



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ANEJO 3. SUBSISTEMA DE CARGA Y DESCARGA

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. ELECCIÓN DE GRÚA	4

1. INTRODUCCIÓN

En el subsistema de carga y descarga destaca la grúa pórtico como elemento singular.

Una grúa pórtico, o grúa de muelle para contenedores es una grúa utilizada para trabajos pesados, ampliamente usada en puertos y muelles para la carga y descarga de mercancía de los buques.

Establecido el subsistema dentro de la zona de operaciones portuarias, esta zona debe cumplir unas especificaciones mínimas establecidas en la ROM 2.0-11; donde se destaca el ancho mínimo común a todas las opciones de 2,50 m entre la línea de atraque y el eje de rodadura de las grúas del lado del mar.

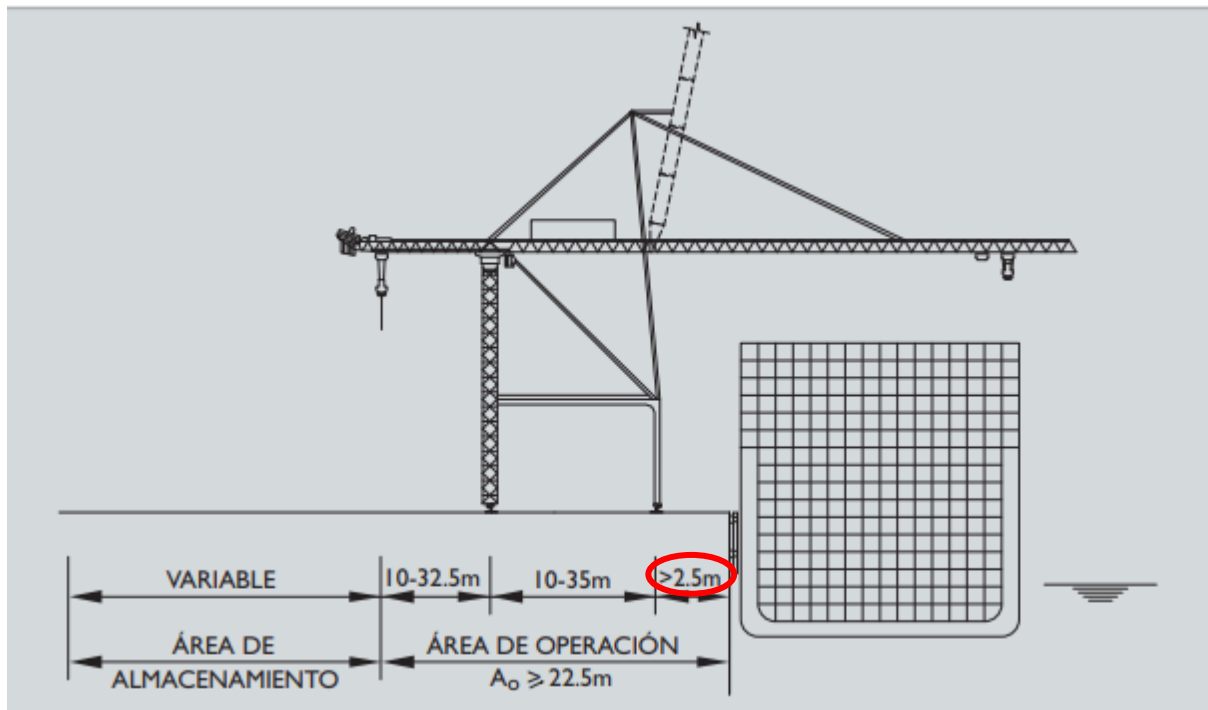


Figura 1 - Diferenciación de áreas terrestres en una instalación de atraque tipo muelle de uso comercial. Definición de anchuras. Fuente: ROM 2.0-11

Las grúas de muelle se destacan por ser dotadas de tres movimientos principales, cada uno con su respectivo motor:

- Movimiento longitudinal: el movimiento que realiza la grúa sobre los carriles.
- Movimiento transversal: el movimiento realizado por el carro y los elementos colgantes como la cabina, el contenedor, ...; que se realizan sobre la gran viga horizontal.
- Movimiento de izar y arriar el contenedor: movimiento utilizado para cargar o descargar los contenedores dentro del buque. Cabe destacar que es el movimiento que requiere el motor más potente.

Sin embargo, hay algunos tipos de grúas, en concreto las automóviles, que incluyen un cuarto movimiento, el de giro.

Dentro de la tipología de las grúas pórtico, si se toma como criterio el modo de retiro de la pluma para permitir la circulación inferior de los buques, destacan 4 tipos:

- 1) Convencional: destacadas por ser el tipo más económico y la de menores transmisiones de cargas de ruedas. Su mayor inconveniente es su impacto visual sobre el medio, el más elevado de todos los tipos que se mencionan a continuación.
- 2) Pluma articulada: Tienen unas cargas de ruedas similares a las convencionales, y se puede llegar a reducir el impacto visual un 30% comparando con las convencionales. Sin embargo, tienen un mayor coste que las grúas anteriores.
- 3) Bajo perfil: Se llega a reducir el impacto visual hasta un 50% comparando con grúas convencionales. Como inconvenientes tiene sus altas cargas de ruedas y obviamente su aumento de precio.
- 4) Automóvil: Son bastante versátiles al permitir todos los movimientos posibles y tienen un bajo impacto visual. Sin embargo, tienen alcances muy limitados y bajas productividades si contamos los movimientos por hora, comparando con los otros tipos

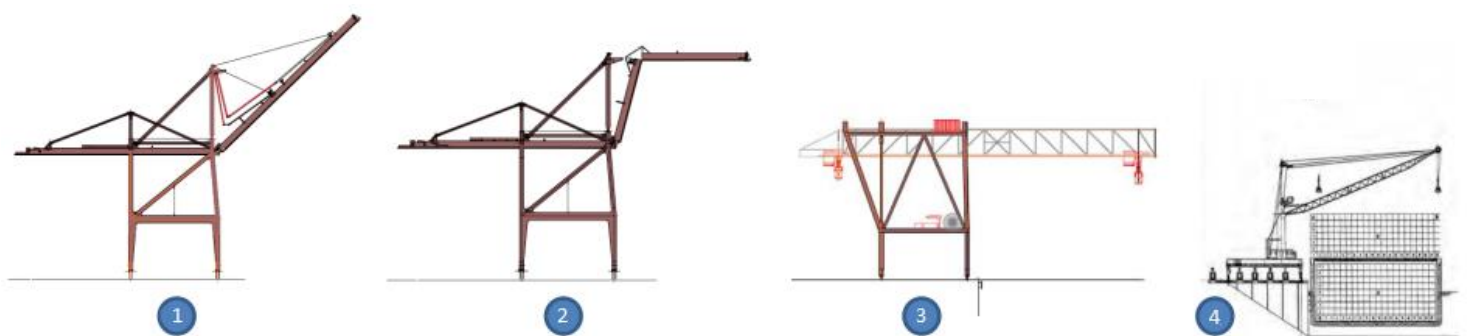


Figura 2 - Tipología de grúas con criterio de retiro de la pluma. Fuente: Terminal de contenedores. Infraestructuras portuarias. Poliformat. UPV.

2. ELECCIÓN DE GRÚA

La elección del tipo de grúa pórtico para establecer en el muelle y el número de grúas necesarias, depende de las dimensiones del tipo buque establecido, según establece la ROM 2.0-11.

Como se muestra en el Anejo 3, se ha establecido el tipo de buque como Feeder de 500 TEUs, el cual tiene una eslora de 148,00 m y una manga de 23,20 m. Por ello, la elección óptima por coste económico y tamaño es una grúa pórtico convencional. En concreto, como se muestra en la Figura 3, corresponde una grúa pórtico Feeder, de hasta 13 filas de contenedores en la manga, una altura máxima de elevación sobre de 25,00 m y una altura total de elevación de 50,00 m. En la Figura 4 se detalla con más claridad todas las especificaciones de este tipo de grúa pórtico.

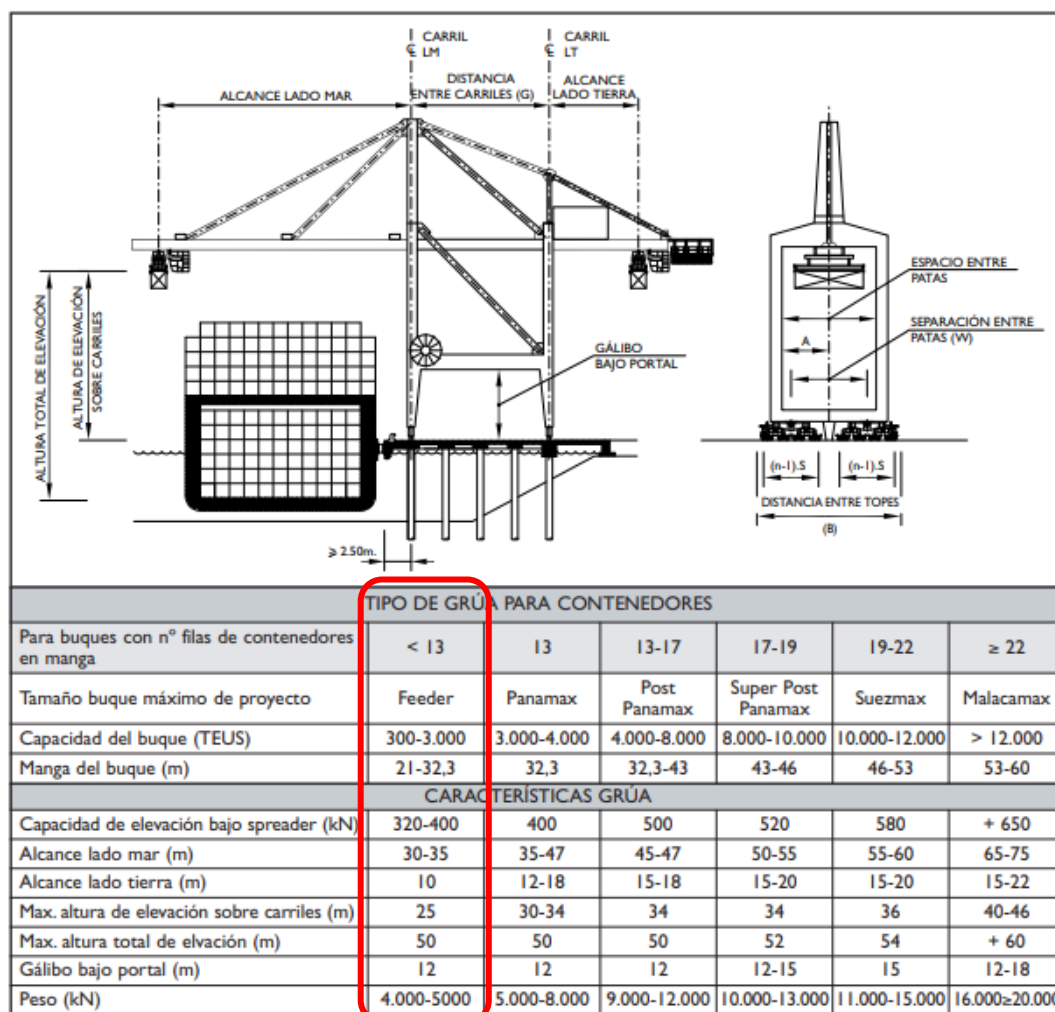


Figura 3 - Tabla 4.6.4.10. Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por grúas pórtico estándar o convencionales sobre carriles para contenedores. Fuente: ROM 2.0-11 (1)

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA							
Distancia (G) entre carriles (m)		15-30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50-40
Espacio entre patas (m)		18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
Separación (W) entre patas (m)		13-15	15-17	15-17	15-17	15-17	15,17
Nº ruedas por pata (n)		6	8	8	8	8	8
Separación (S) de ruedas (m)		1,00-1,20	1,20-1,50	1,30-1,50	1,30-1,50	1,30-1,50	1,30-1,50
Distancia (B) entre topes (m)		20-24	24-27	24-27	24-27	24-27	24-27
Distancia (A) tirante anclaje/agarre (m)		9	9	9	9	9	9
MÁXIMA CARGA POR RUEDA (kN) ¹⁾							
En condiciones de Operación ²⁾	Vertical lado mar	450-600	500-600	600-850	900-950	950-1.000	> 1.025
	Vertical lado tierra	350-450	400-500	500-650	550-730	700-800	> 825
	Horizontal ⁵⁾	75-100	80-100	90-130	130-150	140-160	> 180
En condiciones Extremas ³⁾	Vertical lado mar	300-400	250-600	450-650	850-950	1.000-1.100	> 1.300
	Vertical lado tierra	400-500	300-650	450-750	750-850	900-1.000	> 1.200
	Horizontal ⁵⁾	45-60	50-100	70-110	130-140	130-150	> 195
MÁXIMA CARGA EN DISPOSITIVOS DE ANCLAJE							
En condiciones Excepcionales debido a viento extraordinario ⁴⁾	Tracción tirante de anclaje (kN/pata)	500-3.000	500-3.500	500-3.500	3.500-4.000	4.000-5.500	> 6.000
	Horizontal en brochado (kN/lado)	850-1.150	1.200-2.400	1.750-2.750	3.250-3.500	3.250-3.750	> 4.800

Notas

– Cuando, de acuerdo con lo previsto en esta Recomendación, se adopten los valores consignados en esta tabla para la definición de cargas mínimas, en aquéllos parámetros que se incluya un rango de valores se utilizará a estos efectos el valor medio.

1) Las cargas máximas por rueda consignadas en esta tabla tienen únicamente un valor indicativo de su orden de magnitud para cada tipo de grúa, habiéndose obtenido del análisis de las correspondientes a diferentes fabricantes. Dependiendo del fabricante, del tipo de carro y spreader y de la configuración geométrica, las variaciones pueden ser significativas por lo que deben contrastarse con las aportadas, en su caso, por el fabricante elegido. Si esto no es posible previamente a la realización del proyecto, pueden adoptarse los valores incluidos en esta tabla, estableciéndose los mismos como valores nominales máximos que no deben superarse por los equipos de manipulación, consignándose en el reglamento de explotación de la instalación.

2) Considerando una velocidad de viento límite de operatividad en el emplazamiento $V_{v,3s}(10\text{ m}) = 24\text{ m/s}$ ($\approx 86\text{ km/h}$), actuando en la dirección transversal a la banda de circulación del equipo y en el sentido más desfavorable, e incluyendo los efectos inerciales asociados con el movimiento del equipo y con la elevación de la carga. Definidas las cargas en las ruedas de las patas más cargadas, las cargas verticales sobre el resto de patas pueden obtenerse considerando que la suma de todas las cargas debe igualar a las cargas verticales actuantes (peso propio+máxima carga izada+efectos inerciales). Los efectos inerciales incluidos en las cargas consignadas en esta tabla pueden estimarse como el 15% de la máxima carga izada.

3) Considerando que la velocidad de viento en el emplazamiento correspondiente a condiciones extremas es $V_{v,3s}(10\text{ m}) = 40\text{ m/s}$ ($\approx 144\text{ km/h}$) en la dirección perpendicular a la banda de circulación del equipo. Definidas las cargas verticales en las ruedas de las patas más cargadas, las cargas de actuación simultánea sobre el resto de patas pueden obtenerse considerando que la suma de todas las cargas deben igualar a las cargas verticales actuantes (peso propio). Para la determinación de las cargas por rueda para otra velocidad del viento, puede utilizarse el siguiente procedimiento simplificado:

- Considerar que el peso propio de equipo se reparte uniformemente entre todas las patas. De esta forma se puede obtener las componentes de la carga debido al viento en cada pata ($Q_{f,21V0}$) tanto cargada como descargada para la velocidad del viento $V_0 = 40\text{ m/s}$.
- Considerar que la componente del viento para una velocidad V_1 ($Q_{f,21V1}$) puede obtenerse mediante la relación:

$$Q_{f,21V1} = Q_{f,21V0} \cdot (V_1/V_0)^2$$

4) Considerando que la velocidad de viento en el emplazamiento correspondiente a condiciones excepcionales debido a viento extraordinario es $V_{v,3s}(10\text{ m}) = 50\text{ m/s}$ ($\approx 180\text{ km/h}$) en la dirección perpendicular a la banda de circulación del equipo. Las máximas cargas por rueda en dicha condición de trabajo, así como las cargas de actuación simultánea con las cargas máximas en las ruedas de las patas descargadas, pueden determinarse a través del procedimiento establecido en 3) a partir de las definidas para condiciones extremas, considerando la velocidad del viento correspondiente a estas condiciones excepcionales. Así mismo, utilizando la metodología incluida en la Nota 3) pueden obtenerse las fuerzas de tracción en el tirante y la fuerza horizontal en el brochado para otra velocidad del viento. A estos efectos se considerará que, en esta condición, en los brochados se concentra la totalidad de la fuerza horizontal debida al viento.

5) Carga horizontal en dirección transversal a la dirección de rodadura, concordante con la dirección de actuación del viento. Definidas las cargas horizontales en las patas más cargadas, puede considerarse que sobre las otras patas actúa la misma carga horizontal. En condiciones normales de operación, para una velocidad del viento límite de operatividad de 24 m/s , la componente de la acción horizontal debida al viento puede aproximarse al 5% de la carga máxima vertical sin considerar la componente vertical debida a los efectos inerciales. En condiciones normales de operación también debe considerarse que actúa

Figura 4 - Tabla 4.6.4.10. Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por grúas pórtico estándar o convencionales sobre carriles para contenedores. Fuente: ROM 2.0-11 (2)

3. ELECCIÓN DEL NÚMERO

Existen varios criterios para la elección del número de grúas necesarias, en este ejercicio se seguirá el criterio establecido por la naviera Mediterranean Shipping Company (MSC), el cual recomienda adquirir para nuevas terminales una cantidad de grúas igual a las necesarias para atender al mayor buque que atraque en dicha terminal, separadas entre ellas una distancia de 80 metros. En este caso, el criterio MSC establece que se deben instalar 4 grúas, resultado establecido tras dividir la eslora del mayor buque que atraque en la terminal (L), entre la separación máxima entre grúas (S) y multiplicando el resultado por el número de atraques disponibles en el muelle (n). Se redondeará al número entero seguidamente superior.

$$\frac{L}{S_{\text{máx}}} * n \rightarrow \frac{148}{80} * 2 = 3,7 \approx 4 \text{ grúas pórtico.}$$

En conclusión, en el muelle se establecerán 4 grúas pórticos del tipo Feeder, separadas entre sí un máximo de 80 metros.