

## **ANEJO 13: PAVIMENTOS**

# ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN .....	2
2. DEFINICIÓN DE ZONAS EN FUNCIÓN DE SU USO.....	2
3. CARAZTERIZACIÓN DE LAS CARGAS.....	2
3.1 CARGAS DE CÁLCULO SEGÚN EL USO DE LAS SUPERFICIES PORTUÁRIAS	
4. INTENSIDAD DE USO.....	3
5. CATEGORÍAS DE TRÁFICO .....	3
6.CATEGORÍA DE LA EXPLANADA .....	4
7. DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME.....	4
7.1 CAPAS INFERIORES DEL FIRME	
7.2 ELECCIÓN DEL TIPO DE PAVIMENTO	
8. DRENAJE.....	5



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se muestran los pasos seguidos para dimensionar el pavimento de la mota de acceso y la obra de atraque, ya que se establecerá un pavimento uniforme por encima de la coronación de los muelles. Se dimensionara en función de la mota acceso, ya que entre esta y la obra de atraque, la mota presenta más funciones a considerar que la anterior, siendo esta entonces más desfavorable por los diferentes usos que se le puede otorgar. El cálculo se basa en la caracterización previa de las cargas de uso del muelle.

El proceso de dimensionamiento seguido ha sido el siguiente:

- Determinación de las zonas en función de su uso y tipo de actividad.
- Caracterización de las cargas de cálculo para cada obra.
- Establecimiento del tipo de tráfico obtenido como combinación de las cargas y de la intensidad de uso.
- Dimensionamiento de la explanada y del pavimento a partir de las cargas de cálculo.

## 2. DEFINICIÓN DE ZONAS EN FUNCIÓN DE SU USO

El proyecto de firmes y pavimentos portuarios requiere una clasificación de las superficies atendiendo en primer lugar al uso que se vaya a hacer de las mismas y, a continuación, en función del tipo de actividad que se vaya a realizar en ellas.

Atendiendo al uso podemos distinguir cinco zonas:

- Uso comercial. Incluye todas las áreas destinadas a efectuar intercambios entre los modos de transporte marítimo y terrestre, manipulación y almacenamiento de mercancías y cuyo fin primordial es el comercio ya sea nacional o internacional.
- Uso militar. Relacionado directamente con buques de uso militar, donde es de destacar la existencia de algunas acciones especialmente agresivas.

- Uso pesquero. Relacionado directamente con la actividad pesquera, incluyendo las zonas de paso de pesca, de abastecimiento y atraque de embarcaciones.
- Uso deportivo. Comprende todas aquellas instalaciones en las que se realizan actividades específicas de deporte y recreo, incluyendo los complejos náutico - residenciales, embarcaderos deportivos, puertos e islas.
- Uso industrial. Aquel que es característico de una industria o zona industrial (refinerías, astilleros, siderurgias.)

En este caso la mota de acceso se podría clasificar como destinada a uso comercial. En el diseño de la mota de acceso, a efectos de pavimentación, podemos considerar dicha zona como ZONA DE OPERACIÓN. ( artículo 2.2.1. ROM 4.1-94).

## 3. CARACTERIZACIÓN DE LAS CARGAS

Una vez establecido el uso, en primer lugar se han de clasificar las cargas por sus efectos sobre los firmes, estableciéndose, en cada caso, una Carga de Cálculo. En segundo lugar, se analizan las Intensidades de Uso que van a desarrollarse en cada superficie durante la vida útil del pavimento. El objetivo de esto es establecer un parámetro de dimensionamiento, que son las Categorías de Tráfico, combinando la Caracterización de las cargas y las Intensidades de uso.

### 3.1 Cargas de cálculo según el uso de las superficies portuarias

Son las cargas de naturaleza variable transmitidas al pavimento por los sistemas y equipos de manipulación de mercancías, materiales o suministros.

Se emplearán los correspondientes a los equipos más usuales para este tipo de terminales de manipulación de graneles extraídos de la tabla 3.2. de la ROM 4.1-94: La existencia de esfuerzos horizontales importantes no se considera a los efectos del dimensionamiento estructural de los firmes, pero sí debe tenerse en cuenta al establecer las características superficiales que deben tener los pavimentos.



La ROM 4.1-94 de pavimentos portuarios clasifica las cargas de cálculo como bajas, medias o altas para las diferentes situaciones posibles, llamándose la atención sobre el hecho de que las cargas de cálculo clasificadas de la misma manera para situaciones diferentes no son necesariamente equivalentes.

Para la mota de acceso se considera una carga de tipo MEDIO.

#### 4. INTENSIDAD DE USO

La intensidad de uso es, junto con las cargas aplicadas, el dato fundamental para definir la categoría de tráfico en una superficie portuaria.

Para evaluar la intensidad de uso, se ha recurrido a establecer una serie de índices de explotación portuaria que se refieren a una determinada magnitud de explotación por año y se establecen para el año medio de la vida útil.

Según la ROM 4.1-94 de pavimentos portuarios, las intensidades de uso se clasifican como reducidas, medias o elevadas en función de los valores de los índices definidos. Salvo que se dispongan de datos concretos y específicos, en aquellos casos más generales en que no se dispone de todos los datos, se aconseja efectuar el dimensionamiento con una intensidad de uso Media, para cualquier situación, excepto cuando se prevea la existencia de una gran afluencia de tráfico en la zona, en cuyo caso los cálculos se efectuarán con una intensidad de uso Elevada.

No obstante, este matiz diferenciador de intensidades de uso sólo afectará en el caso de cargas bajas. Intensidades de uso Reducidas no son recomendables, salvo en el caso de disponer de datos específicos que lo aconsejen.

A falta de datos más precisos, consideramos que la intensidad de uso será MEDIA, dado que ésta cubre la mayor parte de las situaciones que pueden darse, como se cita en el apartado 3.4 de la ROM 4.1-94.

- En zona de operación. MEDIA:  $300 < I_{1.1} < 3.000 \text{ t/m}$
- En zona de almacenamiento. MEDIA:  $6 < I_{1.2} < 60 \text{ t/m}^2$

#### 5. CATEGORÍAS DE TRÁFICO

En la ROM 4.1-94 de pavimentos portuarios se definen cuatro categorías de tráfico según la carga de cálculo y la intensidad de uso de la superficie considerada:

- Tráfico muy pesado: A
- Tráfico pesado: B
- Tráfico medio: C
- Tráfico ligero: D

En este caso y atendiendo a la tabla C.1. de la citada norma, consideraremos el siguiente tipo de tráfico:

- Intensidad MEDIA y Carga de cálculo MEDIA

CATEGORÍAS DE TRÁFICO <sup>(1)</sup>				TABLA C.1.
INTENSIDAD DE USO	CARGA DE CÁLCULO			
	BAJA	MEDIA	ALTA	
REDUCIDA	D	C	B	
MEDIA	D	B	A	
ELEVADA	C	B	A	

Tabla C.1. Categorías de Tráfico

Por lo que tenemos una categoría de tráfico tipo **B**.



## 6. CATEGORÍA DE LA EXPLANADA

La explanada se define como la superficie de coronación del relleno sobre la que apoya directamente el firme. El espesor de esta coronación ha de ser como mínimo de 1 m, debiendo extenderse en tongadas no superiores a 40 cm; en cualquier caso, el espesor de dichas tongadas debe ser tanto menor cuanto peor sea la calidad del material utilizado.

Se definen tres categorías de explanadas establecidas en función del índice CBR.

Así, tenemos:

- E1:  $5 \leq \text{CBR} < 10$
- E2:  $10 \leq \text{CBR} < 20$
- E3:  $20 \leq \text{CBR}$

Siendo:

E1: Explanada aceptable

E2: Explanada buena

E3: Explanada muy buena

Para definir la categoría de la explanada como cimiento de un firme se deben tener en cuenta diversos aspectos: la naturaleza del relleno y su grado de consolidación, y los materiales empleados en la consolidación.

Se considera en este estudio que el relleno empleado, dada la experiencia similar con el tipo de relleno hidráulico que se pretende emplear, se puede clasificar como BC (bueno consolidado), puesto que se proyecta la realización de una consolidación del relleno y con un  $\text{CBR} > 20$ . Lo que permite clasificar a la explanada como E3 inicialmente.

No obstante la clasificación definitiva de la explanada se obtendrá en función de los resultados obtenidos con placa de carga.

## 7. DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME

El objetivo fundamental de dimensionamiento de firmes portuarios es asegurar sus condiciones de servicio durante la vida útil, al aplicar un régimen determinado de cargas con una intensidad de uso también determinada.

La elección del tipo de firme se realiza en función de las categorías de la explanada y del tráfico, según el catálogo de secciones tipo propuestas por la ROM 4.1-94 de pavimentos portuarios para el uso y la zona considerados.

### 7.1 Capa inferiores del firme

La colocación o no de capas inferiores de base y/o subbase se lleva a cabo en función de la categoría de la explanada que se haya considerado. En este caso no sería precisa la colocación de subbase, puesto que dada la naturaleza del relleno que se va a utilizar no es necesaria.

CAPAS INFERIORES			TABLA C.3.
CATEGORÍA DE EXPLANADA	SUBBASE DE ZAHORRA NATURAL	BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL <sup>(3)</sup>	
EO <sup>(1)</sup>	0,40 m <sup>(2)</sup>	0.25 m	
E1	0,25 m <sup>(2)</sup>	0.25 m	
E2	-----	0.25 m	
E3	-----	-----	

Tabla C.3 Capas Inferiores

Asimismo según la misma tabla C.3., en el caso de explanada E3, tampoco sería preciso el empleo de una capa de base. No obstante se prevé el empleo de una capa de zahorra artificial de 25 cm de espesor. De esta forma garantizaremos la correcta nivelación para la posterior recepción del firme.

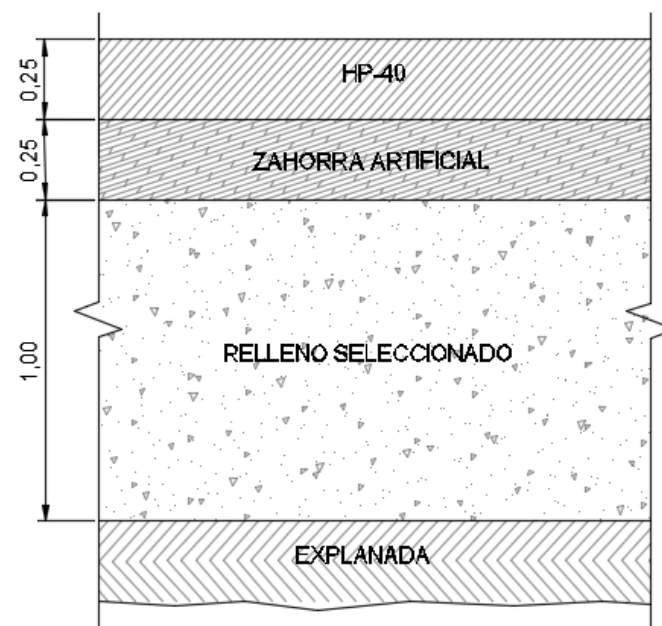


## 7.2 Elección del tipo de pavimento

El catálogo de secciones estructurales normalizadas para pavimentos portuarios de la ROM 4.1-94, propone diversos tipos de pavimento con sus espesores mínimos. Dichos espesores mínimos, lo son para cualquier punto del firme, con lo que los espesores medios habrán de ser algo mayores, del orden de 0,01 a 0,03 m.

De todas las soluciones posibles para la categoría de tráfico obtenida, se propone la tipología de pavimento de hormigón vibrado. Puesto que se considera que con este tipo de pavimento se obtendrán resultados satisfactorios. Finalmente se proponen las secciones tipo siguientes:

- Pavimento de hormigón vibrado HP40 25 cm.
- Base granular (zahorra artificial) 25 cm.
- Explanada con material seleccionado 100 cm.



Sección del pavimento

## 8. DRENAJE

Se trata de realizar el drenaje para el acceso a tierra que se da en el muelle. Por el cual, esta mota de acceso no está destinado al tránsito de vehículos ni de personas, lo cual no quita que alguna vez sea usado por alguna de las partes citadas anteriormente. A pesar de ello una de las algunas de las funciones de este, será la posible intervención de equipos especiales para prevenir o realizar cualquier tipo de riesgos o rescates, equipos de mantenimiento, etc.

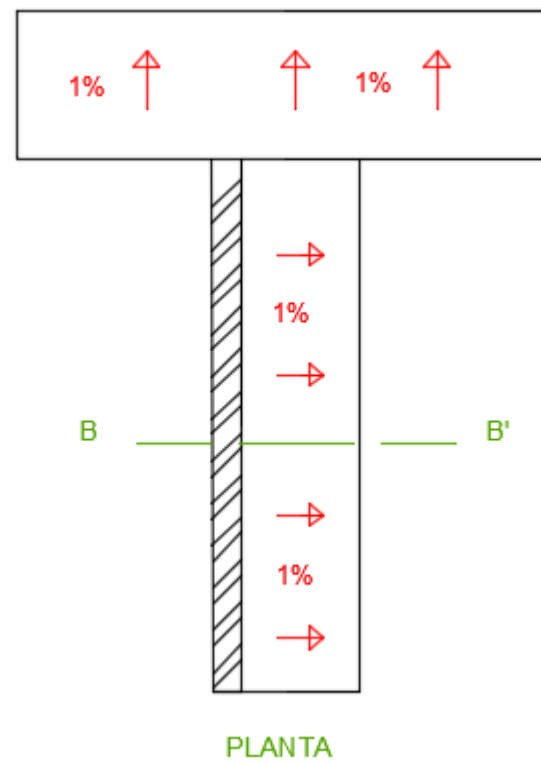
El objeto de esta actuación versa sobre el dimensionamiento de un drenaje, el cual, tendrá como principal función la de evitar la mezcla de cualquier tipo de sustancias peligrosas con el mar, evitando así la caída de cualquier tipo de sustancias a este. Como ya se cita en varios anejos, este proyecto estará destinado a graneles líquidos. No obstante este muelle será concesionado por empresas que trataran dichos productos, pero lo que realmente se espera de este, serán productos químicos lo que supone de real importancia este anejo para evitar una posible contaminación del mar. Para ello se analizará la situación con la que contamos y se establecerán las mejores soluciones posibles.

Al estudiar los distintos tipos de drenaje, se consideraban dos alternativas:

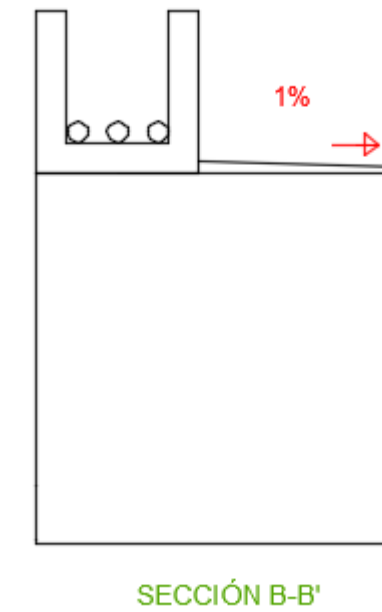
La primera de ellas era realizar un desagüe a dos aguas en la que la estas aguas serían recogidas por medio de una pendiente, por una serie de sumideros. No obstante debido al alto peligro que existe si hubiese una fuga de una tubería, el gran impacto ambiental que suponía obligaba a adoptar una solución mucho mejor.

La segunda alternativa y definitiva, era establecer a lo largo de la mota de acceso un perfil en “U” de hormigón en masa. Por el cual se adosarían las instalaciones y en caso de haber algún tipo de fuga, no existía ningún peligro que supondría poner en peligro la contaminación de aguas. Por lo que al resto del pavimento se le data de una pendiente, evacuando el agua de pluviales al mar.

La solución adoptada se puede observar en la siguiente imagen.



Disposición en Planta del muelle



Se ha establecido en toda la dimensión del muelle una pendiente constante de 0.3% ya que al hay muy poca superficie de coronación y el agua tiene gran facilidad para desaguar al mar.







## ANEJO 12: PAVIMENTOS