

ANEJO 13

TRÁFICO Y DIMENSIONAMIENTO DE FIRMES.



ÍNDICE

1. Objeto.	3
2. Uso de las superficies.....	4
2.1. Caracterización de las cargas.	4
2.1.1. Cargas de cálculo.....	4
2.1.2. Intensidad de uso.....	5
2.1.3. Categoría del tráfico.....	5
3. Rellenos.....	7
4. Explanadas.	8
5. Elección del firme.....	10
6. Sección de firme.....	13

1. Objeto.

El objetivo del siguiente anejo es describir el tráfico que habrá sobre el muelle y, en consecuencia, dimensionar el firme del mismo.

Para ello se hará uso de la *“ROM 4.1-94 Proyecto y Construcción de Pavimentos Portuarios”*, y de la Instrucción de Carreteras Norma 3.1-IC y 6.2 -IC.



2. Uso de las superficies.

La ROM 4.1-94 establece una clasificación de las superficies terrestres para el proyecto de los firmes y pavimentos portuarios que depende, en primer lugar, del uso que se vaya a hacer de las mismas (comercial, industrial, militar, pesquero y deportivo o de recreo) y, a continuación, en función del tipo de actividad que se vaya a realizar en ellas (operación, almacenamiento, etc.). Por otro lado, hay que considerar las zonas complementarias y las vías que conectan las diversas zonas entre sí y con la red de carreteras.

2.1. Caracterización de las cargas.

Las cargas que va a sufrir la estructura dependen en gran medida de la intensidad de uso de las superficies dado que determina el desgaste que sufrirá el pavimento a lo largo de su vida útil. También marca la relevancia que pueda tener la zona en cuestión respecto.

En el caso de estudio, la zona a pavimentar será utilizada como aparcamiento principalmente dado que no se producirá ni operaciones de carga-descarga de mercancías ni el almacenamiento de ellas.

Tal y como se indicó en el *Anejo 5. Estudio de demanda*, para transportar a los pasajeros serán necesarios 6 plazas de buses y 20 de taxis, no obstante, se proyectarán 10 plazas de autobuses y 25 de taxi para satisfacer así un posible aumento en la demanda.

Para determinar la clasificación de las cargas, estas se tomarán como si el uso del puerto fuese deportivo y la zona a dimensionar fuera de estacionamiento.

2.1.1. Cargas de cálculo.

Las cargas de cálculo se clasifican como altas, medias o bajas en función de los vehículos que vayan estacionar en ella. Así pues:

- Alta → Estacionamiento exclusivo de vehículos pesados.
- Media → Estacionamiento tanto de vehículos pesado como de ligeros.
- Baja → Estacionamiento exclusivo de vehículos ligeros.

En el caso de estudio al tratarse de autobuses y de vehículos normales se seleccionará una carga de cálculo media.

2.1.2. Intensidad de uso.

Como se ha explicado anteriormente, este es un factor vital a la hora de determinar las cargas del pavimento. La clasificación de las intensidades de uso es la siguiente:

- Elevada→ Cuando se disponen de más de 100 plazas totales de aparcamiento.
- Media→ Cuando se disponen de entre 10 y 100 plazas totales de aparcamiento.
- Baja→ Cuando se disponen de menos de 10 plazas totales de aparcamiento.

Como se ha mencionado en el apartado anterior, entre las plazas de autobuses y las de taxis, se requieren de 35 plazas en total, siendo de 10 de ellas destinadas para autobuses las cuales, lógicamente, son más grandes. Se dispone de una intensidad de uso media.

2.1.3. Categoría del tráfico.

Las categorías de tráfico son dependientes de tanto la intensidad de uso como de la carga de cálculo y, se dividen en 4 en categorías diferentes:

- A→ Tráfico muy pesado.
- B→ Tráfico pesado.
- C→ Tráfico medio.
- D→ Tráfico ligero.

En la Figura 1 se muestran las distintas categorías del tráfico en función de las distintas intensidades de uso y cargas de cálculo. El pavimento estará sometido pues a una categoría B del tráfico.



INTENSIDAD DE USO	CARGA DE CÁLCULO		
	BAJA	MEDIA	ALTA
REDUCIDA	D	C	B
MEDIA	D	B	A
ELEVADA	C	B	A
<p>NOTA:</p> <p>* Excepto para viales de acceso y zonas complementarias de circulación.</p>			

Figura 1. Categorías del tráfico. (Fuente: ROM 4.1-94).



3. Rellenos.

De los rellenos depende en gran medida el comportamiento estructural de un firme por este motivo será indispensable escoger el relleno adecuado para la construcción del firme.

Los rellenos portuarios son muy distintos de los convencionales para carreteras y otras infraestructuras. Esta diferenciación se debe principalmente a que al contrario que obras convencionales, en las portuarias, el apoyo está constituido por un relleno situado ya sea total o parcialmente por debajo del nivel del mar.

La ROM 4.1-94 presenta dos grandes tipos de rellenos principalmente, los hidráulicos y los de vertido directo. Los primeros se caracterizan por ser conseguidos mediante un proceso de sedimentación de partículas sólidas contenidas en un efluente que procede de un dragado. Dicho efluente se caracteriza principalmente por su caudal y por el contenido de sólidos en suspensión; mientras que los segundos se refieren principalmente a la forma de ejecución del relleno. En este caso el vertido se realiza desde gánguiles o bien desde tierra.

En la Figura 2 se puede ver un cuadro resumen de los distintos tipos de rellenos portuarios.

TABLA 4.1. CLASIFICACIÓN DE LOS RELLENOS PORTUARIOS	
TIPOS DE RELLENOS	CLASIFICACIÓN
HIDRÁULICOS	Contenido de finos menor del 10 %
	Contenido de finos entre el 10 y el 35 %
	Contenido de finos mayor del 35 %
DE VERTIDO DIRECTO	Con materiales terrestres
	Rellenos granulares
	Rellenos cohesivos
	Pedraplenes limpios
	Pedraplenes sucios
	Antrópicos y no convencionales

Figura 2. Tipos de rellenos portuarios. (Fuente: ROM 4.1-94).



4. Explanadas.

Según la ROM 4.1-94, “la explanada se define como la superficie de la coronación del relleno sobre la que se apoya directamente el firme. El espesor de esta coronación ha de ser como mínimo de 1 m (diferencia entre la cota de explanada y la del relleno antes de empezar la extensión de la coronación), debiendo extenderse en tongadas no superiores a los 40 cm; en cualquier caso, el espesor de dichas tongadas debe ser tanto menor cuanto peor sea la calidad del material utilizado”.

Para categorizar correctamente una explanada se debe atender a diversos factores como la naturaleza del relleno, su grado de consolidación y los materiales empleados en la coronación. La ROM 4.1-94 establece la siguiente clasificación de los rellenos

- Rellenos malos no consolidados (MNC)→ Rellenos hidráulicos que poseen un alto contenido de finos (>35 %) o rellenos antrópicos de vertido directo, no sometidos a ningún tratamiento de consolidación.
- Rellenos malos consolidados (MC)→ Ídem, pero sometidos a alguno de los tratamientos de consolidación.
- Rellenos regulares no consolidados (RNC)→ Rellenos hidráulicos con contenido de finos entre el 10 y el 35 % o rellenos no convencionales de vertido directo, no sometidos a ningún tratamiento de consolidación.
- Rellenos regulares consolidados (RC)→ Ídem, pero sometidos a alguno de los tratamientos de consolidación.
- Rellenos buenos no consolidados (BNC)→ Rellenos hidráulicos con bajo contenido de finos (<10 %) o rellenos de vertido directo.
- Rellenos buenos consolidados (BC)→ Ídem, pero sometidos a alguno de los tratamientos de consolidación.

Respecto a la coronación también se distingue entre varios casos posibles:

- Ausencia de coronación
- Coronación con suelos adecuados

- Coronación con suelos seleccionados
- Coronación con suelos seleccionados con CBR
- Coronación con todo uno de cantera.

Las distintas combinaciones existentes entre las clases mencionadas anteriormente permiten clasificar las explanadas en las categorías mostradas a continuación:

- Explanada deficiente → E0
- Explanada aceptable → E1
- Explanada buena → E2
- Explanada muy buena → E3

En el caso de estudio, la coronación se realizará mediante un suelo seleccionado que cumpla todo lo exigido en el *Artículo 330.3.3* del *PG-3*. Respecto al relleno, al no disponerse de los medios necesarios para la correcta caracterización del material, se opta por un relleno malo no consolidado (MNC), para quedar así del lado de la seguridad. Se obtiene pues una explanada aceptable (E1).

TABLA 4.2. CATEGORÍAS DE EXPLANADAS						
CORONACIÓN	(*) MNC	(*) RNC	(*) BNC	MC	RC	BC
Suelos adecuados	E0	E0	E0	E1	E1	E1
Suelos seleccionados	E1	E1	E1	E1	E2	E2
Todo uno de cantera	E1	E1	E1	E2	E2	E3
Suelos seleccionados con CBR > 20	E1	E1	E2	E2	E3	E3
NOTA: (*) En estos casos se construirán firmes provisionales.						

Figura 3. Categorías de explanada (Fuente: ROM 4.1-94).



5. Elección del firme.

La elección del firme portuario depende de los siguientes factores principalmente:

- Uso de la superficie portuaria
- Equipos de manipulación.
- Características del relleno.
- Características de los materiales disponibles.
- Vida útil.

Lo primero que se seleccionará será la capa inferior la cual se tratará de una base de zahorra ya sea natural o artificial de 0,25 metros de espesor. En caso de que sea natural, se podrán colocar hasta 0,05 metros menos si esta se sustituye por zahorra artificial.

CAPAS INFERIORES			TABLA C.3.
CATEGORÍA DE EXPLANADA	SUBBASE DE ZAHORRA NATURAL	BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL ⁽³⁾	
EO ⁽¹⁾	0,40 m ⁽²⁾	0.25 m	
E1	0,25 m ⁽²⁾	0.25 m	
E2	-----	0.25 m	
E3	-----	-----	
NOTAS: (1) Sólo es admisible en el caso de firmes provisionales. (2) Se podrán colocar hasta 0,05 m menos si la zahorra natural se sustituye por zahorra artificial. (3) Salvo en los casos que se indican más adelante (adoquines prefabricados de hormigón con tráfico A o B).			

Figura 4. Clases de capas inferiores. (Fuente: ROM 4.1-94).



Las capas superiores van determinadas por el uso al que vaya a estar destinado el muelle: se recuerda que se tratará como aparcamiento al no existir afluencia de maquinaria en las instalaciones. Como se observa en la figura 5, las disposiciones de materiales son las siguientes:

USO COMERCIAL		ZONAS COMPLEMENTARIAS. ESTACIONAMIENTO		TABLA C.9 a.
I: PAVIMENTO DE HORMIGÓN VIBRADO HP40 ⁽¹⁾				
TRÁFICO A 0,26 m	TRÁFICO B 0,23 m	TRÁFICO C 0,20 m	TRÁFICO D 0,20 m	
II: PAVIMENTO DE HORMIGÓN COMPACTADO CON RODILLO				
TRÁFICO A 0,26 m	TRÁFICO B 0,23 m	TRÁFICO C 0,20 m	TRÁFICO D 0,20 m	
III: PAVIMENTO DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO				
TRÁFICO A 0,20 m	TRÁFICO B 0,18 m			
NOTAS:				
1) En caso de emplear hormigón HP 35 se aumentará el espesor en 0,03 m.				

USO COMERCIAL		ZONAS DE OPERACIÓN		TABLA C.4.b
IV: PAVIMENTO DE HORMIGÓN ARMADO CON FIBRAS DE ACERO				
TRÁFICO A 0,25 m	TRÁFICO B 0,22 m	TRÁFICO C 0,20 m	TRÁFICO D 0,18 m	
V: ADOQUINES PREFABRICADOS DE HORMIGON ⁽¹⁾				
TRÁFICO A ⁽²⁾ 0,12 m	TRÁFICO B ⁽²⁾ 0,10 m	TRÁFICO C 0,10 m	TRÁFICO D 0,08 m	
NOTAS:				
(1) En todos los casos los adoquines se apoyan en una capa de nivelación de arena de un espesor tras compactación de 0,03 m.				
(2) La capa de base estará constituida por una capa de alguna de las siguientes unidades de obra: hormigón magro (0,15 m), hormigón H-175 (0,15 m) o suelocemento (0,20 m), incluso en el caso de explanada E3.				

Figura 5. Pavimentos para estacionamientos. (Fuente: ROM 4.1-94).



Como se indicó anteriormente la categoría de tráfico del muelle a proyectar es tipo B. Se escogerá pues, como solución un pavimento de hormigón vibrado HP-40 de 0,23 metros de espesor.

6. Sección de firme.

La sección que se colocará en el muelle de estudio es la que se adjunta en la *Figura 6*, la sección en detalle con las medidas exactas se encuentra en el *Plano 12. Secciones de firmes*.

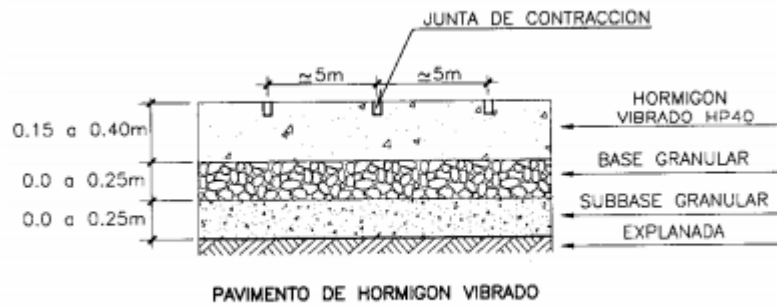


Figura 6. Sección del firme escogido. (Fuente ROM 4.1-94).