no se encuentra la serie o perfil asignada a la pantalla.
Mensaje	Forjado no considerado en el cálculo de la pantalla de contención. (Adv)
Descripción	Se ha encontrado un forjado en contacto con la pantalla de contención y que no se ha te- nido en cuenta para el cálculo de la misma. Debe volver al asistente para considerar el for- jado en el proceso constructivo; aunque puede haber casos en los que no interesa que un determinado forjado actúe como apoyo de la pantalla. En todo caso, el detalle constructivo del enlace pantalla – forjado debe corresponder al tipo de enlace considerado en el cálcu- lo.

-

Mensaje	Apoyos demasiado próximos (forjado(s), anclaje(s) o puntal(es)) (Er)
Descripción	No se permite que dos apoyos, ya sean dos forjados, dos anclajes o dos puntales, o uno de cada tipo, coincidan en una fase a menos de 20 cm de diferencia entre sus cotas respectivas.
Mensaje	Definición del trasdós incongruente con la posición del forjado. (Adv)
Descripción	Se comprueba si los forjados de la estructura situados en el lado del trasdós de la pantalla de contención, están por encima de la cota de excavación del trasdós.

Importación-Exportación de las pantallas de contención al modelo Allplan

En el archivo de intercambio con el programa Allplan, para las pantallas de contención, no se almacenarán ni los terrenos, ni fases, ni anclajes, ni forjados, ni constantes del material, ni cargas. Al exportar una pantalla al formato de intercambio estos datos se perderán.

Secciones y Datos

Base de datos de terrenos

La función **Secciones y datos>Terrenos...** permite la gestión de los distintos tipos de terrenos que utilizará el programa para el cálculo de las pantallas. El nombre del archivo es **TERRENOS.TR** y se instalará en la carpeta de bases de datos.

Los nombres de los terrenos contenidos en el archivo de terrenos que se entrega con el programa no pueden ser modificados por el usuario. Sólo pueden ser modificados los nombres de los terrenos introducidos por el usuario. Para más información se remite al capítulo específico del manual.

Perfiles de tablestacas

Se incluye en el programa la posibilidad de realizar las pantallas de contención por medio de tablestacas metálicas. Se incluyen los perfiles de las series Z y U procedentes del catálogo profilARBED de ARCELOR. También existe la posibilidad de usar otros perfiles metálicos y de madera, que ya existen en *Tricalc*. Las dos *piezas* del catálogo profilARBED que se tratan son:



Los perfiles han sido agrupados en las siguientes series: AZ, AU, PU, L y JSP y se guardan en archivos de extensiones **TR18.**

Cálculo de las pantallas

El proceso de cálculo de una pantalla requiere la resolución de diferentes fases de construcción o ejecución de las mismas. Para resolver una fase es necesario resolver primero la fase anterior.

La función Calculo>Pantallas de Contención>Calcular Todas... y la función Calculo>Pantallas de Contención>Calcular Plano... permiten calcular respectivamente todas las pantallas definidas de la estructura o solo las contenidas en el planos seleccionado.

Al iniciar el proceso de cálculo de las pantallas, se verifica si la estructura tiene calculado sus esfuerzos (función **Cálculo>Esfuerzos>Calcular**).

Si los esfuerzos de la estructura están calculados, en el cálculo de la pantalla se obtienen las cargas vinculadas de los forjados y las cargas en coronación. Estas acciones de la estructura vinculadas se obtienen de las reacciones producidas en esos vínculos, y considerando las cargas sobre la pantalla de la siguiente forma:

- Las cargas permanentes y de peso propio de los forjados, se consideran en la fase constructiva.
- La envolvente de las combinaciones de Estado Límite Último E.L.U., con coeficientes de mayoración igual a la unidad, de los forjados, a la fase de servicio.
- La envolvente de las combinaciones de E.L.U., con coeficientes de mayoración igual a la unidad, de pilares y diagonales en coronación, a la fase indicada en la pantalla.

Si los esfuerzos de la estructura no están calculados, aparece un mensaje de advertencia de tal situación:



Pulsando **Sí**, el programa continúa la ejecución del cálculo de las pantallas sin tener en cuenta las cargas provenientes de la estructura. Por tanto, las acciones sobre la pantalla que se hayan definido como vinculadas a la estructura, no se considerarán en el cálculo de la pantalla. Se recomienda utilizar esta opción solamente en los casos en los que el usuario esté completamente seguro de las consecuencias del cálculo que va a realizar, ya que es muy probable que al no considerar la totalidad de las cargas sobre la pantalla, los cálculos de la pantalla NO sean correctos.

Pulsando **No** se cancela el cálculo, debiendo de proceder a calcular previamente los esfuerzos de la estructura, y luego volver a solicitar el cálculo de las pantallas.

Cálculo de esfuerzos de cada pantalla

Bases generales

El cálculo de los desplazamientos y giros consiste en la resolución del sistema de ecuaciones $K \cdot d = F$. Como hipótesis de cálculo se considera cada pantalla apoyada horizontalmente en una serie de resortes *ficticios*, que simulan la influencia tanto del terreno como de los anclajes, puntales y forjados que vayan a intervenir en cada una de las fases de construcción de la pantalla.



Modelo de cálculo con resortes en cada punto de apoyo de la pantalla

Todos los cálculos de la pantalla se realizarán por metro de longitud en planta de la misma, lo que es tenido en cuenta para el cálculo de inercias, coeficientes de balasto, fuerzas actuantes, etc.

Para el comportamiento del terreno se utiliza un modelo elasto-plástico cuyas ramas serán lineales para simplificar los cálculos, aunque las pendientes para los empujes activo y pasivo serán diferentes. Los coeficientes de balasto activo y pasivo, así como las características del terreno son establecidos por el usuario en la definición de los terrenos en contacto con la pantalla.



Los coeficientes de empuje al reposo *Ko*, empuje activo *Ka* y de empuje pasivo *Kp* se calculan en función de las características del terreno, según las siguientes fórmulas:



$$Ka = \left[\frac{\cos\phi}{\sqrt{\cos\delta} + \sqrt{\frac{sen(\delta + \phi)sen(\phi - i)}{\cos i}}}\right]^{2}$$

$$Kp = \left[\frac{\cos\phi}{\sqrt{\cos\delta} - \sqrt{\frac{sen(\delta + \phi)sen(\phi + i)}{\cos i}}}\right]^{2}$$

$$Ko = (1 - sen\phi)(1 + sen(i)) \cdot (\mathbf{R}_{oc})^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_{a} = K_{a}\sigma_{v} - 2c\sqrt{K_{a}}$$

$$\sigma_{ah}^{'} = \sigma_{a}^{'}\cos(\delta)$$

$$\sigma_{av}^{'} = -\sigma_{a}^{'}\sin(\delta)$$

$$\sigma_{p} = (K_{p}\sigma_{v} + 2c\sqrt{K_{p}})\cdot\gamma_{E}$$

$$\sigma_{ph}^{'} = \sigma_{p}^{'}\cos(\delta)$$

$$\sigma_{O}^{'} = K_{O}\cdot\sigma_{v}$$

$$\sigma_{O}^{'} = \sigma_{O}^{'} \cot(\delta)$$

siendo

-

σ′ν	Tensión efectiva vertical, de valor γ' 'z (o $\Sigma \gamma'$ 'z si hay varios estratos)
γ	Peso específico efectivo del terreno (densidad aparente por encima del nivel freático o densidad sumergida por debajo de él)
z	Altura del punto considerado respecto a la rasante del terreno en su acometida al muro
Ка	Coeficiente de empuje activo
Кр	Coeficiente de empuje pasivo
Ко	Coeficiente de empuje al reposo. La fórmula empleada corresponde a la recogida por el USACE (1989). También hay una referencia a esta fórmula en Guide to Retaining Walls, del Geotechnical Engeneering Office de Hong Kong (capítulo 6) (Véase bibliografía).
ϕ	Ángulo de rozamiento interno
δ	Ángulo de rozamiento entre el muro y el terreno o relleno
i	Inclinación del talud en el trasdós respecto a la horizontal
σа	Empuje activo. (σ 'ah = parte horizontal; σ 'av = parte vertical)
σp	Empuje pasivo. (σ 'ph = parte horizontal; σ 'pv = parte vertical)
Roc	Razón de sobreconsolidación: Cociente entre la presión efectiva de sobreconsolidación (máxima presión efectiva que ha soportado un suelo a lo largo de su historia geológica) y la presión efectiva actual. La fórmula no es válida para Roc > 25. En <i>Tricalc</i> , siempre se considera de valor 1,00.

Manual de instrucciones Tricalc 7.1

Se recurre a un proceso iterativo para llegar a la situación de equilibrio en cada fase, según un criterio de convergencia fijado, y que se define más adelante. Dentro de cada fase se considera que los puntos del terreno se mueven dentro del mismo diagrama de empujes, pero para pasar de una fase a otra se tiene en cuenta el proceso de descarga en dicho diagrama. Los resultados de cada fase se guardan para ser utilizados para la fase siguiente.



Caminos de carga – descarga (0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 y 0 \rightarrow 1' \rightarrow 2' \rightarrow 3') para ley desplazamiento – empuje





Se considera que, de existir algún estrato de roca, estará lo más profundo posible y la profundidad de excavación no puede exceder la de dicho estrato.

Discretización de la pantalla

La pantalla se modeliza como una viga continua apoyada sobre resortes, dividida en trozos de 10 cm de longitud, lo que proporciona una exactitud suficiente en la totalidad de los casos estudiados. Además, existirán puntos de cotas obligadas, por ser puntos de los que se necesitan datos a lo largo del proceso, como por ejemplo la posición de forjados, de los puntales y anclajes. En cualquier caso la distancia entre cotas será igual o inferior a 10 cm. El apoyo en los forjados se considera en una cota igual a mitad del canto del forjado.

El criterio de signos utilizado en los listados es el de desplazamientos positivos en sentido trasdósintradós, según el siguiente esquema:



Criterio de signos utilizado en desplazamientos

Cálculo de los empujes

Una vez calculadas las cotas o puntos de cálculo, seguidamente se calculan los empujes verticales que existen en cada una de las cotas, así como los desplazamientos que marcan los límites entre los estados activo y pasivo para cada cota. Se calculan por separado los empujes en el trasdós y en el intradós. Los empujes verticales serán constantes dentro de una misma fase, a diferencia de los horizontales, que serán modificados a lo largo de las iteraciones, utilizando el diagrama de empujes ya comentado anteriormente.

Hay que considerar que algunos puntos pueden ser de cambio de estrato, con lo cual a igualdad de tensión vertical, hay diferente tensión horizontal al variar *Ko, Ka* y *Kp*. A la tensión horizontal debida al terreno, se añade el empuje debido al nivel freático. En el intradós, el nivel freático siempre se considera al nivel de la excavación o por debajo de ella, aunque en el trasdós el nivel freático esté a una cota más elevada. También se incluyen las tensiones horizontales debidas a las sobrecargas, que se considera existentes sólo en el trasdós.

Para calcular estas últimas tensiones se pueden seleccionar, en la caja de opciones de cálculo de pantallas, o bien las fórmulas existentes en el Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-SE-C), o bien las fórmulas de Boussinesq-Terzaghi. Los resultados obtenidos utilizando unas u otras fórmulas son diferentes; la opción por defecto es **Fórmulas de Boussinesq-Terzaghi**. Las fórmulas de cada opción son las siguientes:

Fórmulas de CTE-DB-SE-C: Para el cálculo de los empujes horizontales que provocan las sobrecargas, se tienen en cuenta las fórmulas que se exponen en el apartado 6.2.7 del DB SE-C.

Para cargas lineales:



Para cargas en banda y rectangulares:



y para cargas superficiales se considera un aumento del peso de tierras igual a la sobrecarga actuante.



Fórmulas de BOUSSINESQ-TERZAGHI
 Carga en banda:

Arktec

Carga puntual:



$$p_q = 0.28 \frac{q}{H^2} \frac{n^2}{(0.16 + n^2)^3}$$

Si m >= 0,4:
$$p_q = 1.77 \frac{q}{H^2} \frac{m^2 n^2}{(m^2 + n^2)^3}$$

No se considera el efecto de la distribución en planta de las cargas rectangulares. Además, si existen intercalados terrenos cohesivos y no cohesivos, si se elige las fórmulas de cálculo del CTE, se tendrá en cuenta la fórmula correspondiente para cada estrato.

Proceso iterativo de cálculo

Se realiza para cada fase de ejecución un proceso iterativo que concluya al conseguir entre una iteración y la siguiente una diferencia entre los movimientos de los puntos suficientemente pequeña. El criterio de convergencia es que entre dos iteraciones, la media de la suma de las diferencias de desplazamiento es inferior a 0,001 cm.



Enlace entre distintas fases

Para enlazar una fase con la siguiente se necesita *recordar* el punto en el que finalizó la fase anterior. Una vez obtenidos los desplazamientos δ_{fin} de una fase en todas las cotas que intervienen en el cálculo, en cada punto se calcula una tensión del terreno σ_{fin} a partir de la gráfica de esa fase.

Para el cálculo del gráfico empuje-deformación de la siguiente fase, se considera tanto el cambio del valor del empuje pasivo, activo y en reposo (por ejemplo, porque se haya excavado más profundidad), como la posición en que se terminó en la fase anterior.

Puntales

Para considerar los puntales se hace un proceso similar al considerado para el terreno. Hay que tener en cuenta la fase en la que se coloca el puntal. Si en una misma fase se coloca un puntal y se excava, primero se considera que se coloca el puntal y luego que se excava. Si la pantalla se desplaza hacia el intradós más que al principio de esa fase de colocación (es decir, al final de la fase anterior a la colocación), la pantalla se apoyará en el puntal. Si se viene hacia el trasdós, dependerá si el puntal admite tracciones o no (opción que se fija en su definición), para que dicho puntal reciba tensiones de tracción o simplemente se separe de la pantalla.

Para el cálculo del efecto de los puntales también se tiene en cuenta los cambios térmicos que pueden producirse. Se establecerá en las condiciones de cálculo para todas las fases. Se considera que la fuerza que hay que añadir en este caso es:

 $F = \alpha \cdot L \cdot \Delta T \cdot K$

donde

- α coeficiente de dilatación del acero (por defecto 1,17 \cdot 10-5 °C-1), que se fija en los datos del puntal.
- L longitud del puntal.
- **ΔT** Incremento de temperatura.
- K Rigidez del puntal.

Manual de instrucciones Tricalc 7.1

Anclajes

Los anclajes pueden ser activos si se les aplica un tesado inicial, o pasivos sin tesado; además hay que considerar si existe o no carga de plastificación del tirante. Los tirantes no admiten compresiones.

Por ejemplo, si se considera el caso con carga de plastificación resulta un gráfico tensión – deformación de esta forma:



donde

- **Fp** Fuerza de plastificación
- Ft Fuerza de tesado
- F0 Fuerza en el origen (desplazamiento nulo)
- F0' Fuerza en el origen en el caso de que haya habido plastificación
- δi Punto a partir del cual el cable se destensa
- δi' Igual que el anterior, pero si ha habido plastificación
- δt Desplazamiento en el momento del tesado
- $\pmb{\delta}_{\text{max}}$ Máximo desplazamiento que ha tenido el cable a lo largo de la historia tensional
- **δp** Mínimo desplazamiento del cable a partir del cual comienza la primera plastificación del mismo

Forjados

El tratamiento de los forjados es análogo al de los puntales, con la salvedad de que aquí se puede incluir el cortante (transmitido a la pantalla como axil), y el momento transmitidos por el forjado a la pantalla, tanto en la fase de construcción como en la fase de servicio. El criterio de signos que se sigue es de momentos negativos si la cara superior del forjado está traccionada:



Cargas en coronación

Se contempla también la posibilidad de que se apliquen cargas de coronación en la pantalla. Puede existir carga horizontal, vertical y momento. Se aplican como fuerzas nodales en el extremo superior de la pantalla. El criterio de signos seguido es el mismo de siempre y sus valores vendrán dados por metro de ancho de pantalla.

Cálculo del círculo de deslizamiento

El objetivo de este cálculo es conseguir el factor de seguridad mínimo que existirá para garantizar la estabilidad global del conjunto frente a una rotura circular del suelo que abarque la pantalla. Solo se calcula en las fases en las que no existe ningún forjado

Se ha utilizado el método de Bishop modificado, que considera el terreno dividido en fajas y plantea un equilibrio de momentos. Se considera como simplificación adicional, que las acciones verticales entre fajas contiguas se anulan. El factor de seguridad es:

 $F.S. = \frac{\sum Mequilibrantes}{\sum Mdesequilibrantes}$

Para cada pantalla puede obtenerse el factor de seguridad en cada fase en la gráfica de pantallas y en el listado de pantallas.

Arktec

Manual de instrucciones Tricalc 7.1

La división en fajas se realiza como se indica en la figura:



La fórmula a la que se llega es la siguiente:

$$FS = \frac{\sum \frac{cb + (W + Q - ub)\tan\phi}{m_i} + \frac{\sum Meq}{R}}{\sum Wsen\alpha_i} + \frac{\sum Md}{R}}, \text{ donde } m_i = \cos\alpha_i (1 + \frac{\tan\phi\tan\alpha}{FS});$$

siendo:

- **W** Peso de la rebanada. Si parte de la rebanada está por debajo del nivel freático se tendrá en cuenta el peso sumergido
- **Q** Sobrecarga actuante en la rebanada
- **b** Ancho de la rebanada
- c Cohesión
- u Sobrepresión de poros, considerada de valor nulo (la presión del agua es la hidrostática)
- α Ángulo descrito en la figura
- R Radio del círculo
- Md Resto de momentos desequilibrantes
- **FS** Factor de seguridad

Hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

- Dado que dicha expresión FS está contenido de forma implícita en la fórmula hay que resolver por tanteos. Se considerará que se llega a la solución cuando la diferencia entre un paso y el anterior sea menor que 0,001.
- El punto P es el origen de coordenadas con respecto al cual se darán las coordenadas del centro del círculo. Dicho centro siempre deberá estar por encima del punto de intersección del círculo con el punto de corte con el trasdós.
- Los círculos que no impliquen desnivel de terreno no se considerarán.
- Tampoco se consideran los círculos que atraviesen un estrato de roca.

- Los círculos de deslizamiento no cortarán a la pantalla, puesto que no sería posible la continuidad de la forma de rotura debido a la mayor rigidez de la pantalla.
- Hay que ser prudentes con los valores que toma *a*, ya que si toma valores negativos elevados, la simplificación que se utiliza con respecto a las acciones entre las fajas contiguas deja de tener validez. Para cuidar ese aspecto solo consideramos para el cálculo las fajas que cumplan:

$$1 + \frac{\tan\phi \cdot \tan\alpha}{FS} \ge 0,10$$

Se realiza un tanteo de posibles centros de modo iterativo en unza zona de ancho 4H, según la figura, en la que H es la altura de la excavación:



Se tienen en cuenta los puntales en el equilibrio total. Los tirantes se considera que son abarcados completamente por el círculo que se calcula, ya que es una hipótesis más pesimista. En la práctica, el bulbo de los tirantes deberá estar por fuera del círculo.

Las fases en las que existen forjados no se calculan el círculo de deslizamiento por considerar que el conjunto tiene la suficiente rigidez como para fallar de esta manera.

Manual de instrucciones Tricalc 7.1

Cálculo sísmico

Para el cálculo sísmico se toma como base la fase anterior finalizada sin sismo y se hace una nueva *sub-fase* en la que se toman en cuenta los coeficientes sísmicos que correspondan. Lo que se refleja en los resultados es la influencia de un movimiento sísmico en una fase determinada (incluso en pleno proceso de ejecución de la pantalla).



Dichos coeficientes son aplicados para mayorar las tensiones existentes en el trasdós. Los datos de tensiones y desplazamientos finales para realizar el cálculo se cogen de la correspondiente matriz de resultados del cálculo *sin temperatura/sin sismo* o bien *con temperatura/sin sismo*. Existe una excepción en el cálculo en lo referente a la norma chilena, que en lugar de considerar una mayoración por un coeficiente, lo que hace es añadir una cierta cantidad a lo que ya existe.

También se tienen en cuenta los movimientos sísmicos de cara al cálculo del círculo de deslizamiento. El cálculo se ha realizado de forma pseudo-estática, que consiste en considerar un empuje horizontal desestabilizador, que será igual al coeficiente sísmico correspondiente multiplicado por el peso de la rebanada que se considere. Al igual que en el caso anterior, existe la excepción de la norma chilena, pero aquí se ha resuelto de manera distinta. Lo que aquí se hace es considerar un coeficiente de mayoración ficticio, resultado de la siguiente operación:

donde

T1 Resultante de las tensiones del trasdós

T2 Resultante de las tensiones que tendríamos que añadir con la Norma chilena

Con el factor resultante, Se calculan todas las fajas como en el caso del resto de normativas.

Cálculo de 2º orden

El programa incluye un cálculo en segundo orden real de la pantalla. Se puede considerar de forma opcional que en las sucesivas iteraciones dentro del cálculo de una fase, se incluyan los efectos de los axiles en cada elemento de discretización de la pantalla. Se calcula el momento que se generará debido a la diferencia de movimientos entre el extremo superior del elemento y la parte inferior, y se añaden al vector de fuerzas nodales las fuerzas horizontales que provocarían un momento de la misma magnitud que el provocado por la excentricidad de los axiles. El proceso se realiza en un único bucle de iteraciones.



Par de fuerzas equivalente

Según lo que se ve en la figura superior, las fuerzas a añadir en cada extremo de cada elemento es F, y su valor es:

$$F = \frac{(N_1 + N_2)\delta}{2l}$$

Cálculo del armado de pantallas continuas de hormigón

Estas pantallas están constituidas por módulos hormigonados y armados de forma independiente, aunque machihembrados para garantizar una mayor estanqueidad y un cierto comportamiento conjunto en el plano horizontal.

Cada módulo se comporta entonces estructuralmente como un pilar sometido a flexión en el plano perpendicular a la pantalla y, de forma opcional, también a un axil (es decir, a flexocompresión). Por tanto, si la opción de cálculo **Dimensionar sólo a flexión simple** se encuentra activada, el axil que pudiera existir no se tendrá en cuenta para el armado de la pantalla. El axil de compresión suele ser favorable (proporciona una menor armado y una menor fisuración) por lo que algunos autores sugieren, por seguridad, no tenerlo en cuenta para el dimensionado (armado) de la pantalla. Además, parte del axil que soporta la pantalla se transmite al terreno por rozamiento lateral.

El programa supone siempre que el machihembrado es de forma semicircular, por lo que, a efectos resistentes, sólo se tendrá en cuenta el hormigón y el acero situado en la zona rayada de la figura siguiente:



Arktec

Armadura Longitudinal

Tricalc calcula el armado longitudinal de la pantalla en base a los esfuerzos calculados en todas y cada una de las fases (constructivas y de servicio) de la pantalla. Si existen puntales y se ha definido en las opciones un incremento / decremento de temperatura a tener en cuenta, se consideran los esfuerzos considerados para ambos casos de cambio de temperatura. Así mismo, si en las opciones de cargas del programa se ha habilitado la consideración de la acción sísmica, se tendrán también en cuenta los esfuerzos con o sin sismo. No se utiliza la envolvente de esfuerzos de todas las fases, casos de temperatura y sismo, porque para secciones flexocomprimidas, esto estaría del lado de la inseguridad.

Para los estados límite últimos, estos esfuerzos se mayoran de acuerdo a las opciones fijadas por el usuario, teniendo en cuenta que las situaciones sísmicas tienen su propio coeficiente de seguridad.

La armadura longitudinal (vertical) está formada por una armadura base (continua en toda la altura de la pantalla) más, si es necesario, unos refuerzos. El usuario puede fijar qué porcentaje del área de acero necesaria debe cubrirse por la armadura base. De esta forma se puede llegar a soluciones de armado desde sólo armadura base (con más kilos de acero, pero con construcción más sencilla) hasta armadura base mínima y mayor número de refuerzos (que conlleva una mayor ahorro de acero).

La consideración de la armadura comprimida en la resistencia de la sección es opcional. Normalmente no debe tenerse en cuenta, puesto que no cuenta con la armadura transversal (estribos) que la unan a la armadura traccionada necesaria por normativa para así evitar su posible pandeo.

La armadura de refuerzos, para conseguir una ejecución más sencilla, se coloca de forma que haya uno o dos redondos de refuerzo en todos y cada uno de los huecos de la armadura base. Es decir, si la armadura base está formada por N redondos verticales, podrá haber (N - 1) o $2 \cdot (N - 1)$ redondos de refuerzo en una sección.

La comprobación de la fisuración es opcional. Si se comprueba, es opcional si se desea que el programa aumente el armado longitudinal hasta que la comprobación de la fisuración sea satisfactoria.

En cualquier caso se cumplen las disposiciones de la normativa seleccionada referentes a cuantías mínimas y máximas y distancias mínimas y máximas.

Armadura secundaria

La armadura secundaria es horizontal y está formada por cercos que rodean toda la sección. Además de cumplir la cuantía mínima correspondiente a la armadura horizontal de muros, esta armadura tendrá una cuantía no menor del 20% de la cuantía de la armadura base vertical de trasdós e intradós.

Otras armaduras

El programa también coloca y dimensiona las siguientes armaduras auxiliares, que no contribuyen a la resistencia de la pantalla pero que son necesarias por razones constructivas:

- Armadura vertical de los laterales de la pantalla, constituida por redondos de diámetro el menor entre la armadura base vertical de trasdós e intradós separados la separación máxima permitida por la pantalla.
- Rigidizadores horizontales y verticales, cuya misión es garantizar la correcta posición de la armadura resistente durante su colocación y posterior hormigonado de la pantalla.

Comprobación a cortante

Por razones constructivas, no se pueden situar estribos o cercos que unan el trasdós y el intradós de la pantalla a una distancia tal que permita considerarlos para la resistencia a cortante de la sección. Por ello, el cortante debe ser resistido exclusivamente por el hormigón.

En aquellas normativas, como EHE de España, en las que la resistencia a cortante del hormigón es función, entre otros factores, de la armadura vertical de tracción, el programa aumentará esta última si fuese necesario.

Los máximos cortantes de la pantalla se producen en general en la posición de los elementos de apoyo (puntales, anclajes y forjados). Éstos, se tratan como los apoyos de las vigas de hormigón: se comprueba que el cortante producido en la cara del apoyo (que coincide con su valor máximo) no agota las bielas comprimidas de hormigón, y se comprueba que el cortante producido a partir de una determinada distancia del apoyo (un canto útil en el caso de la norma española EHE) no agota la sección por tracción en el alma.

Cálculo del armado de pantallas de pilotes

El dimensionado del armado de los pilotes se realiza de forma similar al de las pantallas continuas de hormigón, aunque con las siguientes salvedades:

- La armadura resistente es constante en toda la altura del pilote: no hay refuerzos en zonas limitadas del pilote.
- La armadura transversal (formada por cercos circulares cerrados o armadura helicoidal continua) sí cumplen los requisitos de la normativa para poder considerarla a efectos de comprobación a cortante y para impedir el pandeo local de los redondos longitudinales comprimidos, por lo que en este caso, *Tricalc* siempre considera la armadura longitudinal comprimida para evaluar la resistencia de la pantalla.

Recuerde que los pilotes hormigonados in situ que forman parte de un elemento de cimentación de un pilar, trabajan fundamentalmente a axil con poca flexión, por lo que es habitual que su armado no cubra toda la longitud del pilote (el Código Técnico de la Edificación-CTE DB-SE-C de España, exige simplemente que la armadura alcance una profundidad no menor de 6 metros ni menor de 9 diámetros). Sin embargo, los pilotes que forman una pantalla trabajan fundamentalmente a flexión, con momentos y cortantes elevados incluso en la zona más inferior del pilote, por lo que es **imprescindible** que la armadura calculada alcance la totalidad del pilote.

Comprobación de pantallas de tablestacas metálicas

Estas pantallas están formadas por una serie de elementos que se hincan en el terreno por golpeo y que se unen a los elementos ya hincados por algún mecanismo (junta machihembrada, por ejemplo) que garantice una cierta estanqueidad. Los elementos que conforman la pantalla pueden seleccionarse de la base de datos 'ProfilARBED' o bien cualquier perfil de la base de datos del programa.

El programa *Tricalc* comprueba la resistencia de las tablestacas de acero estructural que se definan. Si de crea una pantalla de Tablestacas con un perfil que no sea de acero (de madera, por ejemplo), no se realizará ninguna comprobación sobre su resistencia, aunque el resultado de desplazamientos y esfuerzos es perfectamente válido.

Los esfuerzos de diseño se obtienen multiplicando los característicos por un coeficiente de mayoración definido en las opciones, que puede ser diferente para las situaciones permanentes o transitorias que para las situaciones sísmicas.

La comprobación se realiza del mismo modo que para una viga, diagonal o un pilar de acero, de acuerdo con la normativa seleccionada (CTE DB SE-A, por ejemplo), aunque con las siguientes salvedades:

- Lo que para barras son combinaciones de acciones, para tablestacas son las distintas fases constructivas, la consideración o no de cambios de temperatura en puntales y la consideración o no de acciones sísmicas.
- Como en el caso de pantallas continuas de hormigón o de pilotes, sólo se analiza la flexión en el plano perpendicular a la pantalla.
- Es opcional la consideración o no del axil. Al contrario que en pantallas continuas de hormigón o de pilotes, el axil de compresión no suele ser favorable para el dimensionado de las tablestacas, por lo que considerarlo estará del lado de la seguridad.
- No se considera la flexión lateral, dado que la propia pantalla impide la flexión en su plano.
- No se comprueba la esbeltez ni se realiza la comprobación a pandeo. En su lugar, la inestabilidad lateral se estudia mediante un análisis de segundo orden, si así se indica en las opciones. Este método, recogido en casi todas las normativas de acero (incluyendo el CTE DB SE-A y Eurocódigo 3), es más exacto y casi el único posible en este tipo de elementos, donde no se fácil fijar un criterio para determinar la longitud de pandeo, por ejemplo.
- La abolladura del alma por cortante se comprueba siempre: no es opcional como en las vigas. Además, no se permite la utilización de rigidizadores del alma, que son imposibles de colocar en una pantalla.

El programa no comprueba posibles problemas locales propios de las pantallas de tablestacas. Un ejemplo de ellos es el problema de 'punzonamiento' y el de la excentricidad originada por la colocación de anclajes como los indicados en la siguiente figura:



Si se utilizan perfiles en **U** de la base de datos **profilARBED**, es importante, para garantizar la resistencia a cortante y flexión, que las piezas de intradós y trasdós estén solidariamente unidas de forma que se impida su deslizamiento relativo a lo largo de la junta mediante un *clampado* ('crimping') a distancias regulares, tal como especifique el fabricante.

Opciones de cálculo

La función **Cálculo>Pantallas de contención>Opciones...** permite fijar las opciones de cálculo para todas las pantallas. Se incluye la posibilidad de definir opciones particulares de armado para las pantallas de contención. Su funcionamiento es idéntico a las opciones particulares de otros elementos. Las opciones **Generales...** afectan a todos los elementos, excepto cuando algún elemento tiene definidas opciones particulares, mediante la función **Asignar...**La función **Modifi**-

car... permite visualizar y modificar las opciones asignadas a una pantalla. Desasignar... elimina las opciones asignadas a un elemento, pasando a utilizarse las opciones generales.



Manual de instrucciones Tricalc 7.1

Opciones Generales

	Faritalia de pilote	s Vig	a de coronacion	EHE	
Generales	Coeficientes de se	guridad	Comunes	de Armados	
ambios de Temperatu Considerar Incremento de tempe Decremento de temp mpuje de sobrecargas Método del apartad Método de Bussines	a en puntales	Cálculo d Dimensio Comprob. deslizami	le 2ª orden nar sólo a flexión sir ar el equilíbrio globa ento)	nple I (círculo de	

Cambios de Temperatura en puntales

Puede fijarse un valor en grados centígrados (°C) de incremento (valor positivo) y de decremento (valor negativo) de la temperatura que afecta al cálculo de los puntales. Si se consideran incrementos o decrementos producen una dilatación del puntal y por consiguiente una compresión o tracción de la pantalla.

Empuje de sobrecargas no superficiales

Se permite seleccionar 2 tipos de fórmulas para el cálculo del empuje de cargas puntuales sobre la pantalla. La formulación utilizada en cada opción está en el apartado "Cálculo de empujes de este capítulo". Las opciones son **CTE-DB-SE-C** y **Método de Bussinesq y Terzaghi**.

Cálculo de 2º orden

Su seleccione permite realizar un cálculo de la pantalla en 2º orden real, según las hipótesis del apartado "Cálculo de 2º orden" de este capítulo.

Dimensionar sólo a flexión simple

Esta opción permite no tener en cuenta el esfuerzo axial vertical en la pantalla en el armado de pantallas de hormigón y pilotes, y en la comprobación de las tablestacas metálicas. Por defecto está desactivado realizándose la comprobación a flexo-compresión. Se remite a la parte de conceptos para ampliar los casos en los que activar esta opción.

Esta opción no interfiere con la de **Cálculo de 2º orden**: para el cálculo de desplazamientos y esfuerzos de la pantalla en 2º orden siempre se tiene en cuanta el axil existente, aunque luego no se tenga en cuenta este axil para el armado o comprobación estructural de la propia pantalla cuando se active la función **Dimensionar sólo a flexión simple**.

Comprobar el equilibrio global. Círculo de deslizamiento

Se realiza la comprobación del **Círculo de deslizamiento** según lo recogido en el apartado correspondiente de este capítulo.

Opciones Coeficientes de Seguridad

En esta solapa se fijan los valores de distintos coeficientes en dos situaciones: Permanentes o transitorias, y en extraordinarias-sísmicas. Los valores por defecto son los indicados en la Norma española CTE DB-SE-C (Cimientos).

Pantalla de hormigón	Pantalla de pilotes	Viga de coronación	EHE		
Generales	Coeficientes de seguridad	Comunes de Armados			
Coeficientes de seguridad-					
		Situad	ciones		
		permanentes o transitorias	extraordinarias (sísmicas)		
Hundimiento (transmisión de	acciones verticales al terreno)	3,00	2,00		
Equilibrio global (círculo de d	1,80	1,20			
Elemento estructural (pantalla	1,60	1,00			
Elemento estructural (tablesta	acas y puntales de acero)	1,50	1,00		
Elemento estructural (anclaje	s permanentes)	1,50	1,00		
Elemento estructural (anclaje	s provisionales)	1,20	1,00		
Empuje pasivo (movilizado re	specto al total)	0,60	0,80		

- Hundimiento (transmisión de acciones verticales), estos coeficientes son utilizados para la comprobación consistente en que las cargas verticales que bajan por la pantalla no hundan a la pantalla en el terreno, en su parte inferior.
- **Equilibrio global (círculo de deslizamiento pésimo),** estos coeficientes se utilizan para fijar el criterio de validación de la relación entre momentos equilibrantes y desequilibrantes en el cálculo del círculo de deslizamiento.
- **Elemento estructural (pantallas de h. armado y de pilotes),** estos coeficientes mayoran los esfuerzos para obtener el armado de las pantallas de hormigón y pilotes, incluyendo la viga de coronación.
- Elemento estructural (tablestacas y puntales de acero), estos coeficientes mayoran los esfuerzos para obtener la comprobación de las pantallas de tablestacas. Igualmente afectan al mayorar el esfuerzo de cálculo del puntal en el listado de la pantalla.

- **Elemento estructural (anclajes permanentes)**, estos coeficientes mayoran los esfuerzos del anclaje permanente que aparecen en el listado de pantallas.
- **Elemento estructural (anclajes provisional),** estos coeficientes tienen la misma finalidad con los anteriores, pero aplicados a los anclajes provisionales.
- Empuje pasivo (movilizado respecto al total), estos coeficientes afectan a la relación entre el empuje movilizado pasivo y el empuje pasivo teórico, debiéndose cumplir que el empuje movilizado pasivo no puede superar este coeficiente multiplicado por el empuje pasivo teórico o máximo.

Opciones Comunes de Armados

En esta solapa se fijan opciones comunes al armado de las pantallas de hormigón y de pilotes.

Pantalla de hormigón	Pantalla de	pilotes	Viga de c	oronación	EHE
Generales	Coeficientes	de seguridad		Comunes de	Armados
Fisuración (pantallas de horr	nigón y de pilotes)				
Comprobar		-			
🗖 Aumentar armado si falla					
Fisura (0,1mm - 0,4mm)	Г				
Longitud máxima de los redo	ndos (cm) 12	00			
Tamaño máximo del árido (m	m) [20				
ramano manino doi ando (m	11) [20				

Fisuración

Se puede activar o desactivar la comprobación a fisuración de las pantallas. En el caso de solicitar la comprobación, se fija el valor del ancho máximo de la fisura. La opción **Aumentar armado si falla** permite que el programa intente que la anchura de fisura máxima se reduzca hasta el valor especificado aumentando la armadura. La comprobación de fisuración da como resultado mayores cuantías de armaduras. No se realiza la comprobación de fisuración en la viga de coronación.

Longitud máxima de los redondos (cm)

Este valor de longitud se utiliza para diseñar las armaduras verticales de las pantallas, introduciendo zonas de solape para no exceder este límite de longitud.

Tamaño máximo del árido (mm)

Opción relativa a la granulometría del material utilizado en el hormigonado de las pantallas.

Opciones *Pantalla* de hormigón

En esta solapa se incluyen opciones para el armado de pantallas de hormigón. En el grupo **Armado prin**cipal se localizan la opciones que afectan a armadura principal o de montaje de las pantallas **Ø Mínimo** y **Ø Máximo**, son los diámetros mínimo y máximo que tendrán las armaduras longitudinales.

Sep. mínima(cm) y Sep. máxima(cm), son los valores de las distancias netas entre las armaduras.

Módulo (cm), es el valor de separación entre armaduras longitudinales.

Recubrimiento (mm), valor del recubrimiento de las armaduras verticales a considerar en el cálculo.

En el grupo de opciones **% del armado necesario**, se fijan los porcentajes de áreas de armadura en el trasdós y en el intradós que será resistido por la armadura principal. Valores bajos de estos porcentajes dan armados con menos armadura principal (de montaje) y con más refuerzos, aprovechando más el área de acero colocada. Valores altos de estos porcentajes, dan valores más altos de armadura de montaje y con menos refuerzos. Esta opción debe de ser utilizada para modificar la relación de cuantías entre principal y refuerzos, y optimizar la armadura. La comprobación de fisuración obliga a aumentar la armadura.

Generales	Coeficier	ntes de seguridad		Comunes de	Armados
Pantalla de hormigón	Pantall	a de pilotes	Vig	a de coronación	EHE
Armado principal Ø Mínimo Ø Máximo Sep.mínima (cm) Sep.máxima (cm) Módulo (cm) Recubrimiento (mm) % del armado necesario- Intradós Trasdós	12mm ▼ 16mm ▼ 10 30 5 50 50 50 50 50	Refuerzos verti Ø Mínimo Ø Máximo	cales 1 armadu	12mm v 25mm v	

Considerar la armadura comprimida. Esta opción permite considerar o no la armadura vertical comprimida. Véase la parte de hipótesis de cálculo de la armadura de este capítulo.

Opciones Pantalla de pilotes

Las opciones existentes para pantallas de pilotes son:

En el grupo Armado Prine	sipal:					
Ø Mínimo y Ø Máximo	son los diámetros mínimo y máximo que tendrán las armaduras de los pilotes.					
Nº máx. de redondos	es el máximo número de redondos a utilizar en cada pilote circular.					
Recubrimiento (mm)	valor del recubrimiento de las armaduras a considerar en el cálculo.					
En el grupo Estribos :						
Ø Mínimo y Ø Máximo	son los diámetros mínimo y máximo que tendrán los estribos de los pilotes.					
Sep. mínima(cm)	es el valor de la mínima distancia neta entre las armaduras.					
Módulo (cm)	es el valor de separación entre armaduras longitudinales.					
🝸 Armado y Comprobación de	Pantallas de Contención					
Generales Pantalla de hormigón Armado principal Ø M ínimo Ø Máximo Nº máx. de redondos Recubrimiento (mm)	Coeficientes de seguridad Comunes de Armados Pantalla de pilotes Viga de coronación EHE I2mm • Ø Mínimo 10mm • Ø Mínimo 10mm • Ø Máximo 20 Sep.mínima (cm) 10 50 Módulo (cm) 5					
	Aceptar					

Opciones Viga de coronación

Las opciones existentes para las vigas de coronación de las pantallas están incluidas en esta solapa. Su significado es el mismo ya comentado en el apartado de **Pantalla de hormigón**. Las vigas de coronación solo tienen armado principal o de montaje, sin refuerzos.

Armado principal Ø Mínimo Ø Máximo		Estribos		·
Recubrimiento (mm)	12mm 25mm 36	Ø Mínimo Ø Máximo Sep.mínima (cm) Módulo (cm)	10mm v 10mm v 10 5	

Opciones EHE

Las opciones de esta solapa son iguales a las existentes en las opciones de armado de barras de la estructura, por lo que se remite al capítulo correspondiente del manual. Son aplicables cuando la Formativa seleccionada utiliza la Norma EHE.

	Coeficientes de seguridad	Comunes d	e Armados
Pantalla de hormigón	Pantalla de pilotes	Viga de coronación	EHE
Comprobaciones opciona Comprobar la Biela de (Art. 40) Considerar la armadu	iles de la EHE : Nudo en pilares de última planta ra longitudinal comprimida en el valc	or del	
Considerar la limitació transversal debida a l (Comentarios Art. 44.2	nto por compresión oblicua del alma 2.3.1) n en la separación de la armadura a fisuración por esfuerzo cortante 3)	, vui	
Considerar la limitació	n en la separación de la armadura a fisuración por torsión		

Armado de la viga de coronación

La viga de coronación o de atado tiene la misma anchura que la pantalla, y su canto y armado serán los necesarios para resistir los esfuerzos a los que esté sometida y los debidos a razones constructivas.

En todo caso, el armado de la viga cumplirá todos los requisitos de cualquier viga que indique la normativa de hormigón armado seleccionada, tales como distancias mínimas y máximas, cuantías mínimas y máximas, etcétera.

Las vigas de atado sirven para enlazar los paneles de hormigón o los pilotes que conforman la pantalla, alojando en su interior las armaduras salientes de dichos paneles y pilotes. En su interior también se alojan las esperas necesarias para los pilares que nazcan de la pantalla. Por tanto su canto será no menor del necesario para anclar, por prolongación recta ya a compresión, el armado vertical de la pantalla.

El armado de esta viga debe resistir las acciones verticales y horizontales que la solicitan. El programa calcula ambas situaciones por separado, sumando las armaduras necesarias en cada caso.

Acciones verticales a considerar

Como criterio de fallo, se evalúa la posibilidad de que fallen uno de cada dos módulos o pilotes de la pantalla, y que en el centro del vano resultante, se sitúe (si existe) el soporte que mayor axil vertical transmita a la pantalla. Dado que no se puede predecir que módulo o pilote fallará, el armado resultante será continuo a lo largo de toda la viga de coronación.

Es decir, se estudia una viga biempotrada de la siguiente luz L:

- En el caso de pantallas continuas de hormigón, $L = L_m + t$; siendo L_m la longitud de un módulo de pantalla y t el espesor de la misma.
- En el caso de pantallas de pilotes, L = 2 · s; siendo s la separación entre ejes de pilotes.

Dicha viga estará solicitada por una carga continua **q** y una carga vertical **P**, de valor: La carga continua **q** será la suma de las cargas verticales en coronación (definidas en la pantalla) no vinculadas a la estructura. La carga vertical **P** será el axil vertical máximo transmitido por los pilares que nazcan de la pantalla, siempre que existan cargas verticales en coronación vinculadas a la pantalla.

Para el cálculo del momento de diseño, el programa asume una plastificación del 15%, respecto a los momentos de empotramiento perfecto. Este momento se toma como momento de dimensionamiento tanto a momentos positivos como negativos, resultando la viga con el mismo armado superior e inferior.

Para el cálculo del cortante de diseño, se tiene en cuenta que el cortante calculado en el eje del apoyo se utiliza para comprobar el agotamiento por compresión oblicua del alma, mientras que el cortante calculado a una determinada distancia de la cara de apoyo (un canto útil, en el caso de la norma española EHE, por ejemplo) se utiliza para el dimensionamiento de la armadura transversal y para comprobar el agotamiento del hormigón por tracción en el alma.

Acciones horizontales a considerar

La viga de coronación se suele utilizar también para colocar en ella puntales o anclajes, sean provisionales o permanentes. Si existen anclajes o puntales definidos en ella, el programa estudia la viga como una viga continua apoyada en los puntales o anclajes sometida a una carga continua horizontal que equilibre a la máxima acción en proyección horizontal a la que se someta a los anclajes o puntales a lo largo de las fases constructivas o de servicio de la pantalla.

Lógicamente, si se confía a esta viga la transmisión de la acción de anclajes y puntales a todos los elementos de la pantalla (módulos o pilotes), deberá hormigonarse completamente con antelación suficiente a la entrada en carga de dichos puntales o anclajes.

Por simplificación, el programa dimensiona esta armadura como continua a lo largo de toda la viga, y de igual valor en ambas caras.

Funciones del menú de *Cálculo* referentes a pantallas de contención

Aparece un nuevo submenú Cálculo>Pantallas de contención con las funciones siguientes:

Nuevas funciones Calcular Todas y Calcular Plano, con funcionamiento equivalente al de las funciones del mismo nombre del submenú Calculo>Muros Resistentes.

Grafica de Errores, Listado de Errores y Ver Errores

Funciones con funcionamiento idéntico al de las funciones equivalentes de otros módulos del programa.

Salidas de Resultados

Listados

La función **Resultados>Listados>Listado de pantallas de contención**, permite obtener toda la información necesaria para justificar el cálculo de cada pantalla. La información puede filtrarse en diferentes grupos de datos

 Estratos del terreno Cargas Anclajes Puntales Forjados Fases 	Image: Empuje pasivo Image: Empuje pasivo Image: Empuje pasivo Image: Puntales Image: Puntales Image: Portigitados Image: Portect Portipados Image: Portigit
	Valores mayorados Intervalo 30 cm

Arktec

Manual de instrucciones Tricalc 7.1

Datos generales

Se muestran datos generales de la pantalla: materiales, geome	etría Ejemplo:
PLANO UD5-EJ9. PANTALLA DE CONTENCIÓN	5_9_A
DATOS GENERALES	
Tipología: Pantalla de hormigón	
Densidad del material (t/m3)	2,55
Módulo de Young (kg/cm2)	278005,9
Coeficiente de Poisson	0,1500
Espesor (cm)	100
Longitud del módulo de hormigón (cm)	500
Cota superior	0
Cota de la rasante	0
Cota de excavación	-2000
Empotramiento (cm)	1560
Canto de la viga de coronación (cm)	60
Número de módulos	0,0

Estratos del Terreno. Se muestran datos de los estratos definidos para el cálculo de la pantalla. Ejemplo:

TERRENO

Se considera nivel freático. Cota del nivel freático 800 Densidad del agua (t/m3) 1,00 Ángulo de inclinación del terreno (grados) 20

Estrato 1. Arena Semidensa. Terreno

ESTRATOS DEL TERRENO

Estrato 2. Arena arcillosa. Terreno		
	Estrato 1	Estrato 2
Cota superior (cm)	0	-800
Cota inferior (cm)	-800	
Densidad seca (t/m3)	1,48	1,78
Densidad aparente (t/m3)	1,60	1,60
Densidad sumergida (t/m3)	1,10	0,90
Cohesión aparente (t/m2)	0,00	0,30
Resistencia a la compresión simple (t/m2)	1121,65	1529,52
Ángulo de rozamiento interno (grados)	24,00	28,00
Ángulo de rozamiento terreno-cimiento (grados)	5,00	5,50
Coeficiente de rozamiento cimiento-terreno	0,09	0,10
Coeficiente de balasto vertical placa 30x30 (kg/cm3)	6,12	4,59
Coeficiente de balasto horizontal, empuje activo (kg/cm3)	5,00	5,00
Coeficiente de balasto horizontal, empuje pasivo (kg/cm3)	5,00	5,00
Gradiente de K con la profundidad (Kg/cm3 / m)	0,00	0,00

522

_

-

Cargas

Se muestran las cargas definidas en el trasdós de la pantalla. Los tipos pueden ser rectangulares, lineales, superficiales, puntuales... Ejemplo:

CARGAS EN EL TRASDÓS

тіро	Valor	Situacion Distancia	(CIII)	Ancho (cm)	Largo(cm)	rase	ae	entrada	en o	carga
Superficial	1000 Kg/m²	En superficie			E	Fase 11	. I	Fase de	serv	icio

Anclajes

Datos referentes a los anclajes definidos en las etapas de excavación. Ejemplo:

ANCLAJES

Cota del anclaje	0	-142	-344	-546
Rigidez axial (Kg/cm)	1,00e+005	1,00e+005	1,00e+005	1,00e+005
Separación (cm)	100	100	100	100
Angulo del anclaje (grados)	0	0	0	0
Carga de tesado inicial (Kg)	0,00	0,00	0,00	0,00
Fase de ejecución	Fase 1	Fase 1	Fase 2	Fase 3

Fases

Datos referentes a cada fase con su texto descriptivo.

FASES

```
Fase 1. Excavación en el intradós hasta la cota -200.
Colocación de anclaje en la cota 0. Colocación de anclaje en la cota -142
Fase 2. Excavación en el intradós hasta la cota -400. Colocación de anclaje en la cota -344
Fase 3. Excavación en el intradós hasta la cota -600. Colocación de anclaje en la cota -546
Fase 4. Excavación en el intradós hasta la cota -800. Colocación de anclaje en la cota -748
Fase 5. Excavación en el intradós hasta la cota -1000. Colocación de anclaje en la cota -947
Fase 6. Excavación en el intradós hasta la cota -1200. Colocación de anclaje en la cota -947
Fase 7. Excavación en el intradós hasta la cota -1400. Colocación de anclaje en la cota -1142
Fase 7. Excavación en el intradós hasta la cota -1400. Colocación de anclaje en la cota -1350
Fase 8. Excavación en el intradós hasta la cota -1600. Colocación de anclaje en la cota -1546
Fase 9. Excavación en el intradós hasta la cota -1800. Colocación de anclaje en la cota -1748
Fase 9. Excavación en el intradós hasta la cota -1800. Colocación de anclaje en la cota -1748
Fase 9. Excavación en el intradós hasta la cota -1800. Colocación de anclaje en la cota -1748
Fase 10. Excavación en el intradós hasta la cota -1800. Colocación de anclaje en la cota -1748
Fase 11. Fase de servicio
```

Armaduras

Se incluyen las armaduras en cada módulo de pantalla de hormigón y en cada pantalla de pilotes. Se describe la armadura base, los refuerzos, las armaduras en los extremos del módulo, los rigidizadores verticales y horizontales, y los valores de la fisura máxima en el trasdós e intradós. También se incluye la armadura de la viga de coronación, constituida por una armadura longitudinal constante.

ARMADURAS POR MÓDULO

```
Armadura base vertical en el intradós ø25s10 (1200; 1200; 514+66P) L. Solape = 188
Armadura base vertical en el trasdós ø25s10 (1200; 1200; 1200; 514+66P) L. Solape = 188
Refuerzo vertical en el intradós
                                      ø25s10 (1200; 1078) L. Solape = 188. Distancia a coronación
990
Refuerzo vertical en el trasdós
                                     ø25s10 (930). Distancia a coronación 960
                                             5ø25 (1200; 1200; 1200; 514+66P) L. Solape = 188
Armadura vertical en el extremo convexo
                                             5ø25 (1200; 1200; 1200; 514+66P) L. Solape = 188
Armadura vertical en el extremo cóncavo
Armadura horizontal
                                             350ø12s10
                                             2x3ø25 (1119; 1058; 1058; 1058; 664)
Rigidizadores verticales
Rigidizadores horizontales
                                            2xø25s397 (760)
                                0,25 mm (< 0,30)
Fisura en el trasdós
Fisura en el intradós
                                0,27 mm (< 0,30)
```

Arktec

Manual de instrucciones Tricalc 7.1

ARMADURAS DE LA VIGA DE CORONACIÓN

Armadura	de montaje superior	4ø12 (30P+493+30P)
Armadura	de montaje inferior	4ø12 (21P+493+21P)
Armadura	de piel	4ø12 (493)
Armadura	transversal	1cø10s15

Empujes

Se describe para cada fase los valores de la relación del empuje pasivo movilizado respecto al total.

EMPUJE PASIVO (MOVILIZADO RESPECTO AL TOTAL)

Sin sismo; Fase 1. Excavación en el intradós hasta la cota -200. Colo .. 0,18 (< 0,60) Sin sismo; Fase 2. Excavación en el intradós hasta la cota -400. Colo .. 0,21 (< 0,60) Sin sismo; Fase 3. Excavación en el intradós hasta la cota -600. Colo .. 0,25 (< 0,60) Sin sismo; Fase 4. Excavación en el intradós hasta la cota -800. Colo ... 0,30 (< 0,60) Sin sismo; Fase 5. Excavación en el intradós hasta la cota -1000. Col .. 0,36 (< 0,60) Sin sismo; Fase 6. Excavación en el intradós hasta la cota -1200. Col ... Sin sismo; Fase 7. Excavación en el intradós hasta la cota -1400. Col ... 0,43 (< 0,60) 0,51 (< 0,60) Sin sismo; Fase 8. Excavación en el intradós hasta la cota -1600. Col ... Sin sismo; Fase 9. Excavación en el intradós hasta la cota -1800. Col ... 0,61 (> 0,60) *** 0,73 (> 0,60)*** Sin sismo; Fase 10. Excavación en el intradós hasta la cota -2000. Co .. 0,87 (> 0,60)*** Sin sismo; Fase 11. Fase de servicio 0,88 (> 0,60)***

Anclajes

Para cada uno de los anclajes y para cada una de las fases se define los esfuerzos sobre el anclaje en su directriz (columna *Inclinada*), y en sus proyecciones horizontal (columna *Horizontal*) y vertical (columna *Vertical*). Los esfuerzos se listan por metro lineal de pantalla (Carga Lineal) y para cada anclaje (Carga Puntual).

RESULTADOS DE ANCLAJES. SIN SISMO. VALORES MAYORADOS

Cota del anclaje: 0 cm (1.20)			
Fase	Horizontal	Vertical	Inclinada
Fase 1. Excavación en el intradós hasta la cota -2 Carga lineal Carga puntual -0,000 T -0,000 T -0,000 T	-0,000 T/ml	-0,000 T/ml	-0,000 T/ml
Fase 2. Excavación en el intradós hasta la cota -4 Carga lineal Carga puntual -2,069 T -0,000 T -2,069 T	-2,069 T/ml	-0,000 T/ml	-2,069 T/ml
Fase 3. Excavación en el intradós hasta la cota -6 Carga lineal Carga puntual -2,537 T -0,000 T -2,537 T	-2,537 T/ml	-0,000 T/ml	-2,537 T/ml
Fase 4. Excavación en el intradós hasta la cota -8 Carga lineal Carga puntual -1,270 T -0,000 T -1,270 T	-1,270 T/ml	-0,000 T/ml	-1,270 T/ml
Fase 5. Excavación en el intradós hasta la cota -1 Carga lineal Carga puntual 0,000 T 0,000 T 0,000 T	0,000 T/ml	0,000 T/ml	0,000 T/ml
Fase 6. Excavación en el intradós hasta la cota -1 Carga lineal Carga puntual 0,000 T 0,000 T 0,000 T	0,000 T/ml	0,000 T/ml	0,000 T/ml
Fase 7. Excavación en el intradós hasta la cota -1 Carga lineal Carga puntual 0,000 T 0,000 T 0,000 T	0,000 T/ml	0,000 T/ml	0,000 T/ml
Fase 8. Excavación en el intradós hasta la cota -1 Carga lineal Carga puntual 0,000 T 0,000 T 0,000 T	0,000 T/ml	0,000 T/ml	0,000 T/ml
Fase 9. Excavación en el intradós hasta la cota -1 Carga lineal Carga puntual 0,000 T 0,000 T 0,000 T	0,000 T/ml	0,000 T/ml	0,000 T/ml
Fase 10. Excavación en el intradós hasta la cota Carga lineal Carga puntual 0,000 T 0,000 T	0,000 T/ml	0,000 T/ml	0,000 T/ml
Fase 11. Fase de servicioCarga linealCarga puntual0,000 T0,000 TO,000 T0,000 T	0,000 T/ml	0,000 T/ml	0,000 T/ml
Cota del anclaje: -142 cm (1,20)			
Fase	Horizontal	Vertical	Inclinada
Fase 1. Excavación en el intradós hasta la cota -2 Carga lineal Carga puntual -0,000 T -0,000 T -0,000 T	-0,000 T/ml	-0,000 T/ml	-0,000 T/ml
Fase 2. Excavación en el intradós hasta la cota -4 Carga lineal Carga puntual -2,886 T -0,000 T -2,886 T	-2,886 T/ml	-0,000 T/ml	-2,886 T/ml
Fase 3. Excavación en el intradós hasta la cota -6 Carga linealCarga puntual-5,329 T-0,000 T-5,329 T	-5,329 T/ml	-0,000 T/ml	-5,329 T/ml

Capítulo 33 – Cálculo de pantallas de contención

Fase 4. Excavación en el intradós	hasta la cota -8	3 Carga lineal	-6,444 T/ml	-0,000 T/ml	-6,444 T/ml
Carga puntual -6,444 T	-0,000 T	-6,444 T			
Fase 5. Excavación en el intradós	hasta la cota -1	Carga lineal	-5,766 T/ml	-0,000 T/ml	-5,766 T/ml
Carga puntual -5,766 T	-0,000 T	-5,766 T			
Fase 6. Excavación en el intradós	hasta la cota -1	Carga lineal	-4,075 T/ml	-0,000 T/ml	-4,075 T/ml
Carga puntual -4,075 T	-0,000 T	-4,075 T			
Fase 7. Excavación en el intradós	hasta la cota -1	Carga lineal	-2,976 T/ml	-0,000 T/ml	-2,976 T/ml
Carga puntual -2,976 T	-0,000 T	-2,976 T			
Fase 8. Excavación en el intradós	hasta la cota -1	Carga lineal	-2,739 T/ml	-0,000 T/ml	-2,739 T/ml
Carga puntual -2,739 T	-0,000 T	-2,739 T			
Fase 9. Excavación en el intradós	hasta la cota -1	Carga lineal	-3,017 T/ml	-0,000 T/ml	-3,017 T/ml
Carga puntual -3,017 T	-0,000 T	-3,017 T			
Fase 10. Excavación en el intradós	s hasta la cota -	• Carga lineal	-3,467 T/ml	-0,000 T/ml	-3,467 T/ml
Carga puntual -3,467 T	-0,000 T	-3,467 T			
Fase 11. Fase de servicio		Carga lineal	-3,525 T/ml	-0,000 T/ml	-3,525 T/ml
		Carga puntual	-3,525 T	-0,000 T	-3,525 T

Esfuerzos y desplazamientos

Se listan los valores de los desplazamientos y esfuerzos de cada pantalla para diferentes cotas, así como los valores máximos y mínimos y la cota en la que se producen.

RES	SULTADOS DI	E ESFUERZOS	POR FASES.	SIN SISMO	. VALORES	MAYORADOS
			(1,60)			
Fase 1.	Excavación en	el intradós hast	a la cota -200.	Colocación de	anclaje en l	la cota O. Colo
Cota	Desplazamiento	os Momentos	s Cortan	tes	Axiles H	Presiones terreno
CM	CM	mT/m	T/m		T/m	T/m2
0	0,135	0,000	0,0	00	0,000	0,000
-11	0,133	-0,000	0.0	11	0,448	0,166
-41	0.127	-0.017	0.1	29	1.662	0.618
-71	0,122	-0,089	0.3	82	2.864	1,071
-101	0,116	-0,258	0.7	72	4,053	1.524
-1.31	0.111	-0.563	1.2	81	5.232	1,976
-142	0,109	-0,719	1,5	11	5,661	2,142
-1.56	0.106	-0,953	1.8	38	6.204	2.353
-186	0,101	-1,616	2.6	12	7.361	2,806
-200	0,098	-2,011	3.0	3.5	7,896	3.017
-212	0.096	-2,391	3.2	84	8,361	1,597
-242	0.091	-3,403	3.2	80	9,589	-1,596
-272	0,086	-4,303	2.7	45	10,857	-1,647
-302	0,081	-5,054	2,2	64	12,123	-1,554
-3.32	0,076	-5,664	1,8	1.5	13.387	-1,470
-344	0,074	-5,871	1.6	48	13.892	-1,440
-357	0,072	-6,071	1.4	47	14,438	-1,409
-387	0,068	-6,442	1,0	30	15,699	-1,347
-400	0,066	-6,566	0,8	56	16,244	-1,324
-413	0,064	-6,664	0,6	83	16,789	-1,303
-443	0,060	-6,811	0,2	95	18,047	-1,264
-473	0,057	-6,842	-0,0	85	19,304	-1,238
-503	0,053	-6,764	-0,4	39	20,560	-1,226
-533	0,050	-6,574	-0,7	81	21,813	-0,934
-546	0,049	-6,468	-0,9	01	22,353	-0,807
-558	0,048	-6,352	-0,9	83	22,850	-0,693
-2810	0.027	-0,006	-0.0	 01 1	14.660	-0.009
-2840	0,027	-0,006	-0,0	02 1	15,884	-0,008
-2870	0,027	-0,006	-0,0	02 1	17,109	-0,008
-2900	0,027	-0,005	-0,0	02 1	18,333	-0,008
-2930	0,027	-0,005	-0,0	02 1	19,557	-0,008
-2960	0,027	-0,004	-0,0	02 1	20,781	-0,008
-2990	0,027	-0,003	-0,0	02 1	22,006	-0,008
-3020	0,027	-0,003	-0,0	02 1	23,230	-0,008
-3050	0,027	-0,002	-0,0	02 1	24,454	-0,008
-3080	0,027	-0,002	-0,0	02 1	25,678	-0,008
-3110	0,027	-0,002	-0,0	01 1	26,903	-0,008
-3140	0,027	-0,001	-0,0	01 1	28,127	-0,008

Arktec

_

Manual de instru	ciones	Tricalc	7.1
------------------	--------	---------	-----

-3170 0, -3200 0, -3230 0, -3260 0, -3290 0, -3320 0, -3350 0, -3380 0, -3410 0, -3440 0,	027 - 027 - 027 027 027 027 027 027 027 027 027 027	0,001 0,000 0,000 0,000 0,001 0,001 0,001 0,001	-0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001	129,351 130,575 131,799 133,024 134,248 135,472 136,696	-0,008 -0,008 -0,008 -0,008 -0,008 -0,008 -0,008
$\begin{array}{cccc} -3170 & 0, \\ -3200 & 0, \\ -3230 & 0, \\ -3260 & 0, \\ -3290 & 0, \\ -3320 & 0, \\ -3350 & 0, \\ -3380 & 0, \\ -3410 & 0, \\ -3440 & 0, \end{array}$	027 - 027 - 027 027 027 027 027 027 027 027 027 027	0,001 0,000 0,000 0,000 0,001 0,001 0,001 0,001	-0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001	129,351 130,575 131,799 133,024 134,248 135,472 136,696	-0,008 -0,008 -0,008 -0,008 -0,008 -0,008 -0,008
$\begin{array}{cccc} -3200 & 0, \\ -3230 & 0, \\ -3260 & 0, \\ -3290 & 0, \\ -3320 & 0, \\ -3350 & 0, \\ -3380 & 0, \\ -3410 & 0, \\ -3440 & 0, \end{array}$	027 - 027 027 027 027 027 027 027 027 027	0,000 0,000 0,000 0,001 0,001 0,001 0,001	-0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001	130,575 131,799 133,024 134,248 135,472 136,696 132,021	-0,008 -0,008 -0,008 -0,008 -0,008 -0,008
$\begin{array}{cccc} -3230 & 0, \\ -3260 & 0, \\ -3290 & 0, \\ -3320 & 0, \\ -3350 & 0, \\ -3380 & 0, \\ -3410 & 0, \\ -3440 & 0, \end{array}$	027 027 027 027 027 027 027 027	0,000 0,000 0,001 0,001 0,001 0,001 0,002	-0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001	131,799 133,024 134,248 135,472 136,696	-0,008 -0,008 -0,008 -0,008 -0,008
$\begin{array}{ccc} -3260 & 0,\\ -3290 & 0,\\ -3320 & 0,\\ -3350 & 0,\\ -3380 & 0,\\ -3410 & 0,\\ -3440 & 0, \end{array}$	027 027 027 027 027 027	0,000 0,001 0,001 0,001 0,001 0,002	-0,001 -0,001 -0,001 -0,001 -0,001	133,024 134,248 135,472 136,696	-0,008 -0,008 -0,008 -0,008
-3290 0, -3320 0, -3350 0, -3380 0, -3410 0, -3440 0,	027 027 027 027 027	0,001 0,001 0,001 0,002	-0,001 -0,001 -0,001 -0,001	134,248 135,472 136,696	-0,008 -0,008 -0,008
-3320 0, -3350 0, -3380 0, -3410 0, -3440 0,	027 027 027 027	0,001 0,001 0,002	-0,001 -0,001 -0,001	135,472 136,696	-0,008 -0,008
-3350 0, -3380 0, -3410 0, -3440 0,	027 027 027	0,001 0,002	-0,001 -0,001	136,696	-0,008
-3380 0, -3410 0, -3440 0,	027 027	0,002	-0,001	1 27 021	
-3410 0, -3440 0,	027		,	137,921	-0,008
-3440 0,		0,002	-0,001	139,145	-0,008
	027	0,002	-0,001	140,369	-0,008
-3470 0,	027	0,002	-0,000	141,593	-0,008
-3500 0,	027	0,002	-0,000	142,817	-0,008
-3530 0,	027	0,002	-0,000	144,042	-0,008
-3560 0,	027	0,002	-0,000	145,266	-0,008
Mínimo 0,	- 025	6,845	-1,253	0,000	-1,731
Cota -1	212 cm	-466 cm	-641 cm	0 cm	-247 cm
Máximo 0,	135	0,174	3,384	145,266	3,038
Cota	0 cm	-1699 cm	-229 cm	-3560 cm	-199 cm

Función Gráfica de pantallas de contención

La función **Resultados>Gráficas>Pantallas de Contención** permite obtener la representación gráfica de los esfuerzos y desplazamientos de cada pantalla, para cada una de las fases y para la envolvente. Es posible obtener las gráficas directamente en el modelo 3D, o en una ventana bidimensional que se crea en una caja de definición de opciones para estas gráficas. El usuario seleccionará la pantalla de contención de la cual quiere ver la gráfica y a continuación aparecerá la siguiente caja de diálogo:



- Grafica de, permite seleccionar los diferentes tipos de gráficas: Desplazamientos, Momentos flectores en el plano perpendicular a la pantalla, Cortantes, Axiles, Presiones del terreno y Círculo de deslizamiento. El tipo de gráfica representada se muestra debajo de la ventana.
- Fases, se selecciona la fase que se quiere representar. Cada una de las fases tiene un color asignado por defecto que puede cambiarse con el botón Color.... Se permite selección múltiple para seleccionar varias fases de forma simultánea. La opción Activar todas permite seleccionar todas las fases. Para cada una de los tipos de gráficas se dibuja el valor actual donde se haya situado el cursor; en el caso del círculo de deslizamiento se representa el factor de seguridad.
- Dibujar envolvente, permite dibujar solo las gráficas envolventes en el trasdós y en el intradós de la pantalla. La diferencia entre esta opción y Activar todas es que en esta opción solo se dibuja una curva a cada lado de la pantalla, y con la opción Activar todas se representan las curvas de todas las fases.
- Dibujar patrón de líneas, añade a la línea de cada fase la representación de un símbolo para su mejor interpretación.

En el grupo **Escala** se encuentran las opciones:

Ajustar valor máximo que utiliza una escalado automático de las fases seleccionadas o de todas según la opción seleccionada. El valor máximo fijado está en unidades de longitud. Si se prefiere fijar una escala de representación, se puede fijar el valor en cm/XX, siendo XX las unidades del tipo de gráfica a representar (cm para los desplazamientos, T o kN para los cortantes...). Está opción es alternativa de Ajustar valor máximo.

La opción **Situación** puede tener los valores **Persistente/Transitoria** o **Accidental/Sísmica**; este último valor puede seleccionarse cuando se ha considerado cálculo con sismo en la estructura.

La opción **Temperatura** puede tener los valores **Máxima** o **Mínima**, y se puede seleccionar cuando hay cargas de temperatura definidas en los puntuales de la pantalla. La opción **Máxima** muestra la gráfica con el valor de dilatación correspondiente al incremento de temperatura definido en los puntales, y la opción **Mínima** la gráfica correspondiente al decremento de temperatura.

En el grupo de opciones **Ver** puede filtrarse el contenido de la ventana gráfica activando o desactivando **Estratos del terreno, Cargas, Anclajes y puntales, Forjados, Pantalla, Trama y Valores máximos**.

La opción **Valores mayorados** permite definir un coeficiente de mayoración que multiplica a los valores de todos los tipos de gráfica excepto al círculo de deslizamiento".

La opción **Componer** permite pasar el actual dibujo de la ventana a un plano de composición, por ejemplo, un plano conteniendo las diferentes gráficas por fases. Los planos de composición tienen las opciones de escala que se fijan en la función **Resultados>Gráficas>Opciones...** que se accede desde esta caja pulsando el botón **Opciones de Gráficas**.

La opción **Ver gráfica** permite dibujar en 3D la gráfica de la pantalla seleccionada junto con los demás elementos de la estructura, y con el sistema de visualización activo (planos activos, modo **Planos Múltiples**, pórticos activos...). Esta prestación permite verificar el comportamiento de la pantalla en relación a la estructura.


Composición de gráficas de pantallas en planos

En los planos de composición puede introducirse:

- Gráficas 2D de las pantallas, de los tipos y opciones definidos en la caja de diálogo. Para estas gráficas se utiliza el botón Componer.
- Gráficas 3D de las pantallas, junto con la estructura. Para estas gráficas se utiliza el botón Ver gráfica, e inmediatamente después la función Componer... del menú Resultados>Composición.... Tenga en cuenta la escala a la que debe de definir la gráfica antes de su composición. El funcionamiento es similar a la composición de otras gráficas de vistas en ventanas 3D: geometría, esfuerzos...

En la caja de diálogo que se utiliza para modificar las opciones de un dibujo de composición (función **Re**sultados>Composición>Modificar opciones) existe un botón **Pantallas de contención** que permite acceder a la caja de diálogo de opciones de gráficas de pantallas y cambiar las opciones al dibujo de composición seleccionado.

Opciones De Dibujo					
Geometría					
Cargas					
Secciones					
Gráficas					
Armaduras					
Acero					
Croquis					
Composición					
Seleccionar Fuente					
Croquis Composición Seleccionar Fuente Escalas Pantallas de contención					
Secciones Gráficas Armaduras Acero Croquis Composición Seleccionar Fuente Escalas Pantallas de contención					
Salir					

Croquis

Intersecciones entre muros resistentes y pantallas en croquis

En el cálculo de los croquis de planta, en las zonas de intersección entre las pantallas de contención y los muros resistentes, los polígonos exteriores de los muros resistentes se cortan contra los polígonos exteriores de las pantallas de contención, suponiendo que la zona común a una pantalla de contención y un muro resistente estará ocupada por la pantalla de contención.

529

En pantallas de hormigón, en los extremos de la pantalla el último bloque no será nunca más corto que la mitad del módulo ni más largo de 1.5 veces la longitud del módulo.

Calculo de la posición de pilotes y módulos de hormigón de las pantallas

Al modelizar la estructura, se calculará también la posición que ocupan los pilotes y los módulos de hormigón en las pantallas de contención y a partir de ese momento, los pilotes y los módulos de hormigón de las pantallas de contención se dibujarán en los croquis. La sección de los elementos que forman las tablestacas se dibujará siempre, aunque no esté modelizada la estructura.

Armaduras

Planos de armado de pantallas de contención

Las funciones del menú **Pantallas de contención** permite gestionar los planos de armado de las pantallas:

- Resultados>Armaduras>Pantallas de contención>Seleccionar...
- Resultados>Armaduras>Pantallas de contención>Dibujar plano
- Resultados>Armaduras>Pantallas de contención>Ver plano

Las ventanas con la lista de planos y con la lista de pórticos se podrán utilizar para cambiar la pantalla de contención cuyo armado se está visualizando.



Capítulo 33 – Cálculo de pantallas de contención

Las funciones **Resultados>Armaduras>Plano siguiente** y **Resultados>Armaduras>Plano anterior** permiten moverse por la lista de planos de armado de pantallas de contención.

Se envían a DWG o impresora todos los planos de armado de pantallas de contención seleccionados, de forma similar a como se realiza con los muros de sótano, armado de vigas, armado de pórticos,....

Opcionalmente se dibujará tabla de redondos en los planos de armado de pantallas de contención. De la misma manera que en los planos de composición opcionalmente se añadirán los redondos en la tabla de redondos.

La función **Resultados>Armaduras>Retocar>Muro de sótano – Contención - Pantallas** permitirá retocar el armado de las pantallas de contención.





En la tabla de armaduras de pantallas de contención, tanto en planos de armado de pantallas de contención como en planos de composición, aparecerán 2 líneas de totales distintas. La primera totaliza la armadura de un módulo de hormigón (o pilote), y la segunda la estimación del total de la pantalla, como resultado de multiplicar el total de un módulo (o pilote) por el número de módulos que componen la pantalla de contención. Esta estimación no será exacta si la longitud del último módulo de la pantalla no es igual a la del resto de los módulos de la pantalla.



Capítulo 33 – Cálculo de pantallas de contención

La función **Borrar marca de error** permite eliminar los errores de armado a las pantallas de contención de forma similar a como se hace en barras de hormigón, escaleras,...

Las funciones **Resultados>Croquis>Mover Sección**, **Resultados>Croquis>Opacar Sección** y **Resultados >Croquis>Escalar Sección** permiten mover, opacar y escalar el dibujo de los cortes de los modelos y pilotes tipo de las pantallas de contención en los croquis.

Composición de planos de armado de pantallas de contención

En la caja de composición automática existe la opción **Pantallas de contención** para modificar las opciones que afectan a las pantallas.

Mediciones: Pantallas de contención

Mediante la función **Resultados>Mediciones>Pantallas de contención**, se miden los kilogramos de acero y los metros cúbicos de hormigón en pantallas de módulos de hormigón y pantallas de pilotes, y la superficie en metros cuadrados de las pantallas de tablestacas.

Arktec

En la ventana de códigos de precios aparece una solapa específica de pantallas (**Pantallas**), donde se definen los códigos de los precios para la medición de las pantallas.

En la función Resultados>Medición general aparece una opción para Pantallas de contención.

Para la medición de la superficie de forjados unidireccionales los límites de los forjados se cortan contra las pantallas de contención, afectando el valor de la superficie de forjados medida.

En la medición de forjados reticulares y losas, los límites de los forjados se cortan contra las pantallas de contención. La zona de intersección no se mide en la medición de forjados reticulares y losas.

Existe la posibilidad de crear las partidas del presupuesto utilizando diferentes unidades de obra con la codificación de las bases de precios del mercado:

Colegio de Aparejadores y A.T. de Guadalajara						
Barras Cimer	ación Muros	Forjados Pantallas	3			
Pilotes y módulos de hormigón Tablestacas metálicas	Hormig Partida 01.24 Precio E04MM Partida Precio	jón (m²) Acero Con 01.25 010 E04AB020	(kg) Superficie (m²)			
			EO/ED020			
				Aceptar	Cancelar	

Configuración del producto

Tricalc Pórticos no permite la utilización de ninguna de las prestaciones del módulo T18.

Tricalc Básico y *Tricalc Básico* + *Acero* si permiten el cálculo de pantallas, con la limitación de que la superficie total de las pantallas de contención de una estructura estará limitada a 50 m2. Por ejemplo, si el ancho mínimo de un elemento-tipo de una pantalla es de 2,50m, la profundidad máxima de pantalla a calcular será de 20,00m (6 sótanos de 3,00m). En *Tricalc Básico Unidireccional, Reticular o Losa* no se incluye *Tricalc.18*.

El programa *demoTricalc* permite introducir y visualizar resultados de pantallas de contención pero no calcularlas.

Para la utilización de Tricalc.18 es necesario al menos disponer de los módulos Tricalc.1 y Tricalc.2.

Bibliografía Pantallas de Contención

- Jiménez Salas, J.A., Justo Alpañés, J.L., Serrano González, A.A.: "Geotecnia y Cimientos II".
- Ministerio de Fomento: "R.O.M 0.5-94: Recomendaciones Geotécnicas para el Proyecto de Obras Portuarias".
- U.P.M. GATE: Curso de Proyecto y Construcción de Pantallas Continuas y de Pilotes.

- Rodríguez Liñán, C., y Justo Alpañés, J.L.: "Desarrollo de un método de cálculo de pantallas de hormigón armado y estudio comparativo con medidas experimentales". Boletín de la Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones. Núm. 78. 1985. Pág. 3-40.
- Muzas Labad, F.: "El coeficiente de balasto en el cálculo de pantallas". Revista de Obras Públicas. Núm. 3459. Octubre 2005. Pág. 33-46.
- Geotechnical Engeneering Office. Civil Engineering Departament. The Goverment of the Hong Kong Special Administrative Region: "Guide to Retaining Wall Design".
- Calavera Ruiz, José: "Muros de contención y muros de sótano".