



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ANEJO 2. CRITERIOS DE DISEÑO

Estudio de soluciones para la ordenación en planta de la Terminal de contenedores del Muelle 11 del Puerto de Alicante.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos

Universitat Politècnica de València

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Curso académico: 2022/2023

Autora: María Costa Porras

Tutor: Joaquín de María Garrido Checa



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	2
2. CRITERIOS DE DISEÑO	2
3. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	8

1. INTRODUCCIÓN

A continuación, se definirán los criterios de diseño generales que se han seguido en todas las alternativas. Éstos han sido elegidos para poder definir y valorar los criterios que se tendrán en cuenta más adelante a la hora de ponderar las soluciones y poder elegir la que sea más conveniente, y en segundo lugar para facilitar el proceso del lector de comprender el documento y explicar de una forma sencilla el desarrollo utilizado para llegar a la solución adoptada. Se tratará tanto la definición del buque idóneo para el atraque en la terminal, la superficie total disponible en toda la terminal para el almacenamiento y la capacidad de atraque, el uso general dado a la terminal y la posibilidad de cambiar su uso en el futuro, a la cual se le llamará versatilidad.

2. CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación, se definirán los criterios de diseño generales que se han seguido en todas las alternativas. Éstos han sido elegidos para poder definir y valorar los criterios que se tendrán en cuenta más adelante a la hora de ponderar las soluciones y poder elegir la más óptima, y en segundo lugar para facilitar el proceso del lector de comprender el documento y explicar de una forma sencilla el desarrollo utilizado para llegar a la solución adoptada. Se tratará tanto la definición del buque idóneo para el atraque en la terminal, la superficie total disponible en toda la terminal para el almacenamiento y la capacidad de atraque, el uso general dado a la terminal y la posibilidad de cambiar su uso en el futuro, a la cual se le llamará versatilidad.

2.1. DEFINICIÓN DEL BUQUE

El primer paso a realizar para hacer el estudio de soluciones es la definición del tipo de buque permitido para atracar en el Muelle 11. Para ello, se deben establecer los datos iniciales con los que se cuenta para llevar a cabo las soluciones del problema. Los datos iniciales han sido obtenidos en la página web del Puerto de Alicante, en resumen, se cuenta con: una longitud del Muelle 11 de uno 410,00 m. de los cuales sólo son funcionales para operaciones de atraque 360,00 m; y un calado de 11,00 m.

En segundo lugar, se emplea la ROM 2.0 para obtener el tipo de buque. En concreto la tabla 4.6.4.33; junto con la tabla 3.2.9 para un mejor entendimiento de las variables. Se observa que en el apartado de buques portacontenedores, la normativa sólo contempla tres tipos de buque, todos de clase Feeder, en cuanto al calado a considerar, inferiores a los 11,00 m.

TIPO DE BUQUE	CLASE	TEUs	Δ_{PC} (t)	L (m)	L_{PP} (m)	B (m)	T (m)
PORTA- CONTENEDORES ¹⁶⁾ (Containers Ships)	MALACCAMAX ¹⁷⁾	> 18.000 ²⁰⁾	375.000	470	446	60,0	34,0
	ULCV ¹⁸⁾	15.000 ²¹⁾	264.000	398	378	56,4	27,0
	SUEZMAX ⁵⁾ y NEW-PANAMAX ¹⁹⁾	12.000	204.000	382	363	53,0	26,5
		10.000	175.000	370	351	45,8	25,5
	SUPER-POST PANAMAX	9.000	172.000	352	335	45,6	25,2
		8.000	160.000	340	323	43,2	24,6
	POST-PANAMAX	6.000	131.000	318	302	42,8	24,2
		5.000	91.000	290	275	40,0	22,8
	PANAMAX ⁷⁾	4.000	85.000	285	270	32,3	22,6
		3.000	80.500	280	266	32,3	22,5
	FEEDER	2.000	65.000	256	243	32,3	20,6
		1.000	33.500	195	184	28,0	15,7
		500	17.400	148	139	23,2	11,9
		300	12.300	129	121	21,1	10,3

Figura 1 - Tabla 4.6.4.33 (1). Fuente ROM 2.0

D_{elmax} (m)	$A_{T,emerlmax}$ (m ²)	$A_{T,emerlmin}$ (m ²)	$A_{L,emerlmax}$ (m ²)	$A_{L,emerlmin}$ (m ²)	$A_{T,sumerlmax}$ (m ²)	$A_{T,sumerlmin}$ (m ²)	$A_{L,sumerlmax}$ (m ²)	$A_{L,sumerlmin}$ (m ²)
20,0	3.408	3.300	21.161	17.759	1.091	749	8.109	5.563
15,5	2.777	2.763	16.704	14.391	796	622	5.328	4.166
15,5	2.409	2.368	13.890	12.222	748	501	5.116	3.426
15,0	2.141	2.065	11.869	10.621	625	444	4.787	3.401
14,8	2.113	2.035	11.664	10.458	614	456	4.508	3.357
14,5	2.019	1.930	10.972	9.905	570	441	4.251	3.297
14,2	1.763	1.649	9.153	8.430	553	386	3.899	2.724
14,0	1.468	1.334	7.165	6.780	509	295	3.500	2.025
13,5	1.401	1.265	6.740	6.421	397	281	3.314	2.343
13,5	1.380	1.190	6.390	6.260	397	270	3.265	2.219
12,6	1.232	1.040	5.460	5.450	370	238	2.784	1.791
10,2	855	679	3.360	3.530	260	162	1.707	1.065
8,3	594	445	2.060	2.290	176	112	1.050	668
7,4	492	358	1.600	1.830	143	91	815	519

Figura 2 - Tabla 4.6.4.33 (1). Fuente ROM 2.0

Cómo primera opción se considera un buque de 1000 TEUs. Éste cumple la condición de longitud para atracar en el Muelle. Sin embargo, también se debe tener en cuenta el resguardo neto, como se muestra en la Figura 3. En este caso, no se cumple la recomendación de una distancia mínima de 1,00 metro entre el suelo marino y la base de la quilla del buque. Por lo tanto, se descarta como opción.

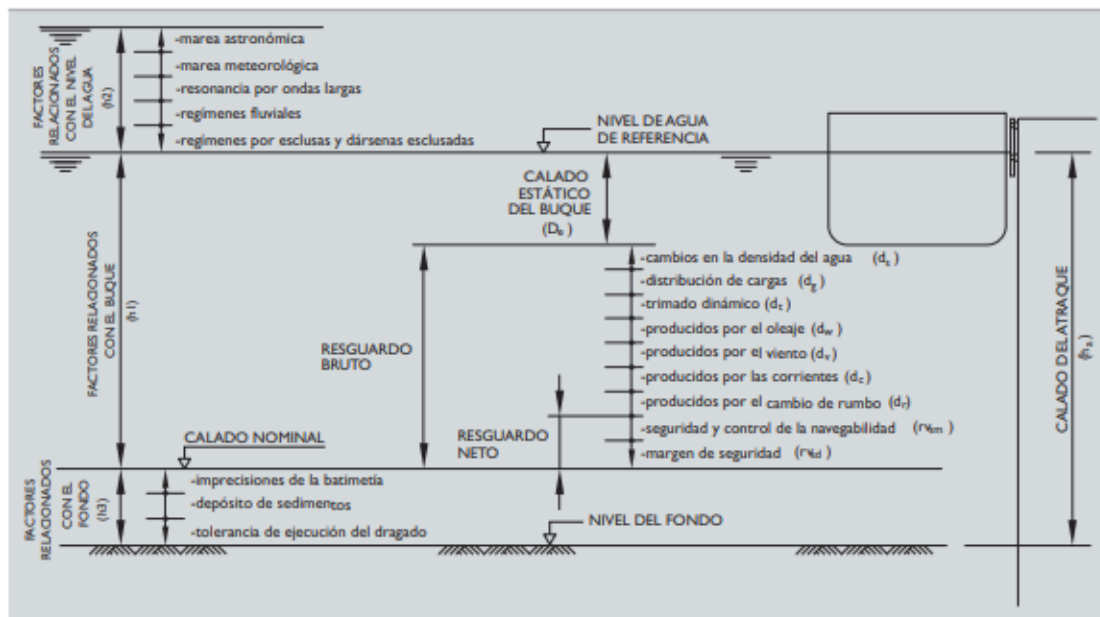
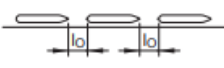
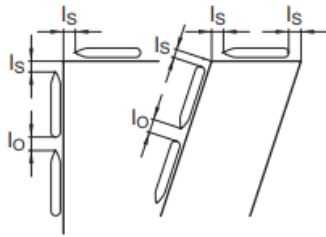
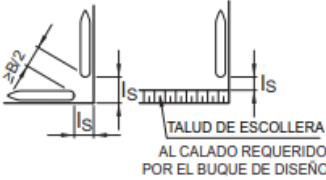
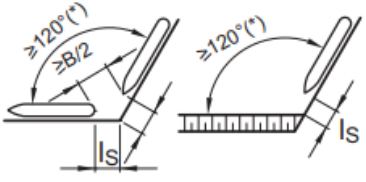
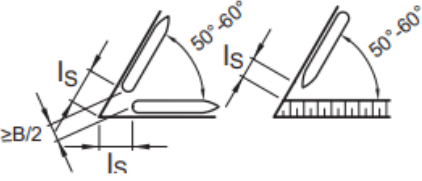
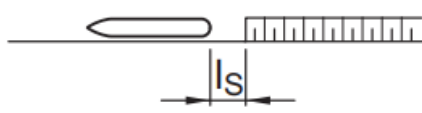


Figura 3 - Tabla 3.2.9. Fuente ROM 2.0

Por ello, como segunda opción se considera la implementación de 2 buques de menor eslora, en vez de un solo buque de mayores medidas. Se decide implementar una línea de atraque de 2 Feeders de 500 TEUs cada uno, debido a su calado de 8,30 m y sus 148,00 m de eslora, cumpliendo así ambas condiciones de longitud y calado. En la siguiente Figura 4, se confirma la posibilidad de atracar 2 Feeders con los resguardos en planta recomendados para la línea de atraque. Así pues, la distancia mínima requerida, son 15,00 m al tratarse de buques con una longitud de eslora que se encuentra en el intervalo de 150,00 y 100,00 m. Para una explicación gráfica, el Documento nº2: Planos, en concreto el Plano nº 5; muestra en detalle la línea de atraque.

ESQUEMA REPRESENTATIVO DEL MUELLE	Valores de las variables en función de la eslora total (L en m.) del barco mayor que afecta a la determinación de la dimensión analizada				
	Mayor de 300	300-201	200-151	150-100	Menor de 100 ⁽¹⁾
<p>1. Distancia "l_o" entre barcos atracados en la misma alineación (m.)</p> 	30	25	20	15	10
<p>2. Separación "l_s" entre barco y cambios de alineación o de tipología estructural (m.)</p> <p>a)</p> 	30	25	20	10	5
<p>b)</p>  <p>TALUD DE ESCOLLERA AL CALADO REQUERIDO POR EL BUQUE DE DISEÑO</p>	45/40	30	25	20	15
<p>c)</p> 	30/25	20	15	15	10
<p>d)</p> 	-/60	50	40	30	20
<p>e)</p> 	20	15	15	10	10

(1) Para buques con eslora total menor de 12 m. se tomará como valor de " l_o " el 20% de " L ", reajustándose los restantes valores proporcionalmente.
 (B) Manga del barco mayor que afecte a la determinación de la dimensión analizada.
 (*) El ángulo se entenderá limitado a 160°. Para ángulos mayores se aplicará el (1).

Figura 4 - Tabla 3.2.1.5. ROM 2.0

2.2. SUPERFICIE TOTAL DISPONIBLE Y CAPACIDAD DE ATRAQUE

En segundo lugar, para poder llevar a cabo el estudio de soluciones, se debe conocer la superficie total que se va a estudiar y así poder diseñar y ajustar la terminal correctamente.

Por otro lado, la capacidad de atraque será igual en todas las posibles soluciones, por ello se debe establecer desde el inicio.

2.2.1. Superficie Total Disponible

Como se muestra en la Figura 5, el siguiente estudio se centrará en la zona perimetrada por la línea azul, la cual abarca el terreno dispuesto en el Muelle 11 y un poco de la ampliación realizada en la antigua dársena pesquera. La zona perimetrada dispone de una superficie total de 44.311,0659 m² sin haber sufrido ninguna intervención. Tras la eliminación de las pantallas protectoras, el tinglado dispuesto en la entrada a la terminal, junto con la rampa situada en el extremo inferior derecho de la imagen, dispuesta para solventar la diferencia de cota entre la viga cantil con la propia terminal; junto con la ampliación terrestre de la terminal por la parte superior hasta la línea delimitante de color azul, se dispone de una superficie total de 65.088,72 m². En el Anejo 4, se estudia la distribución de la superficie en cada alternativa.

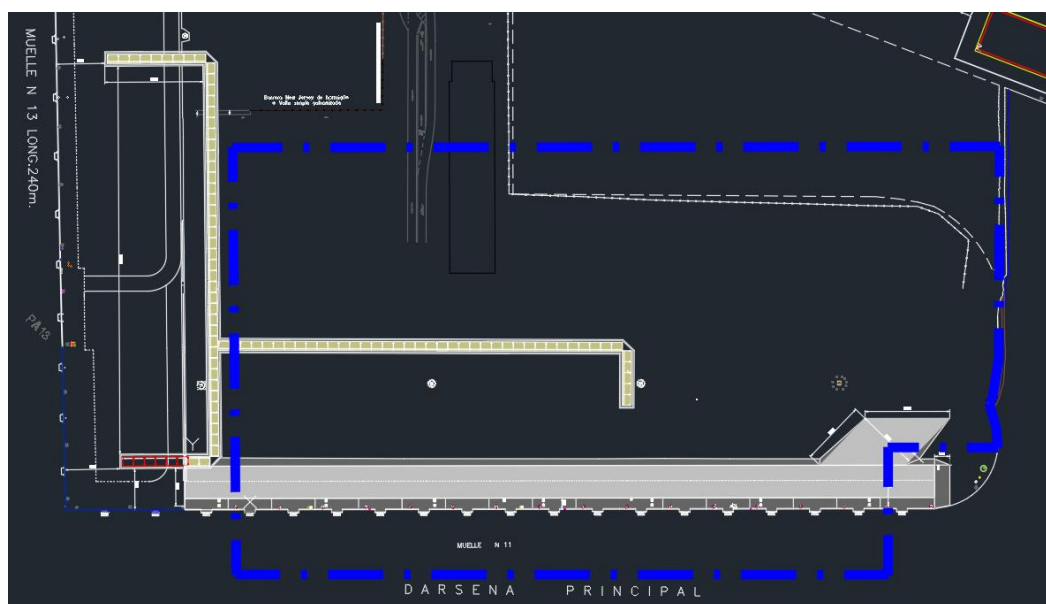


Figura 5. Trazado en planta sin intervenir del Muelle 11.

2.2.2. Capacidad de atraque

Gracias a la información extraída del libro: Manual de capacidad portuaria: aplicación a terminales de contenedores, Mulinas (2011); se simplifica el cálculo de la capacidad de la línea de atraque, evitando así el cálculo directo, gracias a la información mostrada en la Figura 6. Tabla- Capacidad de terminales de contenedores por líneas de atraque en función del tamaño de la terminal y de la caracterización del tráfico. La cuál tiene en cuenta las consideraciones del estudio Drewry (2002 y 2010), el cuál propone dar un valor a la capacidad por línea de atraque de las

terminales de contenedores tomando en consideración el tamaño de las propias terminales de contenedores y sus tipos de tráfico.

CAPACIDAD (TEU por metro de línea de atraque y por año)			
Escalas muy programadas. Terminal dedicada. Transbordo > 50%.	1.300	1.600	1.700
Terminal pública. O/D terrestre > 67%. Alta tasa de ocupación muelle	1.000	1.200	1.500
Terminal pública. O/D terrestre > 67%. Mucha competencia	800	1.000	1.200
Caracterización del tráfico	TAMAÑO DE LA TERMINAL		
	Pequeña >250 m <500 m	Mediana >500 m <1.000 m	Grande >1.000 m

Figura 6. Tabla-Capacidad de terminales de contenedores por líneas de atraque en función del tamaño de la terminal y de la caracterización del tráfico

En este caso, al tratar con una terminal pequeña, al estar hablando de un tamaño menor a 500 m, y partir de la consideración de tratarse de una terminal de categoría dedicada, conlleva unas escalas muy programadas y un transbordo mayor al 50%, se concluye con la estimación de una capacidad de 1.300 TEUs por metro de línea de atraque y por año. Multiplicando por los 360,00 m de la línea de atraque, se finaliza con:

$$\text{Capacidad de línea de atraque} = 1.300 \times 360 = 468.000,00 \text{ TEUs/año.}$$

2.3. USO GENERAL

Como se menciona anteriormente, el Muelle 11 del Puerto de Alicante tenía un uso previo de terminal polivalente, en la cual se realizaban diferentes actividades entre las cuales se destacaban el almacenamiento de graneles sólidos.

Sin embargo, en la actualidad se desea volver a cambiar el uso de la terminal, para así dar un paso más en el desarrollo del Puerto de Alicante respecto al tráfico de contenedores y convertirse así en un puerto más competitivo. Particularmente, el cambio de uso del Muelle 11 permitiría convertir la terminal en un hub de nodos logísticos intermodales, convirtiéndose así en un complemento de la terminal principal de contenedores del Muelle 23 del Puerto de Alicante.

En ella se canalizarían los transportes de mercancías de la línea Alicante-Islas Canarias, entre otros puertos nacionales, y se espera que se convierta en un núcleo intermodal que conecte con diferentes recintos portuarios comunitarios.

Por ello, se determina el nuevo uso de la terminal como tipo comercial, concretamente dedicada al almacenamiento de contenedores.

Su versatilidad se definirá a la hora de elegir el método de almacenamiento, debido a la existencia de alternativas que se van a estudiar, que impiden un cambio de uso a futuro por las infraestructuras necesarias para su funcionamiento.

3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para la redacción del siguiente anejo se han seguido las siguientes Normas y Recomendaciones:

- *Recomendaciones para Obras Marítimas (Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre) [Tomo I] y [tomo II]*. (2012, junio). Puertos del Estado. <http://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/ROM%202.0-11.pdf>
- *Recomendaciones para Obras Marítimas (Recomendaciones para el proyecto y construcción de pavimentos portuarios)*. (2019). Puertos del Estado. http://widispe.puertos.es/rom/storage/public/docROM/ROM%204_1-18.pdf
- *Normas básicas de seguridad portuaria - Autoridad Portuaria de Gijón*. (n.d.). Puerto De Gijón - Autoridad Portuaria De Gijón. <https://www.puertogijon.es/puerto/situacion-y-accesos/seguridad-portuaria/>
- INSHT, 1083 NTP, 2017, *Grúas pórtico portacontenedores. Cestas acopladas: seguridad*.