
Unidad Docente VI.1

Proyecto y Gestión Integral de Áreas Portuarias

Principios de Análisis de Capacidad Portuaria

AMF, RBM, RGM
Grupo de Dinámica de Flujos Ambientales
IISTA–Universidad de Granada

Granada, 22/02/2016

[www](#)

[inicio](#)



página 1 de 27

[fullscreen](#)

[salir](#)

Índice General

Nota 1.

- Principios de Funcionamiento de la Terminal Portuaria
- Sistema Muelle–Buque
- Métodos de Cálculo de Capacidad

[www](#)

[inicio](#)



página 2 de 27

[fullscreen](#)

[salir](#)

Principios de Funcionamiento de la Terminal Portuaria

Nota 2.

Una terminal portuaria consiste en un intercambiador modal entre el transporte marítimo o entre éste y los modos de transporte terrestre, dotado de las infraestructuras, el equipamiento y la organización necesarios para asegurar que la continuidad del flujo de mercancías entre los diferentes modos se produzca de forma eficaz, eficiente y segura.

[www](#)

[inicio](#)



página 3 de 27

[fullscreen](#)

[salir](#)

Clasificación General de Terminales

- Graneles:
 - Graneles sólidos.
 - Graneles líquidos.
- Mercancía general fraccionada.
- Mercancía general unitaria. También se denominan terminales intermodales → son las más avanzadas conceptualmente: terminales RO–RO y LO–LO (contenedores).
- Polivalentes.
- Pasajeros.

[www](#)

[inicio](#)



página 4 de 27

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de graneles sólidos.



[www](#)

[inicio](#)



[página 5 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de graneles sólidos.



[www](#)

[inicio](#)



[página 6 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de graneles líquidos.



[www](#)

[inicio](#)



[página 7 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de graneles líquidos.



[www](#)

[inicio](#)



[página 8 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminales de mercancía general fraccionada:
 - Mercancía variada: bobinas, maderas, aceros, productos perecederos, etc.
 - Terminales polivalentes en puertos pequeños y medianos.
 - Bajo rendimiento.

[www](#)

[inicio](#)



página 9 de 27

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de contenedores.



[www](#)

[inicio](#)



[página 10 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de contenedores.



General Purpose Containers					
External	20'	40'	Internal	20'	40'
Length	6.06m	12.19m	Length	5.90m	12.04m
Width	2.44m	2.44m	Width	2.35m	2.35m
Height	2.59m	2.59m	Height	2.39m	2.39m
Tare Weight	2,220kg	3,660kg	Max. Payload	28,200kg	26,820kg
Capacity	33.20m ³	67.70m ³	Dimensions & weight may differ marginally depending on manufacturer.		

[www](#)

[inicio](#)



[página 11 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de contenedores.



[www](#)

[inicio](#)



[página 12 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal RO-RO.



[www](#)

[inicio](#)



[página 13 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de pasajeros.



[www](#)

[inicio](#)



[página 14 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Funciones Básicas de una Terminal

Nota 3.

- Carga y descarga de mercancías.
- Proveer espacios adecuados y suficientes para el almacenamiento de la mercancía.
- Proporcionar accesos para la entrega/recepción de la mercancía por vía terrestre.

[www](#)

[inicio](#)

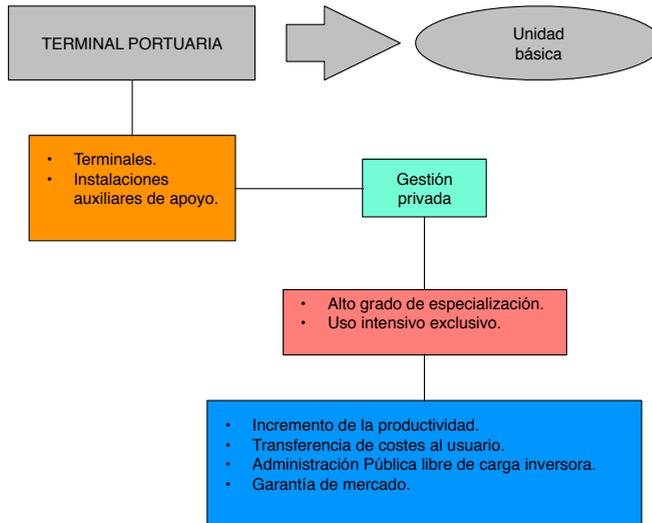


[página 15 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Esquema general de funcionamiento de una terminal.



Configuración Física de una Terminal

- Terminal portuaria → conjunto de subsistemas operativos.
- Capacidad de subsistemas → equilibrio con el resto de subsistemas.
- Capacidad de la terminal → limitada por la capacidad de los subsistemas.
- Subsistemas críticos para la operatividad: carga/descarga, almacenamiento.

[www](#)

[inicio](#)



página 17 de 27

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Subsistemas:
 - Carga y descarga de buques: interfaz marítima de la terminal, infraestructuras y medios necesarios para realizar las operaciones en condiciones adecuadas.
 - Almacenamiento o depósito de mercancías: entrada/salida de mercancías, ordenación y control.
 - Conexión o acceso terrestre: entrega/recepción, control de documentación de mercancías.
 - Interconexión interna o transporte horizontal: movimientos de mercancías y documentación entre subsistemas.
 - Complementarios: aumento de rendimiento, actividades logísticas de valor añadido tales como control de operaciones, inspección, mantenimiento/reparación, servicios, etc.

[www](#)

[inicio](#)



página 18 de 27

[fullscreen](#)

[salir](#)

Subsistema de Carga/Descarga

- Aspectos fundamentales:
 - Llegada irregular de buques.
 - Tiempos de carga/descarga variables según tipo de carga, buque, medios y ritmos de trabajo.
- Ocupación variable de atraques → problema de dimensionamiento:
 - Número de atraques \uparrow \Rightarrow tiempo de espera \downarrow \Rightarrow ocupación \downarrow .
 - Número de atraques \downarrow \Rightarrow ocupación \uparrow \Rightarrow tiempo de espera \uparrow .

[www](#)

[inicio](#)



página 19 de 27

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Medida de la espera del buque:
 - Tiempo medio de espera.
 - Espera media relativa: relación entre tiempo de espera y tiempo de servicio.
 - Probabilidad de esperar.
 - Probabilidad de que la espera supere un umbral.

[www](#)

[inicio](#)



[página 20 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Métodos de Cálculo de Capacidad

Nota 4.

- Métodos empíricos.
- Métodos analíticos.
- Métodos de simulación.

[www](#)

[inicio](#)



página 21 de 27

[fullscreen](#)

[salir](#)

Métodos Empíricos

Nota 5.

La capacidad de la terminal es obtenida aplicando a unidades de explotación —atraques o conjunto de atraques— unos índices de rendimiento, basados en el funcionamiento satisfactorio de otras terminales.

- Usados en terminales polivalentes y no especializadas.
- La capacidad obtenida es aproximada, deducida a partir de otros puertos.
- No son consideradas todas las variables.
- Válidos para primera aproximación.

www

inicio



página 22 de 27

fullscreen

salir

- Índice de toneladas/año movidas por:
 - Metro lineal de muelle.
 - Unidad de grúa.
 - Metro cuadrado de superficie de depósito.
- Diferentes según:
 - Tipo de tráfico.
 - Puestos de atraque.
 - Tipos de buque.

[www](#)

[inicio](#)



página 23 de 27

[fullscreen](#)

[salir](#)

Métodos Analíticos

- Basados en teoría de colas.
- Más precisos que los empíricos.
- Variable de análisis: número de atraques.
- La capacidad considera equipos de carga/descarga y de transporte.
- El almacenamiento se calcula de manera independiente.

[www](#)

[inicio](#)



página 24 de 27

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Teoría de colas:
 - Distribución de llegadas → Poisson.
 - Distribución de tiempo de servicio → Exponencial o Erlang.
 - Número de ataques.
- Proporciona esperas relativas y niveles de ocupación en función del número de ataques.

[www](#)

[inicio](#)



[página 25 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Teoría de colas.

Número Tiempos medios de espera de los buques en una cola E2/E2/n <i>(En unidades de tiempo medio de servicio)</i>								
Utilización	Número de puestos de atraque							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0,10	0,02	0	0	0	0	0	0	0
0,15	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0
0,20	0,06	0,01	0	0	0	0	0	0
0,25	0,09	0,02	0,01	0	0	0	0	0
0,30	0,13	0,02	0,01	0	0	0	0	0
0,35	0,17	0,03	0,02	0,01	0	0	0	0
0,40	0,24	0,06	0,02	0,01	0	0	0	0
0,45	0,30	0,09	0,04	0,02	0,01	0,01	0	0
0,50	0,39	0,12	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0
0,55	0,49	0,16	0,07	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01
0,60	0,63	0,22	0,11	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
0,65	0,80	0,30	0,16	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02
0,70	1,04	0,41	0,23	0,14	0,10	0,07	0,05	0,04
0,75	1,38	0,58	0,32	0,21	0,14	0,11	0,08	0,07
0,80	1,87	0,83	0,46	0,33	0,23	0,19	0,14	0,12
0,85	2,80	1,30	0,75	0,55	0,39	0,34	0,26	0,22
0,90	4,36	2,00	1,20	0,92	0,65	0,57	0,44	0,40

Fuente: E. Pahe Queveing Theory in OR. Londres, Butterworths, 1972, pág. 155

www

inicio

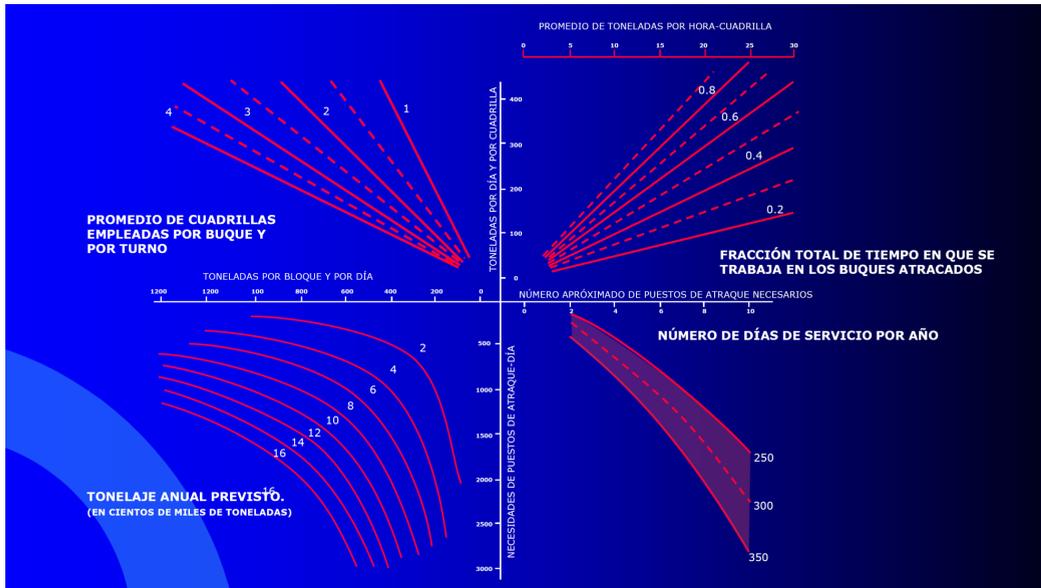


página 26 de 27

fullscreen

salir

- Teoría de colas.



[www](#)

[inicio](#)



[página 27 de 27](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)