

ANEJO 14: FIRMES Y PAVIMENTOS

ANTEPROYECTO DE MUELLE DE CRUCEROS Y ESTACIÓN MARÍTIMA EN EL PUERTO DE
DENIA (ALICANTE)

Elena Cascant López

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN..... 5

2. CATEGORÍA DE TRÁFICO 6

2.1 CALCULO DE LA CATEGORÍA DEL TRÁFICO..... 7

2.1.1 Muelle..... 7

2.1.2 Parking..... 7

2.1.3 Zona de paseo 7

2.1.4 Zona de tránsito de suministro 7

2.1.5 Viales exteriores 7

3. EXPLANADA..... 7

3.1 CATEGORÍA DE LA EXPLANADA POR LA ROM 4.1-94..... 7

3.2 CATEGORÍA DE EXPLANADA POR LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS 6.1 IC..... 8

4. FIRMES..... 9

4.1 DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME..... 9

4.1.1 Muelle..... 9

4.1.2 Parking..... 10

4.1.3 Zona de paseo 10

4.1.4 Zona de tránsito de suministro 10

4.1.5 Viales exteriores 11

4.1.6 Carril bici..... 11

5. RIEGOS..... 11

1. INTRODUCCIÓN

La finalidad de este anejo es describir los firmes que van a ser colocados en las zonas de actuación del proyecto, tanto en la parte portuaria como en el espacio peatonal y para vehículos.

Para poder estudiarlo, se va a emplear la Recomendación para Obras Marítimas ROM 4.1-94: Proyecto y Construcción de Pavimentos Portuarios, y la Norma 6.1 “Secciones de firmes” de la Instrucción de Carreteras.

El dimensionamiento de los firmes para el tramo portuario, se diferencia según la ROM, en función del uso al que vayan a ser destinados, así pues, se distingue entre operación y almacenamiento.

TABLA 2.1. USOS DE LAS SUPERFICIES TERRESTRES PORTUARIAS		
USOS	ZONAS	SITUACIONES
COMERCIAL Graneles líquidos Graneles sólidos ordinarios Graneles sólidos pesados Mercancía general convencional Mercancía general pesada Mercancía general unificada • Contenedores • Semirremolques y ro-ro Otros tráficos	OPERACIÓN	Por rodadura
		Por elevación
		Por rodadura y elevación
		Por sistemas continuos
	ALMACENAMIENTO	Depósito
		Circulación de equipos de movilidad no restringida
	VÍAS DE COMUNICACIÓN	Circulación de equipos de movilidad restringida
		Vías de maniobra
	COMPLEMENTARIAS	Viales de acceso
		Circulación
INDUSTRIAL	Análogo a uso comercial para mercancía general pesada	
MILITAR	Análogo a uso comercial para mercancía general convencional y cargas Ro-Ro	
PESQUERO	OPERACIÓN	Pesca de bajura
		Pesca de altura
	CLASIFICACIÓN, PREPARACIÓN Y VENTA	Clasificación y preparación
		Depósitos
		Lonjas
		Vías de maniobra
	VÍAS DE COMUNICACIÓN	Viales de acceso
		Circulación
DEPORTIVO O DE RECREO	COMPLEMENTARIAS	Estacionamiento
		Grandes embarcaciones
	OPERACIÓN O VARADA	Pequeñas embarcaciones
		Circulación
	COMPLEMENTARIAS	Estacionamiento

Figura 1: tabla 2.1 ROM : usos de las superficies terrestres portuarias

En nuestro caso, los firmes se van a dimensionar de la siguiente forma:

Los firmes del nuevo muelle y la zona del parking, que según la ROM pertenecen a zonas de operación, se dimensionarán mediante la norma ROM 4.1-94.

Las zonas de paseo, de tránsito se suministros, y los viales de la parte anexa al puerto se dimensionarán mediante la Norma 6.1 “Secciones de firmes” de la Instrucción de Carreteras.

2. CATEGORÍA DE TRÁFICO

Antes de embarcarse en el dimensionamiento de los pavimentos, hay que determinar la categoría del tráfico de cada zona con la que actuar.

Para averiguar la categoría de tráfico, cada norma nos indica un procedimiento diferente.

En la ROM se obtiene en función de la carga de cálculo y la intensidad de uso de la superficie, mientras que en la IC 6.1, se obtiene a partir de la IMD de vehículos pesados que circulan por la vía.

TABLA 3.3. CATEGORÍAS DE TRÁFICO (*)			
INTENSIDAD DE USO	CARGA DE CÁLCULO		
	BAJA	MEDIA	ALTA
REDUCIDA	D	C	B
MEDIA	D	B	A
ELEVADA	C	B	A
NOTA: * Excepto para viales de acceso y zonas complementarias de circulación.			

Siendo:

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

Figura 2 : Categoría del tráfico según ROM 4.1-94

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Figura 3: categoría del tráfico según la Norma 6.1 “Secciones de firmes” de la Instrucción de Carreteras

2.1 CALCULO DE LA CATEGORÍA DEL TRÁFICO

2.1.1 Muelle

El nuevo muelle pertenece a uso comercial y zona de operación (figura 1) , en la cual se espera que circule un camión para el suministro de los cruceros, de 40 t.

Accediendo al apartado “3.3.2.1. ZONAS DE OPERACIÓN” de la ROM, observamos que la carga de cálculo será BAJA.

Si accedemos al apartado “3.4: INTENSIDAD DE USO SEGÚN EL USO DE LAS SUPERFICIES PORTUARIAS” de la ROM, vemos que en las zonas de operación, para $I_{L1} < 300$ t/m, la intensidad de uso será REDUCIDA.

Con esto, mirando la figura 2, obtenemos una categoría del tráfico D.

2.1.2 Parking

La zona destinada a estacionamiento pertenece al uso deportivo o de recreo y zona complementaria de estacionamiento,

Accediendo al apartado “3.3.1.9. ZONAS COMPLEMENTARIAS. ESTACIONAMIENTO” de la ROM, observamos que la carga de cálculo será MEDIA ya que existirá un estacionamiento de vehículos pesados y ligeros.

Si accedemos al apartado “3.4.1.9. ZONAS COMPLEMENTARIAS. ESTACIONAMIENTO” de la ROM, vemos que al destinarse más de 100 plazas totales de estacionamiento, la intensidad de uso será ELEVADA.

Con esto, mirando la figura 2, obtenemos una categoría del tráfico B.

2.1.3 Zona de paseo

La zona de paseo se dimensionará mediante la Norma 6.1 “Secciones de firmes” de la Instrucción de Carreteras, y para ello es necesario obtener el IMD de los vehículos pesados para categorizar el tráfico.

Como el IMDp es menor de 25, según la figura 3, la categoría de tráfico es T42.

2.1.4 Zona de tránsito de suministro

Esta zona también se dimensionará mediante la Norma 6.1 “Secciones de firmes” de la Instrucción de Carreteras, que con un IMDp menor de 25, según la figura 3, la categoría de tráfico es T42.

2.1.5 Viales exteriores

Como los anteriores, se dimensionará mediante la Norma 6.1 “Secciones de firmes” de la Instrucción de Carreteras, que con un IMDp menor de 25, según la figura 3, la categoría de tráfico es T42.

3. EXPLANADA

La explanada es la zona del terreno realmente ocupada por la carretera, en la que se ha modificado el terreno original. Es la superficie del cimientto del firme, que ha de tener como mínimo 1 metro de espesor, repartido en tongadas menores de 40 cm.

Los materiales que se emplean en la capa de coronación, el grado de compactación que se obtiene en ellos, y el grado de consolidación conseguido definen la calidad de la explanada.

3.1 CATEGORÍA DE LA EXPLANADA POR LA ROM 4.1-94

Para definir la categoría de la explanada como cimientto 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 coronación.

El relleno que se colocará será BNC (Relleno bueno no consolidado). Es un relleno hidráulico con bajo contenido en finos (<10%) o rellenos de vertido directo con materiales terrestres, no sometidos a ningún tratamiento de consolidación.

La coronación se realizará mediante suelos seleccionados, o todo en uno de cantera.

Mediante la combinación de los diferentes tipos de rellenos y las distintas situaciones de coronación, se permite clasificar la explanada portuaria en las siguientes categorías a través de esta tabla procedente de la ROM:

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 4: Categorías de explanada según la ROM 4.1-94

Observamos que la categoría de la explanada será E1 (explanada aceptable).

3.2 CATEGORÍA DE EXPLANADA POR LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS 6.1 IC

A los efectos de definir la estructura del firme, se establecen tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}), obtenido de acuerdo con la NLT-357 “Ensayo de carga con placa” cuyos valores se recogen en la siguiente tabla:

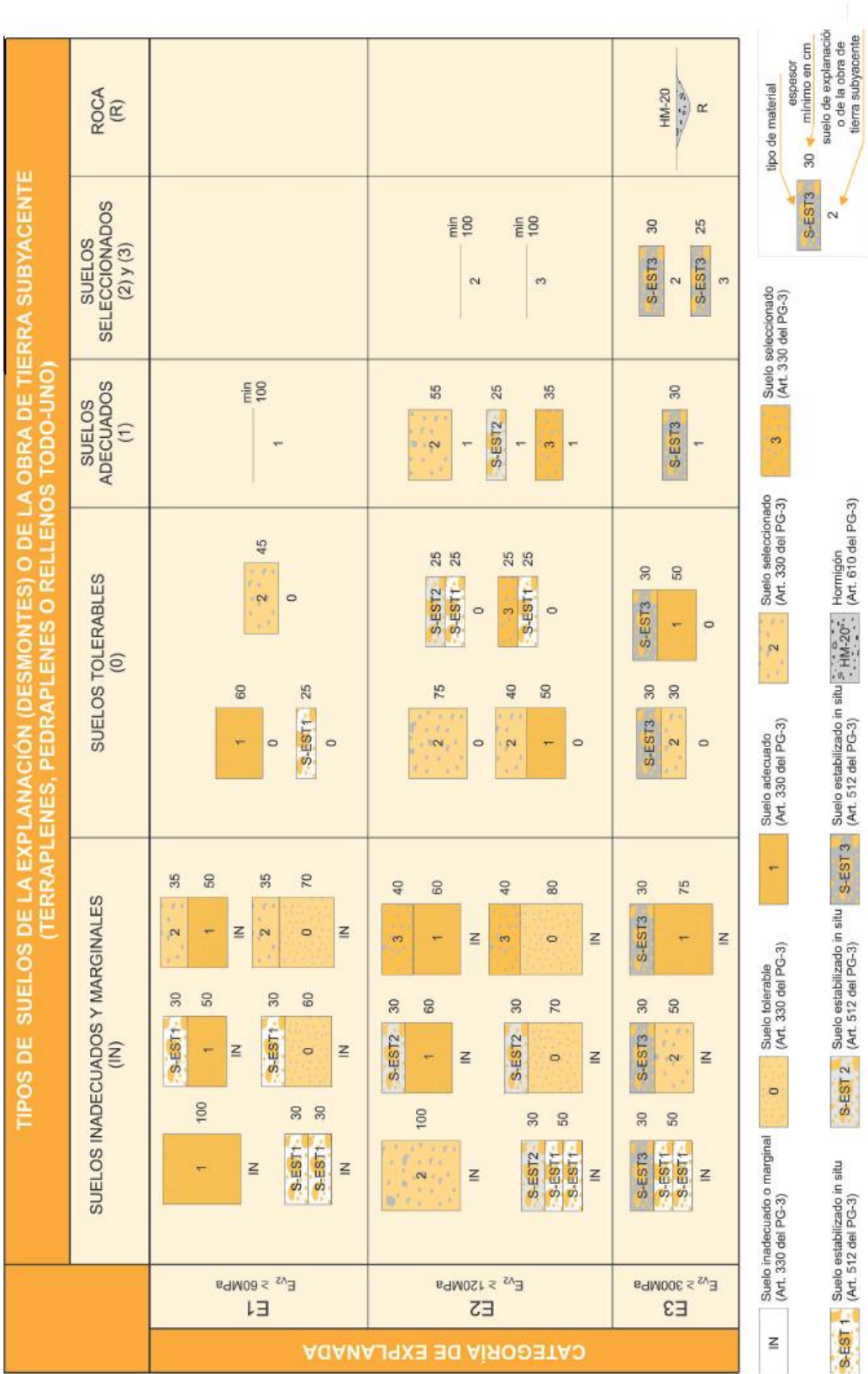
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E _{v2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Figura 5: categoría de explanada según la Norma 6.1 “Secciones de firmes” de la Instrucción de Carreteras

Siendo la categoría de tráfico pesado B, y sabiendo que las cargas que va a recibir no serán importantes, se considerará una categoría de explanada E1.

Accediendo al ANEJO 4: Geología y Geotecnia, vemos que según el estudio geotécnico realizado, y la clasificación española de suelos (PG-3), el suelo que se dispone es tolerable.

La formación de la explanada depende del tipo de suelo de la explanación o de la tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles, y se recoge en la siguiente figura:



USO COMERCIAL		ZONAS DE OPERACIÓN		TABLA C.4.a
I: PAVIMENTO DE HORMIGÓN VIBRADO HP 40 ⁽¹⁾				
TRÁFICO A 0,32 m	TRÁFICO B 0,29 m	TRÁFICO C 0,26 m	TRÁFICO D 0,23 m	
II: PAVIMENTO DE HORMIGON COMPACTADO CON RODILLO				
TRÁFICO A 0,32 m	TRÁFICO B 0,29 m	TRÁFICO C 0,26 m	TRÁFICO D 0,23 m	
III: PAVIMENTO CONTINUO DE HORMIGON ARMADO				
TRRÁFICO A 0,28 m	TRÁFICO B 0,25 m	TRÁFICO C 0,22 m	TRÁFICO D 0,20 m	
NOTAS:				
(1) En caso de emplear hormigón HP 35 se aumentará el espesor en 0,03 m.				

Figura 7: tabla C.4.a de zonas de operación según la ROM 4.1-94

4.1.2 Parking

Del parking que se va a realizar se ha determinado una categoría de tráfico B, y una explanada E1.

Sobre este tipo de explanada se debe disponer una capa de subbase de 0,4 m de zahorra natural y otra de base con un espesor de 0,25 m de zahorra artificial.

Sobre estas, se ha elegido colocar un firme de mezclas bituminosas, y accediendo a la tabla C.9.b de la ROM 4.1-94, y teniendo en cuenta la categoría de tráfico B, la capa mínima a disponer será de 0,15 m de mezclas bituminosas en caliente extendidas en dos capas, siendo de 0,06m el espesor de la capa superior.

USO COMERCIAL		ZONAS COMPLEMENTARIAS. ESTACIONAMIENTO		TABLA C.9 b.
IV: ADOQUINES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ⁽¹⁾				
TRÁFICO A ⁽²⁾ 0,10 m	TRÁFICO B ⁽²⁾ 0,08 m	TRÁFICO C 0,08 m	TRÁFICO D 0,08 m	
V: MEZCLAS BITUMINOSAS				
TRÁFICO A ^{(2) (3)} 0,18 m	TRÁFICO B ^{(2) (3)} 0,15 m	TRÁFICO C ^{(2) (4)} 0,12 m	TRÁFICO D ^{(2) (5)} 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.				
3) El proyectista considerará la eventual sustitución de los 0,04 m superiores por un pavimento percolado del mismo espesor.				
4) Mezclas bituminosas en caliente extendidas en dos capas, siendo 0,06 m el espesor de la capa superior.				
5) Mezclas bituminosas abiertas en frío extendidas en dos capas de 0,04 m cada una, y con un sellado posterior de lechada bituminosa.				

Figura 8: tabla C.9.b de zonas complementarias de estacionamiento según la ROM 4.1-94

4.1.3 Zona de paseo

El paseo marítimo forma parte de un tramo ya existente que se compactara para adecuarlo y sobre él, se ha optado por ejecutar un firme de baldosas hidráulicas que se colocarán con mortero sobre una capa de 10 cm de hormigón en masa HM-20.

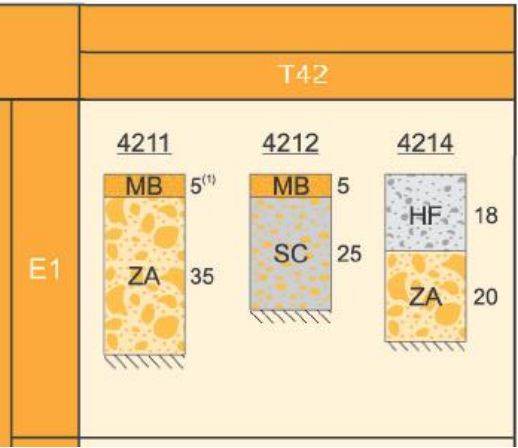
Para el tramo de paseo que discurre bajo los umbráculos, se ha elegido una tarima de madera tropical.

4.1.4 Zona de tránsito de suministro

La zona de tránsito comprende tanto las vías por las que pasaran los camiones de suministro, como los vehículos que transporten pasajeros a los buques. Para este fin se ha elegido un firme de adoquines de hormigón prefabricado.

Una parte de esta zona estará apoyada sobre el terreno existente, y otra parte se tendrá que rellenar ya que se trata de la nueva construcción que se crea sobre el mar.

En esta zona a rellenar se ha determinado una categoría de tráfico T42, y una explanada E1, que mirando en la “Figura 2.2: Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico en función de la categoría de explanada” de la instrucción de carreteras 6.1 IC, nos proporciona tres alternativas:



Se ha elegido el firme 4214, que consiste en una capa de 18 cm de espesor de hormigón que se apoya sobre una capa base de 20 cm de zahorra artificial, y ésta sobre la explanada.

4.1.5 Viales exteriores

Para los viales, se ha elegido un firme de mezclas bituminosas, y según la “Figura 2.2: Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico en función de la categoría de explanada” de la instrucción de carreteras 6.1 IC, nos proporciona las tres alternativas anteriores.

En este caso se ha elegido el firme 4211 que consta de una capa de 5cm de espesor de mezcla bituminosa que se extiende sobre otra capa de zahorras artificiales de 35 cm de espesor. Ésta última se apoyará sobre el suelo ya existente previamente compactado.

4.1.6 Carril bici

Para el carril bici se empleará un pavimentos de hormigón bicapa en el que sólo se colorea de rojo la capa superior de 5 cm. Para ello se emplean pigmentos dosificados entre el 3% y el 5% del contenido de cemento.

Los pavimentos de hormigón son una alternativa sostenible, ecológica, económica y social. Tienen una gran durabilidad, no requieren prácticamente mantenimiento y presentan un gran número de ventajas medioambientales, como la posibilidad de emplear áridos reciclados y cementos con un elevado contenido de adiciones.

Ancho del carril será de 3 m, y dispondrá de 2 sentidos.

5. RIEGOS

Para las capas de los firmes se ha de tener en cuenta la aplicación de riegos para la correcta unión y puesta en obra de las capas que van a formar el firme. Estos riegos pueden ser:

-Riego de imprimación: Sobre la capa granular que vaya a recibir una capa de mezcla bituminosa o un tratamiento superficial, deberá efectuarse, previamente, un riego de imprimación.

-Riego de adherencia: Sobre las capas de materiales tratados con cemento y las capas de mezcla bituminosa que vayan a recibir una capa de mezcla bituminosa deberá efectuarse, previamente, un riego de adherencia. La correcta ejecución de este riego es fundamental para el buen comportamiento del firme.

-Riego de curado: Sobre las capas tratadas con un conglomerante hidráulico se proyectará un riego de curado.