

A N E J O 

**SOLUCIONES DE DETALLES CONSTRUCTIVOS PARA DIQUES DE  
ABRIGO**

**Preámbulo**

---

El objetivo del anejo *Soluciones de detalles constructivos para diques de abrigo* es presentar soluciones técnicas en la construcción de diques de abrigo. El anejo ha sido redactado por José Manuel González Herrero (Acciona Ingeniería). La información de la solución de junta entre cajones de máxima fricción fue proporcionada por la Dirección de Infraestructuras y Conservación de la Autoridad Portuaria de Gijón.

## 62 | Anejo D. Soluciones de detalles constructivos para diques de abrigo

---

D.1. Ejemplos de soluciones técnicas en diques en talud . . . . .	63
D.1.1. Berma de pie . . . . .	63
D.1.2. Anchura y cota de la plataforma de avance . . . . .	64
D.1.3. Transición entre tramos . . . . .	65
D.1.4. Muros y espaldones . . . . .	73
D.2. Ejemplos de soluciones técnicas en diques verticales . . . . .	73
D.2.1. Bloque de guarda . . . . .	73
D.2.2. Espaldón de hormigón armado . . . . .	74
D.2.3. Espaldón de hormigón en masa . . . . .	76
D.2.4. Junta entre cajones . . . . .	76
D.2.5. Viga cantil . . . . .	77
D.2.6. Transición entre cotas de cimentación . . . . .	78
D.3. Ejemplo de solución de junta entre cajones de máxima fricción . . . . .	80

---

## D.1 Ejemplos de soluciones técnicas en diques en talud

### D.1.1 Berma de pie

#### Ejemplo 1. Unión de la berma de pie con el manto

Las Figuras D.1 y D.2 muestran cómo realizar la berma de apoyo de las piezas del manto principal monocapa y bicapa.

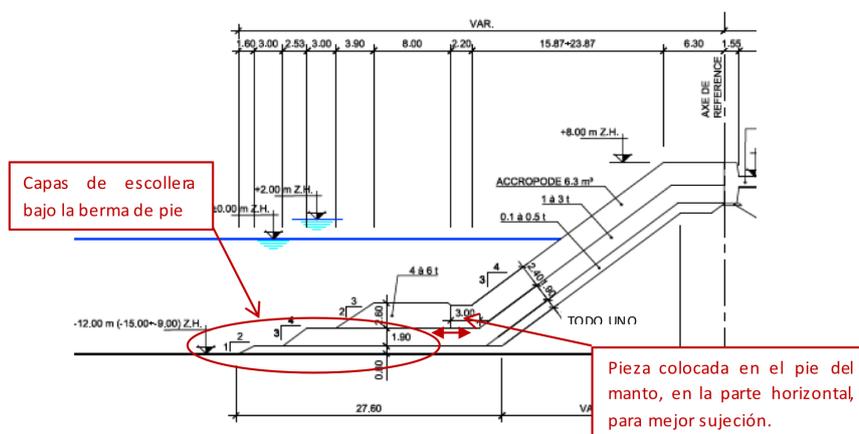


Figura D.1: Berma de pie para un manto monocapa. Detalle de la disposición de una berma de pie de escollera sobre las capas de escollera para asegurar la condición de filtro con el terreno natural. En terrenos arenosos la capa de escollera bajo el pie permite también evitar la socavación, siendo en esos casos necesario prolongar la anchura de las capas inferiores con respecto a las superiores

Además de los factores de diseño propiamente dichos que determinan la cota y anchura de la berma, así como el tamaño de las piezas, existen factores constructivos y económicos. En caso de emplear medios terrestres la cota y anchura de la berma pueden verse limitadas por los medios disponibles (alcance de la grúa). En caso de emplear medios marítimos con vertido por fondo, la cota de la berma está limitada por las dimensiones y calado del gánguil, lo cual suele ser una profundidad de unos 3-5 metros, por encima de la cual no se podrá efectuar el vertido.

## 64 | Anejo D. Soluciones de detalles constructivos para diques de abrigo

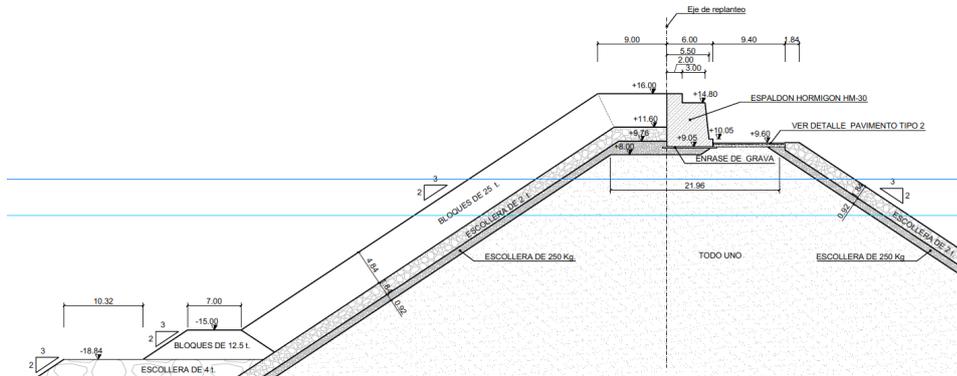


Figura D.2: Berma de pie para un manto bicapa. Detalle de la disposición de la berma de escollera sobre una capa de escollera

En grandes profundidades, elevar la cota de la berma permite reducir las piezas del manto de protección. Las piezas de la berma deberán ser dimensionadas convenientemente según el oleaje correspondiente a la profundidad a la que se encuentren.

### Ejemplo 2. Berma de pie enterrada

Cuando hay riesgo de socavación en el pie del dique, es conveniente adoptar soluciones que retengan el movimiento de las piezas de la berma de pie, ya que el fallo del pie puede ocasionar el fallo del manto (Figura D.3).

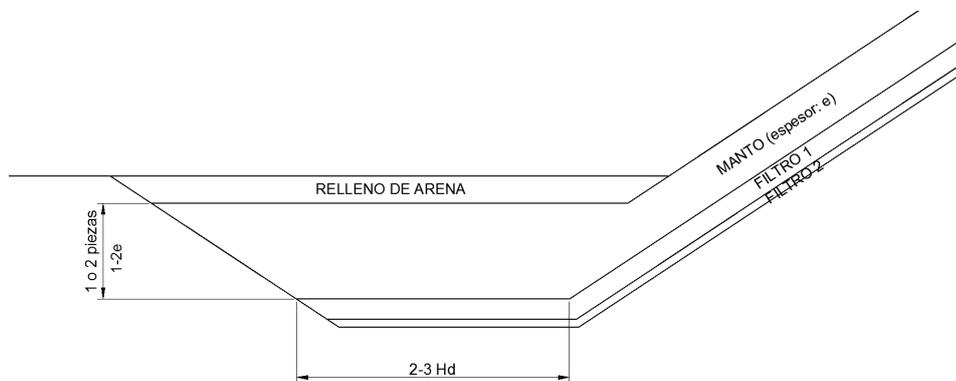


Figura D.3: Berma de pie enterrada. El espesor de la berma dependerá de la erosión esperada, debiendo ser máxima (2 piezas) para erosiones elevadas. La anchura inferior debe ser al menos de dos veces la altura de ola de diseño

### D.1.2 Anchura y cota de la plataforma de avance

La anchura mínima en coronación viene condicionada por los medios constructivos, en caso de que sean terrestres. En tal caso, la anchura mínima en coronación del núcleo ha de permitir el paso de la maquinaria, que será acorde al plan de obra y los medios utilizados (Figura D.4).

## D.1. Ejemplos de soluciones técnicas en diques en talud | 65

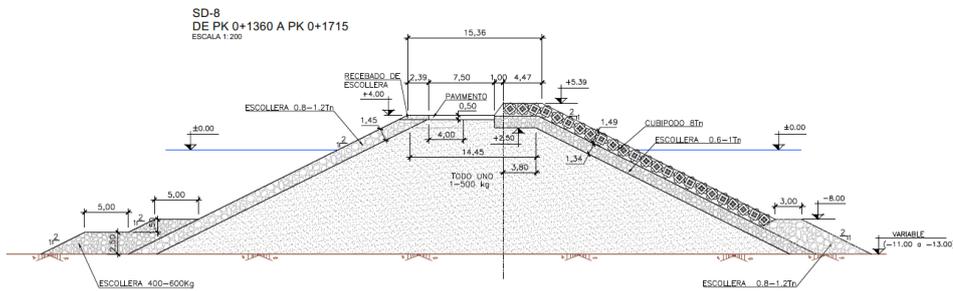


Figura D.4: Anchura en coronación del dique de 7.50 m para permitir el paso de maquinaria

En caso de emplear medios terrestres, cota de coronación del núcleo deberá situarse a una cota que permita ejecutar las tareas con seguridad. Dicha cota se determinará en base a un estudio adecuado de probabilidad del run-up que depende, entre otros, del nivel de mar, de las condiciones climáticas en la época de trabajo, de la duración de la obra, la rebasabilidad del dique, su permeabilidad, etc.

### D.1.3 Transición entre tramos

Cuando entre dos tramos contiguos las secciones tipo sufren cambios de geometría es necesario realizar una transición gradual. Dicha transición deberá realizarse cuando se modifique:

- El espesor de las capas de un tramo al siguiente, tanto por cambio en el número de capas, como en el tamaño y/o tipo de las piezas.
- La cota y/o anchura en las bermas de pie de un tramo al siguiente.
- El talud de un tramo al siguiente.

#### Ejemplo 1. Cambio de talud

Cambio de talud de la sección completa (sección S-12 con 3H:2V a sección S-11 con 2H:1V) en un tramo de 70 m en planta (Figuras D.5 y D.6).

## 66 | Anejo D. Soluciones de detalles constructivos para diques de abrigo

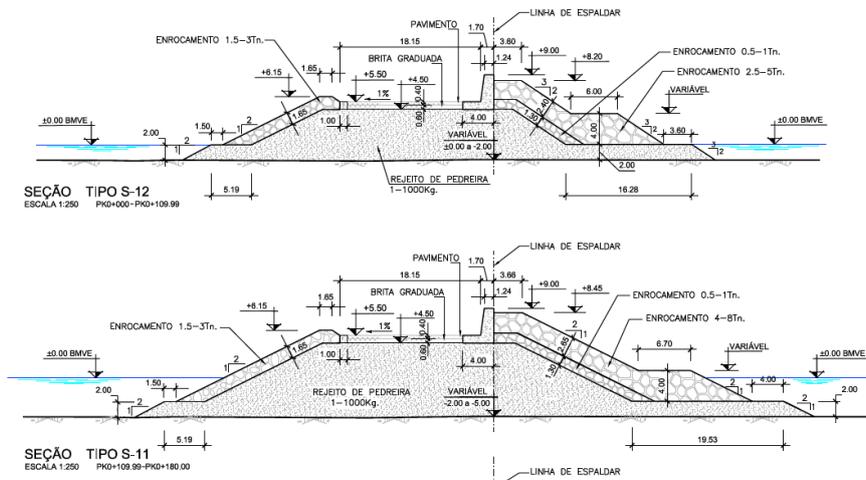


Figura D.5: Secciones S12 (talud 3H:2V) -imagen superior- y S11 (2H:1V) -imagen inferior-

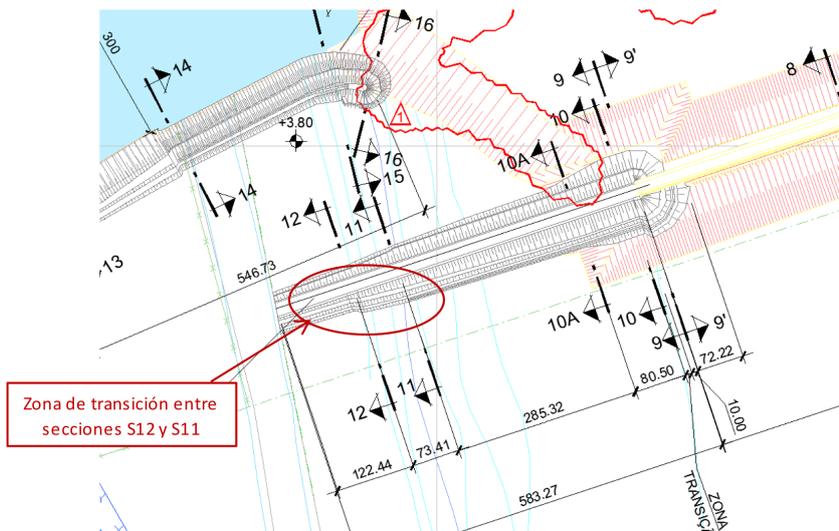


Figura D.6: Transición por cambio de talud, de una talud más vertical (3H:2V) a uno más tendido (2H:1V). La transición se hace gradualmente a lo largo de 73 m, en todas las capas del dique: núcleo, filtro y manto

### Ejemplo 2. Cambio del tipo de pieza

Para el cambio del tipo de pieza pasando de un manto de escollera de 5 Tn a un manto de piezas especiales tipo acrópodos de 8 m<sup>3</sup>, la transición se realiza en unos 20 m, incrementando el espesor de la capa de filtro (de 1.15 m en la sección tipo hasta 3.11 m) de modo que coincida el contorno exterior del manto tanto del tramo de escollera con el del tramo de acrópodos (Figuras

## D.1. Ejemplos de soluciones técnicas en diques en talud | 67

D.7, D.8 y D.9).



Figura D.7: Sección tipo con manto de escollera (5 Tn)

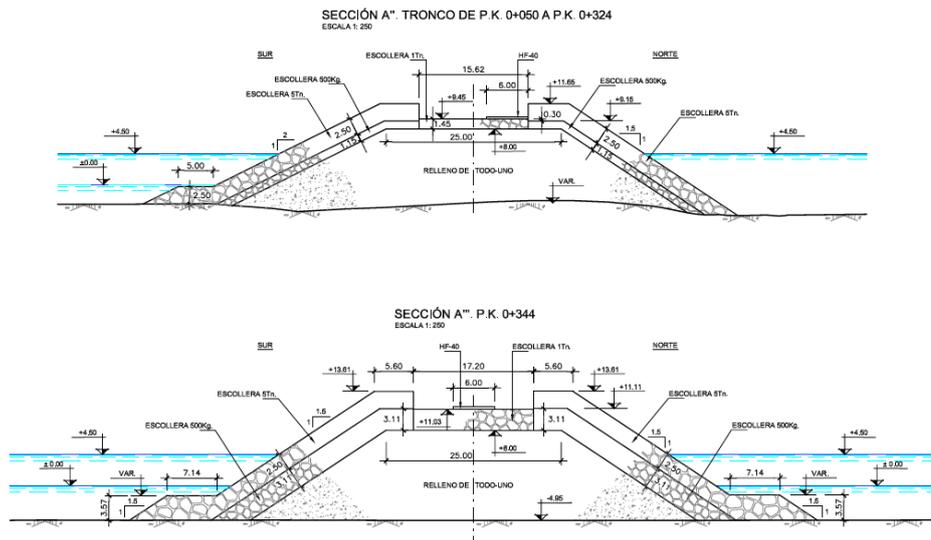


Figura D.8: Sección de transición con filtro de mayor espesor y manto de escollera (5 Tn)

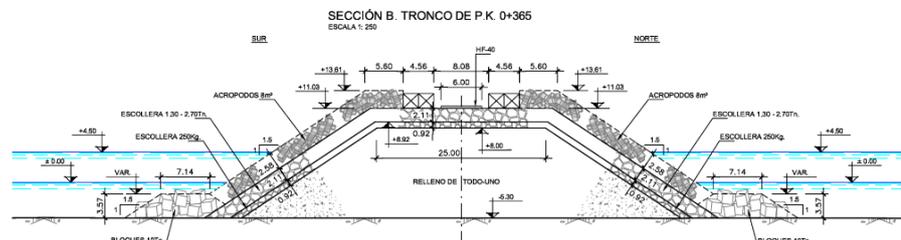


Figura D.9: Sección tipo con manto de acrópodos

En el siguiente tramo del dique los acrópodos son de mayor tamaño y la transición se resuelve reduciendo el espesor del filtro de manera que los acrópodos de mayores dimensiones queden

completamente apoyados sobre los menores.

### Ejemplo 3. Transición del tronco al morro

En la construcción del morro casi siempre es necesario realizar transiciones ya sea por un cambio de piezas, del número de capas, del talud, etc. (Figuras D.10, D.11, D.12, D.13 y D.14).

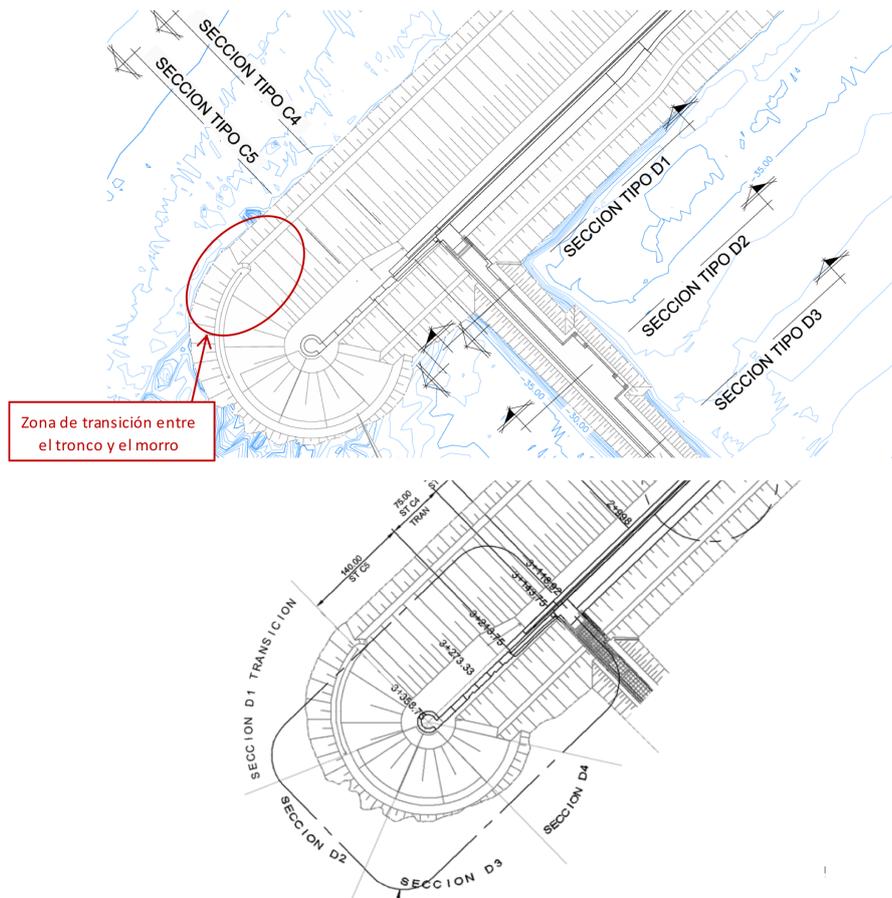


Figura D.10: Detalle del morro de un dique. En el lado mar hay un cambio en el tamaño de las piezas del manto entre el tronco (bloques de 25 Tn) y el morro (bloques de 50 Tn)

D.1. Ejemplos de soluciones técnicas en diques en talud | 69

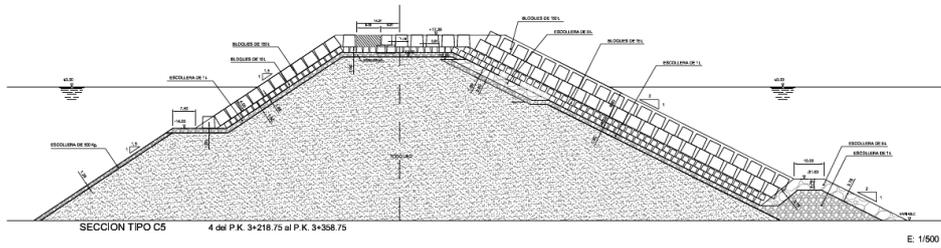


Figura D.11: Sección tipo en el tronco (ST5, ver Figura 10): bloques de 150 Tn, talud 2H:1V

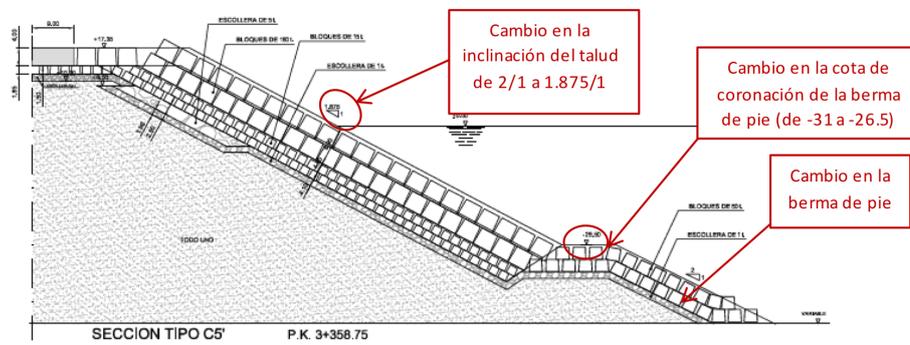


Figura D.12: Sección tipo en el morro, transición (bloques de 150 Tn, talud 1.875H:1V)

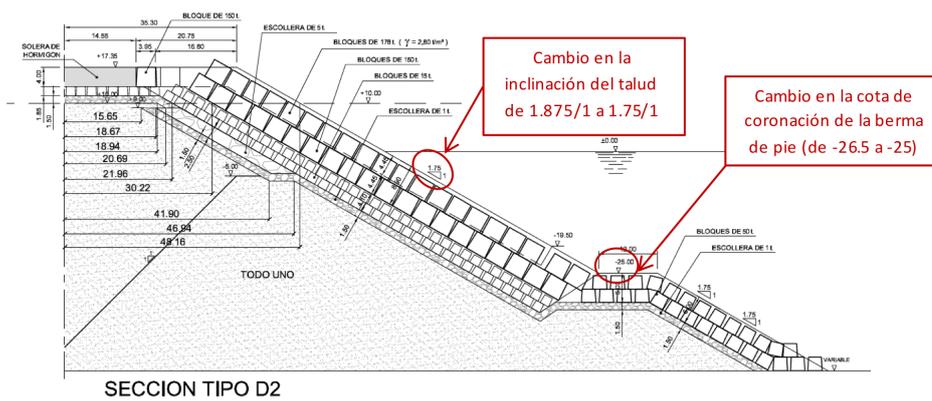


Figura D.13: Sección tipo en el morro (bloques de 178 Tn, talud 1.75H:1V)

## 70 | Anejo D. Soluciones de detalles constructivos para diques de abrigo

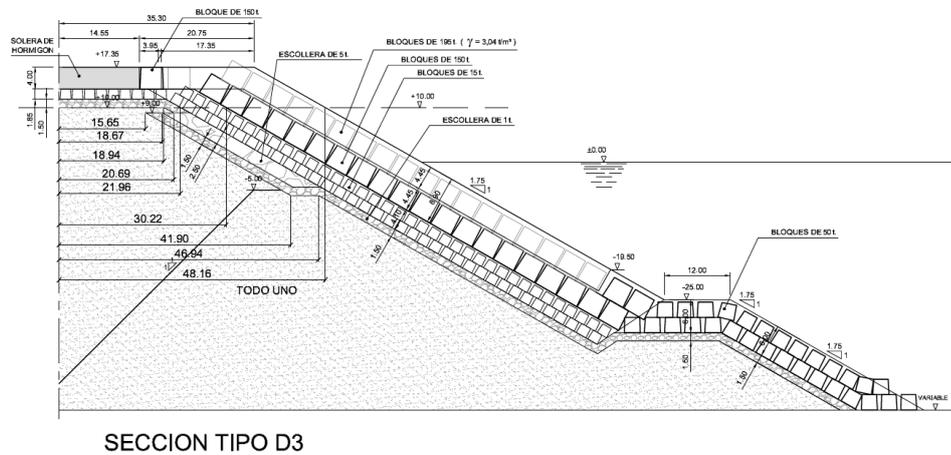


Figura D.14: Sección tipo en el morro (bloques de 195 Tn, talud 1.75H:1V)

**Ejemplo 4. Cambio en el número de capas en el manto principal**

En el caso de cambios en el manto principal que impliquen incremento en el número de capas del manto, ya sea con el mismo tamaño de piezas como con piezas distintas, es necesario resolver la transición de modo que se absorba la diferencia de espesor. El criterio, al igual que en los ejemplos anteriores, es mantener constante el perfil exterior del manto de modo que no se creen discontinuidades o escalones que puedan propiciar el movimiento de unas piezas sobre otras. Para ello, hay que:

- Modificar los espesores de las capas de filtro y/o núcleo.
- Dejar una cuña en la zona de transición, en la que no se colocan piezas, para poder modificar el espesor del filtro una vez que se han colocado las piezas en el tramo con mayor número de capas, y así, apoyar las piezas del tramo de menor número de capas.

En las figuras D.15, D.16 y D.17 se muestra un ejemplo de una transición de un manto monocapa a uno bicapa.

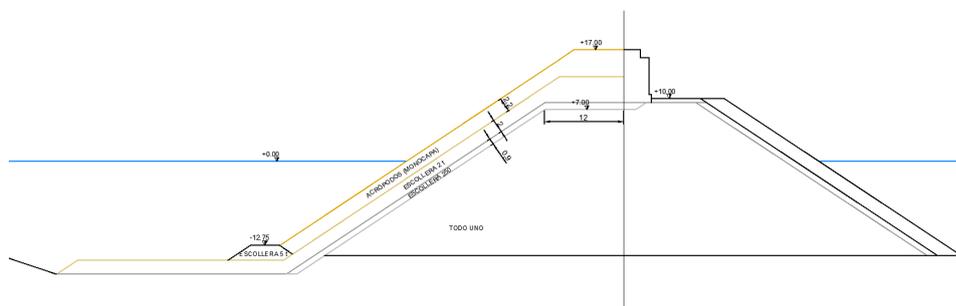


Figura D.15: Sección tipo del tronco, con manto monocapa

## D.1. Ejemplos de soluciones técnicas en diques en talud | 71

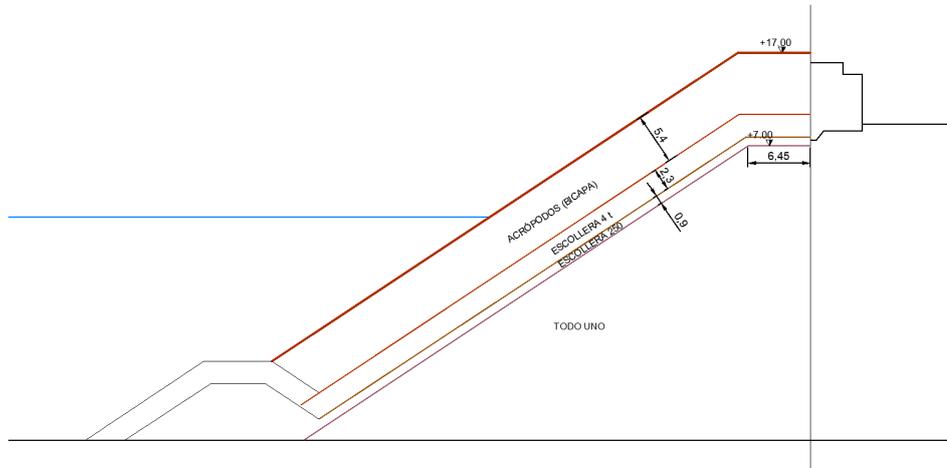


Figura D.16: Sección tipo del morro, manto bicapa. Tanto la sección del manto como el espesor de las capas de filtro han de ser reducidos para hacer la transición desde la sección monocapa a la bicapa, y compensar así el incremento de espesor del manto bicapa (de 2.2 a 5.4 m) para hacer coincidir el perfil exterior

## 72 | Anejo D. Soluciones de detalles constructivos para diques de abrigo

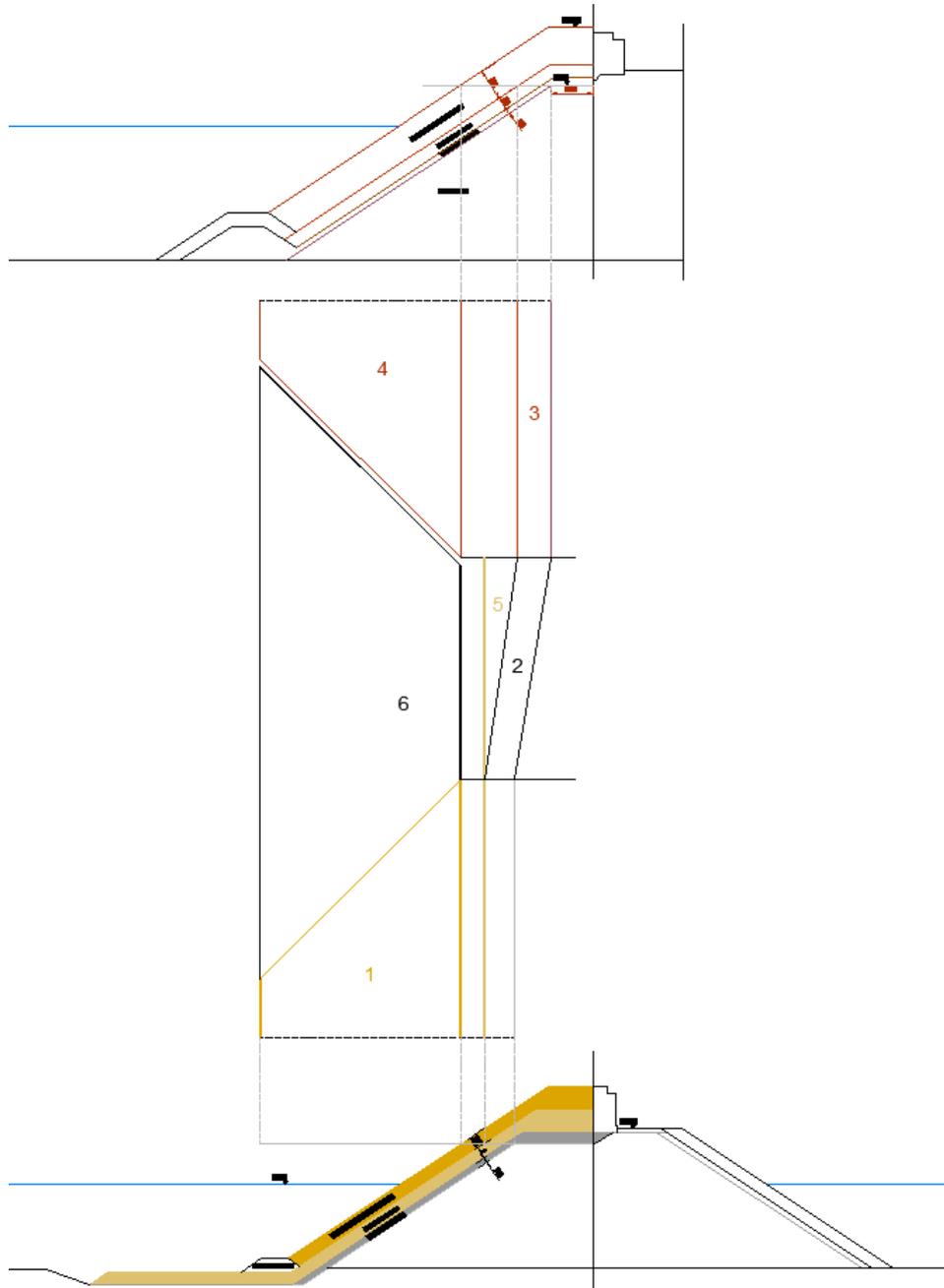


Figura D.17: Esquema en planta de la secuencia de avance de las capas (la numeración indica el orden de la ejecución). (1): Manto del tronco, (2): transición gradual del filtro, (3 y 4): filtro y manto de una cuña del morro, (5): incremento del filtro en la cuña de transición hasta para crear apoyo a las piezas del manto monocapa en la transición y (6): manto monocapa en la transición

Para poder hacer la transición y que no se creen discontinuidades en el manto, es necesario interrumpir el avance en la zona del manto monocapa y proceder a la colocación del manto bicapa (acorde con la sección tipo) de tal forma que se deje entre ambos avances una cuña sin manto. Una vez colocada esta cuña de manto bicapa se incrementará progresivamente el espesor del filtro en



## 74 | Anejo D. Soluciones de detalles constructivos para diques de abrigo

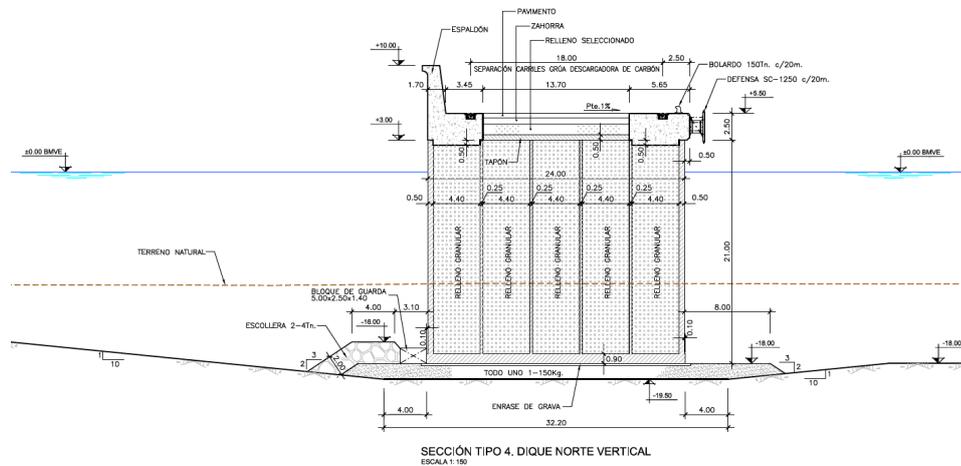


Figura D.20: Sección tipo de un dique vertical de cajones con bloques de guarda con cota inferior a la cota de banqueta

### D.2.2 Espaldón de hormigón armado

En general, los espaldones de hormigón armado no resisten por peso, por lo que es necesario empotrarlos en la estructura del dique. En los cajones, empotrados en las paredes o encastrados en las celdas (Figuras D.21 y D.22).

## D.2. Ejemplos de soluciones técnicas en diques verticales | 75

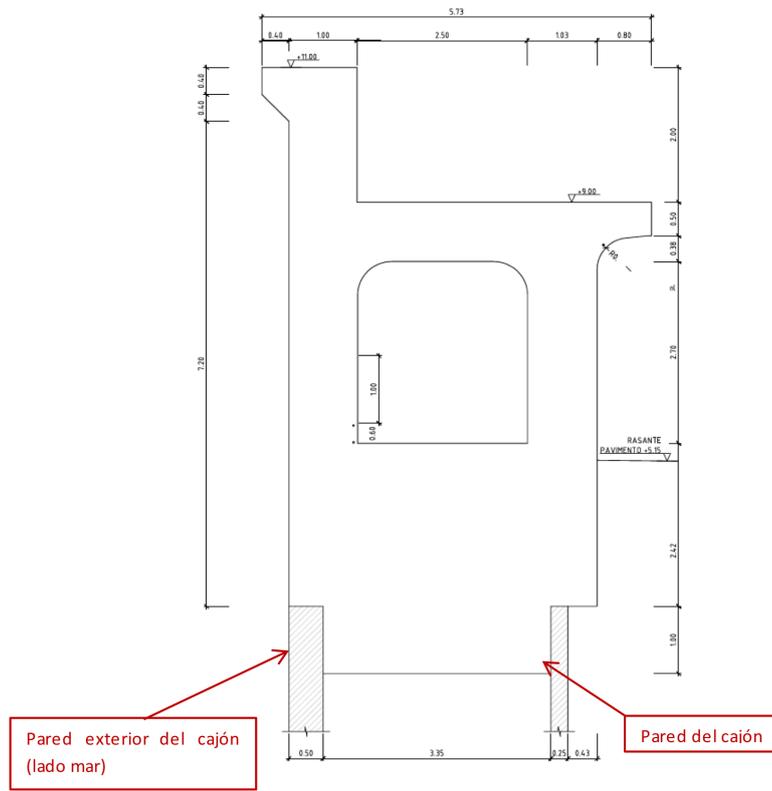


Figura D.21: Espaldón de hormigón armado, con galería central. Sección tipo geometría y armado

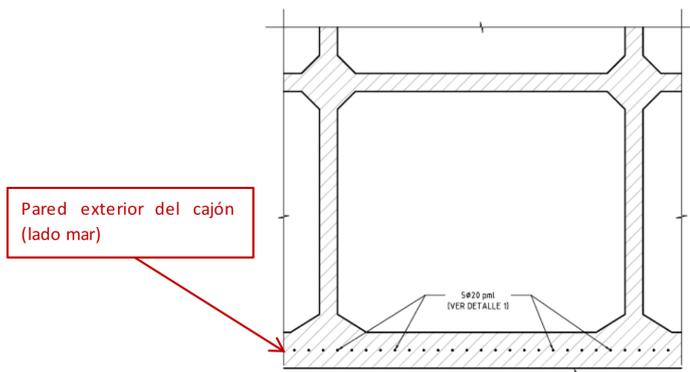


Figura D.22: Espaldón de hormigón armado. Detalle de armadura vertical pasante de conexión del espaldón con la pared exterior del cajón

### D.2.3 Espaldón de hormigón en masa

Los espaldones de hormigón en masa se diseñan para resistir por peso (Figura D.23).

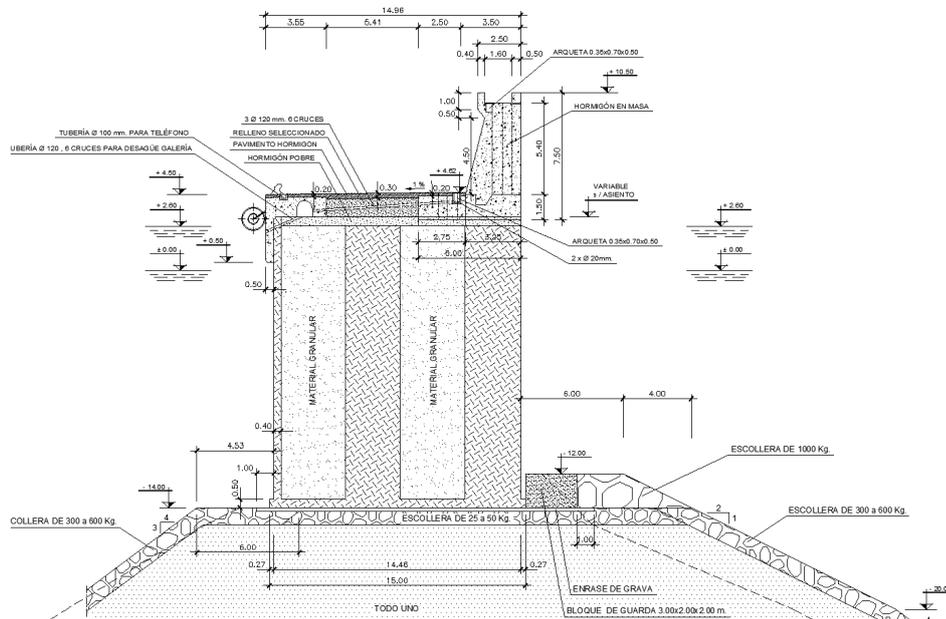


Figura D.23: Espaldón de hormigón en masa sobre un dique vertical de cajones

### D.2.4 Junta entre cajones

Las juntas entre cajones se suelen diseñar con 2 o más cavidades, relleno de la del lado mar con hormigón (Figura D.24).

## D.2. Ejemplos de soluciones técnicas en diques verticales | 77

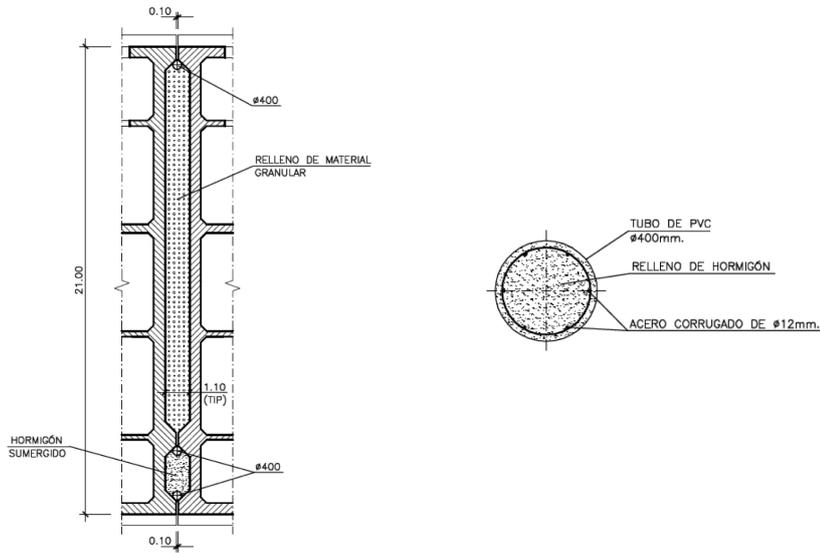


Figura D.24: Detalle de junta entre cajones y del tubo

## D.2.5 Viga cantil

La viga cantil se diseña para resistir por peso o empotrada en el cajón (Figura D.25). Cuando la posición de la defensa está por debajo de la viga cantil, se maciza la celda correspondiente rellenándola de hormigón (Figura D.26).

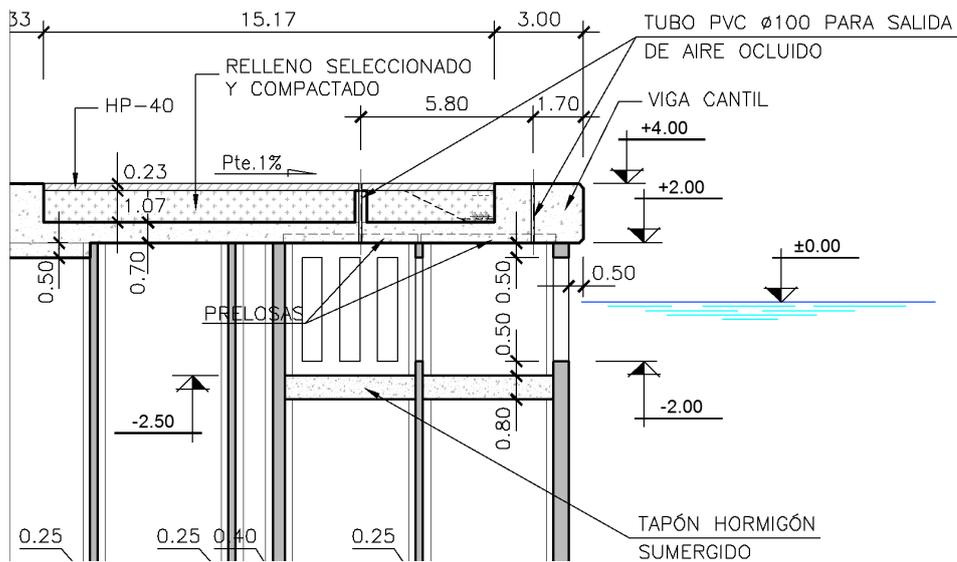


Figura D.25: Detalle de viga cantil en dique atracable, en un dique de cajones con cámaras antirreflejantes

## 78 | Anejo D. Soluciones de detalles constructivos para diques de abrigo

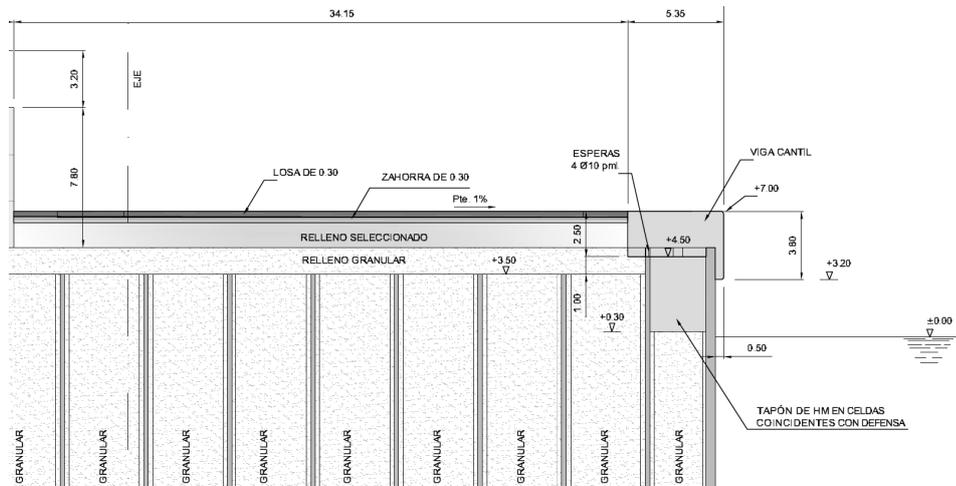


Figura D.26: Detalle de viga cantil en dique atracable, con tapón de hormigón en la celda exterior en aquellas en las que coincida la posición de una defensa

### D.2.6 Transición entre cotas de cimentación

Los escalones en la cota de la banqueta implican que el vertido de la misma deba realizarse por tramos, comenzando por la banqueta correspondiente a los cajones cuya cota de cimentación se encuentra a mayor profundidad. Comenzando por el extremo del dique correspondiente a la sección C, se realiza el vertido de la banqueta a la cota -26, prolongándola durante parte del siguiente tramo. Una vez colocado el cajón 1, se continúa con el vertido de la banqueta hasta la cota -24 para los siguientes cajones 2 a 5. La ejecución del siguiente escalón sería análoga (Figuras D.27, D.28 y D.29).

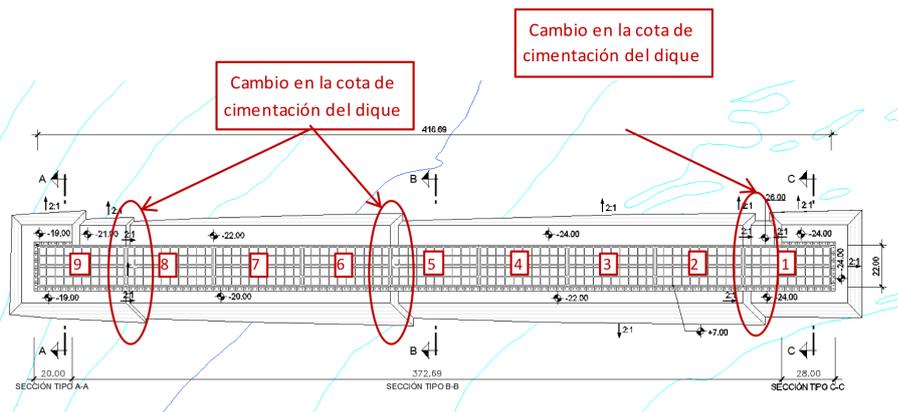


Figura D.27: Dique vertical con varios cambios de cota de cimentación de los cajones (-21, -22, -24 y -26)

D.2. Ejemplos de soluciones técnicas en diques verticales | 79

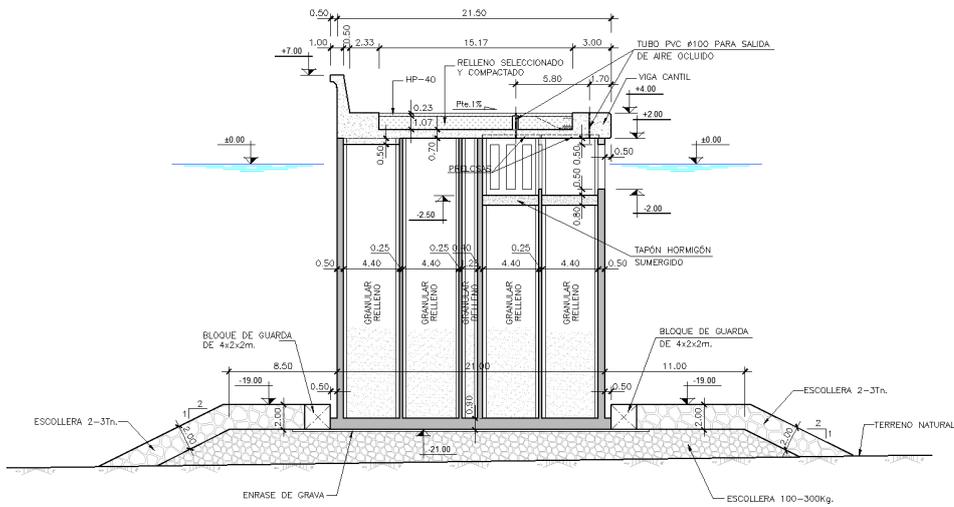


Figura D.28: Sección tipo A (cota de cimentación del cajón, -21)

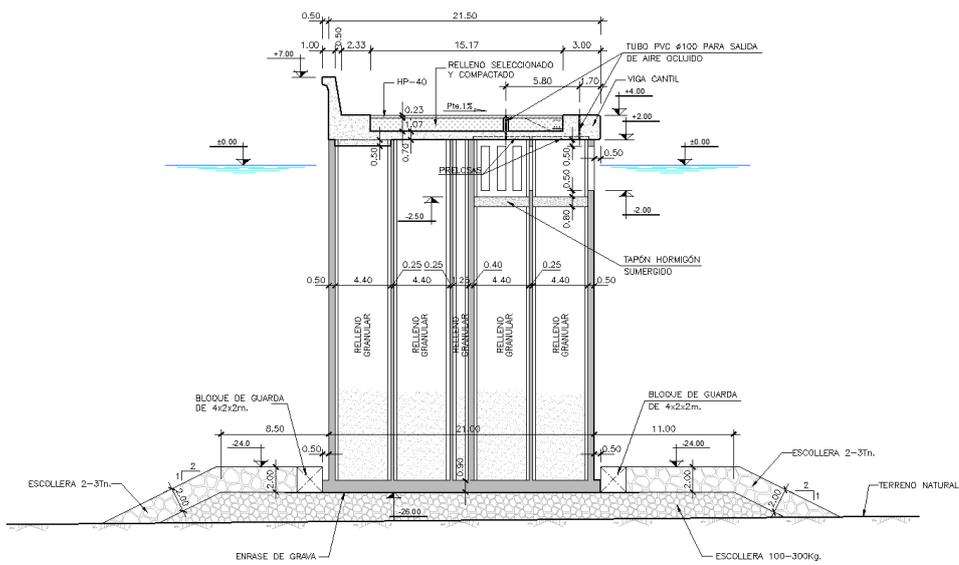


Figura D.29: Sección tipo C (cota de cimentación del cajón, -26)

### D.3 Ejemplo de solución de junta entre cajones de máxima fricción

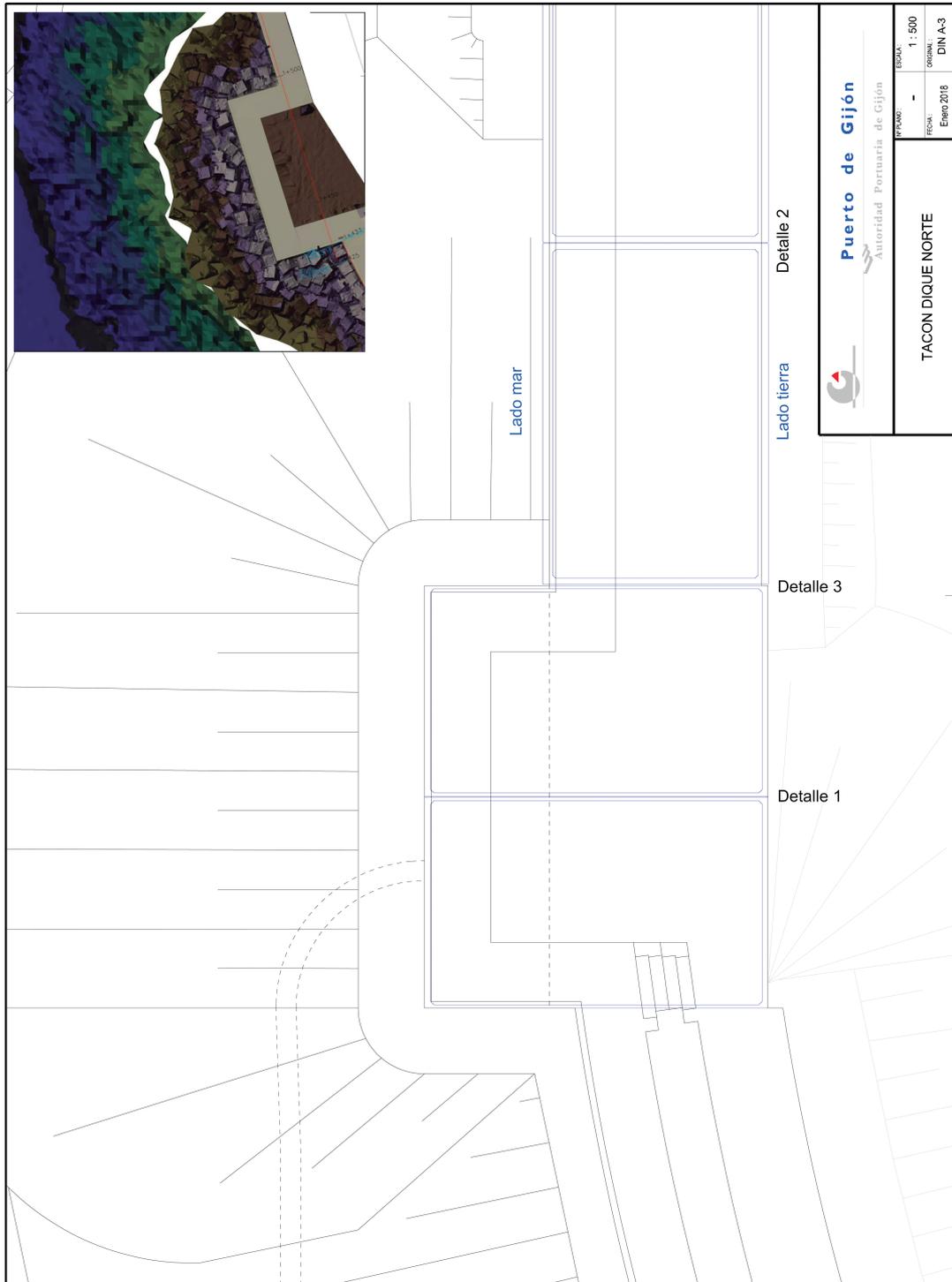
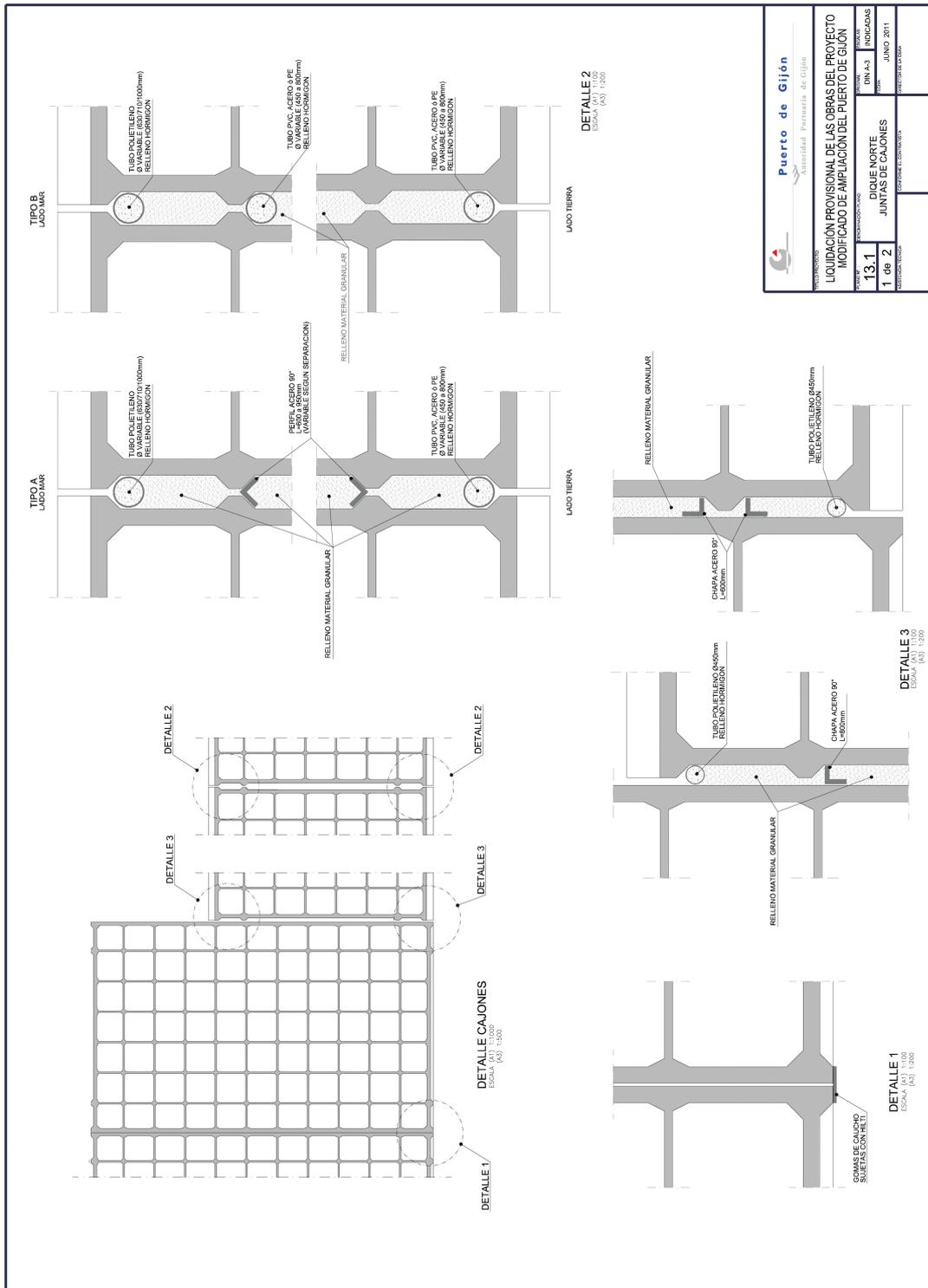


Figura D.30: Planta del dique norte del Puerto de Gijón

D.3. Ejemplo de solución de junta entre cajones de máxima fricción



		Autoridad Portuaria de Gijón	
PROYECTO: LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS DEL PROYECTO MODIFICADO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE GIJÓN			
PLAN: 13.1	DESCRIPCIÓN: JUNTAS DE CAJONES	INDICACIONES:	REVISIÓN:
1 de 2	JUNIO 2011	DISEÑADO POR:	JUNIO 2011
CONSULTA Y COPIAS:		COPIAS DE EJECUCIÓN:	
OFICINA TÉCNICA		OFICINA DE ESTUDIOS	
DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS		DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS	

Figura D.31: Detalles de las juntas entre cajones del dique norte del Puerto de Gijón