



Anejo nº 19

DIMENSIONAMIENTO DE AMARRES

AMPLIACIÓN SUR DEL PUERTO DEPORTIVO Y PESQUERO DE LAS CASAS DE
ALCANAR

Autor: Gonzalo Pardo Gómez

Índice

1. Introducción	3
2. Impacto de las embarcaciones	3
3. Sistemas de amarre	4
3.1. Bolardos	4
3.2. Muertos	6

Índice de tablas

1. Tabla 1: Reacción de amarre	4
2. Tabla 2: Separación de los bolardos	5
3. Tabla 3: Distribución de los bolardos	5
4. Tabla 4: Manga y altura de proa según eslora	6
5. Tabla 5: Peso de los muertos	7

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se dimensionan los sistemas de amarre que serán de utilización en la ampliación del Puerto de las Casas de Alcanar.

Para poder realizar un correcto dimensionamiento de los elementos de los sistemas de amarre es necesario conocer en primer lugar las fuerzas que se movilizan en los impactos de las embarcaciones al atracar, por ello al tratarse de un acto académico nos basaremos en datos basados en la experiencia para determinar dichas fuerzas. En nuestro caso no disponemos en todo el puerto de barcos que atraquen en posición de costado, por lo tanto las únicas fuerzas que necesitaremos son las que producen los barcos que atracan de proa.

2. IMPACTO DE LAS EMBARCACIONES

Para dimensionar los muelles y pantalanos hemos de considerar la acción que sobre los mismos supone el choque de las embarcaciones al atracar, que fundamentalmente depende del desplazamiento de la embarcación.

Para la determinación de las acciones a considerar se debería seguir la ROM 0.2-90 *Acciones en el proyecto de obras marítimas y portuarias* en sus apartados correspondientes. Pero como hemos expresado anteriormente al tratarse de un acto académico usaremos unos valores de referencia. En caso de realizarse el proyecto deberían calcularse siguiendo la normativa especificada de la ROM.

La energía que el barco genera es la energía cinética $E = \frac{1}{2} \cdot g \cdot C_m \cdot \Delta \cdot V_b^2$, corregida con unos coeficientes de excentricidad, de geometría del buque, por la configuración del atraque y por la rigidez del sistema de atraque.

Donde:

- ✚ g: es la aceleración de la gravedad con un valor de 9.81
- ✚ Δ : peso de la embarcación, desplazamiento en toneladas
- ✚ V_b : Componente normal a la superficie de atraque de la velocidad de aproximación de la embarcación en el momento del impacto, en m/s.
- ✚ C_m : Coeficiente de masa hidrodinámica, adimensional.

En el mercado existen distintos tipos de defensas para las plazas de amarre, para los cálculos siguientes consideraremos que se disponen defensas cilíndricas huecas realizadas en goma, colgadas mediante cadenas. Para los amarres de

embarcaciones grandes se dispondrá la defensa de 254 mm de diámetro exterior y de 128 mm interior. Para las embarcaciones pequeñas se dispondrán defensas de diámetro exterior de 127 mm e interior de 64 mm.

Este material tiene un valor de constante elástica de 280 kN/m que viene dado por el fabricante. La fuerza viene dada por la siguiente expresión $F = \sqrt{2 \cdot E \cdot K}$

En las siguientes tablas calcularemos las reacciones obtenidas, y dividiendo por el ancho en que se produce el amarre obtendremos la reacción por metro:

Eslora (m)	Energía (kN·m)	Fuerza (kN)	Ancho de atraque (m)	Reacción (kN/m)
6	0,1376	8,778	3,125	2,80
8	0,5115	16,925	3,75	4,51
10	0,7099	19,939	4,375	4,55
12	0,8971	22,414	5	4,48
15	1,2177	26,113	6,25	4,17
20	2,1080	34,358	7,5	4,58

Tabla 1: Reacción de amarre según eslora

3. SISTEMAS DE AMARRE

Se han dispuesto dos tipos de amarres en la ampliación sur del Puerto de las Casas de Alcanar, por un lado muertos para los amarres de las embarcaciones que se disponen en popa, y se disponen bolardos en los pantalanes y también en otras zonas como la zona de suministro de combustibles y la zona de recepción.

Las embarcaciones se amarrarán principalmente con el sistema de atraque de popa con amarre a muerto. A continuación se recogen los elementos necesarios.

3.1. BOLARDOS

La separación entre los bolardos, depende del tipo de embarcaciones que se amarren a ellas:

Eslora (m)	Separación (m)
6	2,5
8	3
10	3,5
12	4
15	5
20	6

Debido a las diferencias en los tiros provocados por las embarcaciones estableceremos dos tamaños diferentes de bolardos, uno de 30x30 cm² de base a disponer en los amarres de eslora igual o inferior a 10 m y otro de tamaño 42x42 cm² de base a disponer en los amarres de eslora superior a los 10 m, y también en la ampliación de la zona de suministro de combustibles.

Localización	Bolardos 30x30 cm ²	Bolardos 42x42cm ²
Pantalán 1	56	0
Pantalán 2	56	0
Pantalán 3	52	0
Pantalán 4	48	0
Pantalán 5	44	0
Pantalán 6	0	30
Pantalán 7	44	0
Pantalán 8	44	0
Pantalán 9	0	36
Pantalán 10	44	0
Pantalán 11	0	38
Pantalán 12	0	32
Línea 1	0	106
Línea 2	0	114
Otros	0	4
Total	388	364

Tabla 3: Distribución de los bolardos

Se han calculado un total de 388 bolardos de 33x33 cm² y 364 de 42x42cm².Cuya disposición se puede ver en el plano de sistemas de amarre.

3.2. MUERTOS

Dimensionaremos en el presente apartado los muertos utilizados para el amarre de las distintas embarcaciones. Para dimensionar los muertos se utiliza la metodología de disponer una masa que iguale a la suma de las componentes horizontal y vertical de las fuerzas transmitidas por las embarcaciones.

Para realizar los cálculos de los muertos utilizaremos los siguientes datos:

Eslora (m)	Manga (m)	Altura de proa (m)
6	2,4	0,83
8	2,8	1,17
10	3	1,5
12	3,5	1,83
15	4	2,33
20	4,4	2,83

Tabla 4: Manga y altura de proa según eslora

A parte de estos datos se toman las siguientes hipótesis para realizar los cálculos:

- ✚ La inclinación de las amarras tensadas del muerto se toma 45º
- ✚ Se situará una fila de muertos para cada fila de embarcaciones, es decir, no se considerará una fila central de muertos en las dársenas ya que las cadenas hijas reducirían el calado a las embarcaciones que naveguen por los canales secundarios.
- ✚ Se estima un viento de 120 km/h para los cálculos, y se considera actuando de proa a popa sobre las embarcaciones.
- ✚ El esfuerzo del oleaje sobre las embarcaciones se considera despreciable frente a la acción del viento sobre ellas.
- ✚ La sección transversal sobre la que actúa el viento es aproximadamente un rectángulo de dimensiones manga por altura de proa

El viento ejerce sobre las embarcaciones una presión que podemos calcular con la expresión siguiente:

$$P = C \cdot \frac{V^2}{16}$$

donde:

- ✚ P: Presión ejercida sobre la proyección perpendicular a la dirección del viento de la superficie sobre la que actúa éste. [kg/m²]
- ✚ C: Coeficiente eólico que depende de la forma de la superficie de la

embarcación y del ángulo de incidencia del viento [$C=0,8$]

✚ V: velocidad del viento en m/s

Para calcular la velocidad del viento se considera una situación topográfica expuesta y estando a nivel del mar se tomará una velocidad de 100 km/h que se mayorará por un coeficiente de 1.2, dadas las posibles rachas. Obteniendo una velocidad de cálculo de 120 km/h, equivalente a 33,33 m/s.

Aplicando la anterior fórmula se obtiene:

$$P = 0,8 \cdot \frac{33,33^2}{16} = 55,54 \text{ kg/m}^2$$

La fuerza horizontal actuante sobre las embarcaciones será igual a la presión por el área transversal expuesta, que hemos aproximado por el rectángulo de lados iguales a la manga y a la altura de proa. La fuerza vertical se considera de 2/3 de la horizontal, dado el ángulo con que se produce la unión. El peso necesario para el muerto será igual a la suma de las componentes de las fuerzas. Dado que se disponen los muertos de forma alterna, un muerto es utilizado por dos embarcaciones, el peso del mismo deberá ser el doble del considerado para el caso en que se dispone solitario.

Esloza (m)	Área transversal (m ²)	Fuerza Horizontal (kg)	Fuerza Horizontal (kg)	Peso del muerto (t)
6	1.99	110.52	73.68	0.368
8	3.28	182.17	121.45	0.607
10	4.50	249.93	166.62	0.833
12	6.41	356.01	237.34	1.187
15	9.32	517.63	345.09	1.725
20	12.45	691.47	460.98	2.305

Tabla 5: Peso de los muertos

Con este peso de los muertos se calculará sus dimensiones, su armado y sus cables.

