

Caracterización de los parámetros de diseño de terminales portuarias de contenedores

Characterisation of design parameters for container port terminals

Nicoletta González Cancelas. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Departamento de Ingeniería Civil. Transportes.

Escuela de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Madrid. nicol@caminos.upm.es

Alberto Camarero Orive. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Ldo. en Economía,
Ldo. en Administración y Dirección de Empresas

Profesor Titular de Universidad. Departamento de Ingeniería Civil. Transportes.

Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid. tr09@caminos.upm.es

Resumen: El presente artículo es un resumen de la Tesis Doctoral titulada "Metodología para la determinación de parámetros de diseño de terminales portuarias de contenedores a partir de datos de tráfico marítimo" realizada por Nicoletta González Cancelas en el Departamento de Ingeniería Civil. Transportes bajo la dirección del profesor Alberto Camarero y en el marco de un proyecto I+D+i del Plan Nacional de Investigación Científica del Ministerio de Fomento. El objetivo de la Tesis es la obtención de parámetros de diseño de terminales de contenedores a partir de datos de la demanda.

Palabras Clave: Terminales de contenedores; Sistema portuario español; Explotación portuaria; Planificación portuaria; Operativa portuaria, Tráfico marítimo

Abstract: The present article is a summary of the Doctoral Thesis "Methodology for the establishment of design parameters for container port terminals on the basis of maritime traffic records" presented by Nicoletta González Cancelas at the Civil Engineering – Transport Department of Madrid Polytechnic, under the direction of professor Alberto Camarero. The thesis was conducted within the framework of the R+D project of the National Scientific Research Plan established by the Spanish Ministry of Development. The objective of this thesis was to establish design parameters for container terminals in accordance with demand.

Keywords: Container terminals; Spanish port system; Port management; Port planning; Port operation; Maritime traffic

1. Antecedentes

El marco en que se encuadra este artículo tiene su origen en las particularidades del transporte marítimo de contenedores y sus implicaciones en los puertos.

La primera cualidad hace referencia a la magnitud y crecimiento que está experimentando este tipo de tráfico. El transporte marítimo de contenedores ha llegado a 504,2 millones de TEUs en 2008, lo que ha supuesto en los últimos 15 años un crecimiento acumulativo anual del 9% (Drewry, 2008). Se prevén incremen-

tos anuales del 10% en los años venideros y, en concreto para el Sur de Europa del 8%. Para el caso español, durante el 2008 se movieron más de 13 millones de TEUs con un crecimiento acumulativo anual del 7% respecto del año anterior.

Este crecimiento del tráfico de contenedores tiene importantes implicaciones en el tráfico marítimo a través del desarrollo de los grandes buques portacontenedores que favorecen economías de escala. El buque portacontenedores más grande del mundo a día de hoy es el Emma Maersk (entregado en agosto de 2006) y sus cinco hermanos (todos ellos empiezan con

Fig. 1. Grúa Super Over Post Panamax.
(Fuente: elaboración propia).

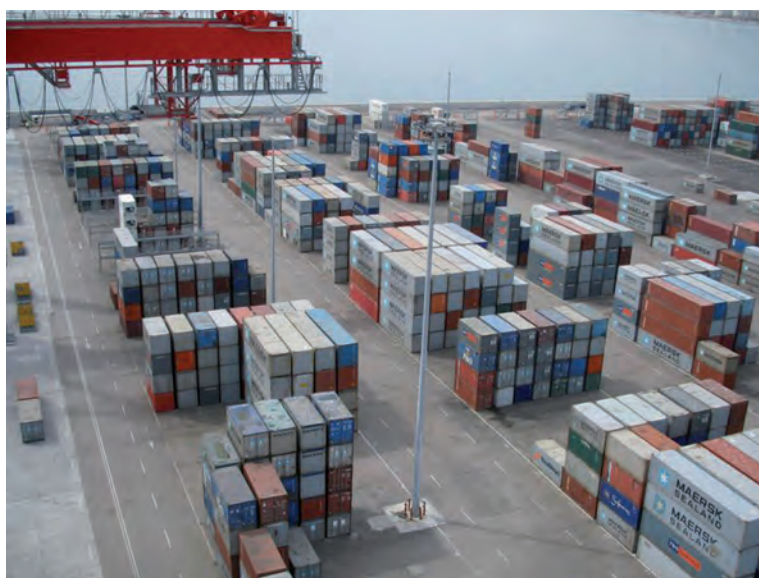
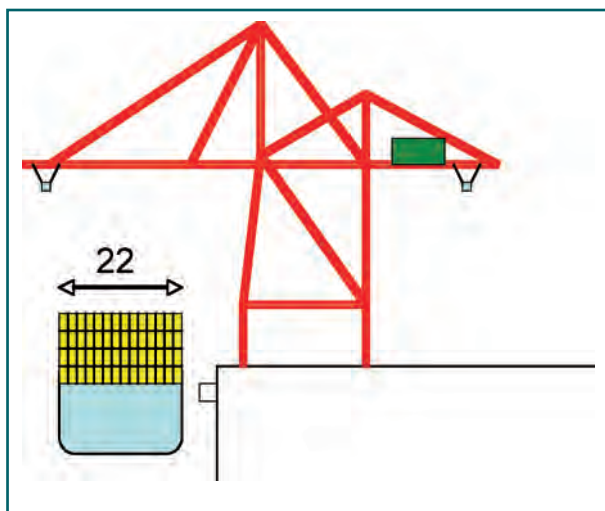


Foto 1. Terminal del Sudeste de Málaga (Fuente Nicoletta G.C.).

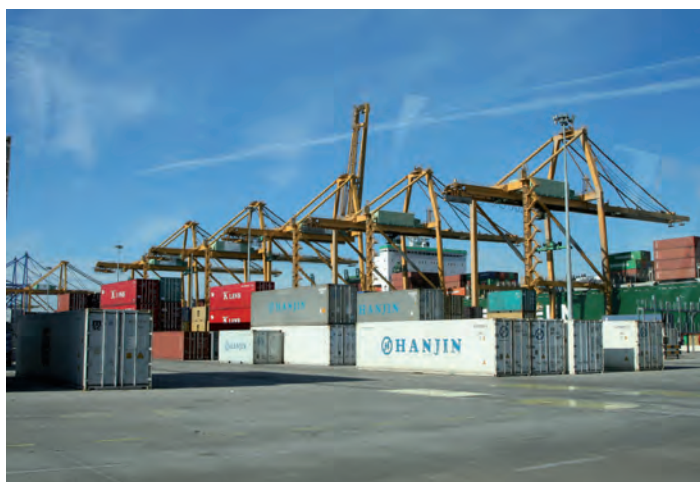


Foto 2. Terminal Marítima Valenciana (Fuente: Alberto Camarero).



Foto 3. Terminal de Contenedores de Barcelona (Fuente: Alberto Camarero).

E y llevan el nombre Maersk), tienen 398m de eslora, 42,8m de manga y 14,6m de calado. En total, seis buques más otros dos en construcción de la misma serie.

El desarrollo de estos *megabuques* va asociado a la evolución de las grúas de muelle que han de adaptarse para poder operar dichos barcos. La grúa *Super Over Post Panamax* puede llegar a operar buques con 22 contenedores en manga (Figura 1).

Paralelamente, la realidad española de las terminales de contenedores es diversa y compleja. Por un lado están las terminales consolidadas con tráficos crecientes y con tipología diversa, como la "Terminal del Sudeste" de Málaga que mueve principalmente tráfico de trasbordo y opera su patio de almacenamiento con RTG (Rubber Tired Gantry), la terminal "Marítima Valenciana" que mueve tráfico *import-export* y trasbordo en una proporción 60-40 (2008) respectivamente y opera su patio con RTG, la "Terminal de Contenedores de Barcelona" que opera también *import-export* y trasbordo en la misma proporción que la anterior, pero que opera con SC (*Straddle Carrier*) y las terminal de Maerks en Algeciras que es una terminal de trasbordo operada con RTG. Por otro lado, estarían otras terminales que mueven pequeños volúmenes de tráfico y que buscan consolidarse en el mercado.

De forma general ha quedado reflejado que las terminales de contenedores del sistema portuario español son muy heterogéneas debido a la diferente tipología de sus tráficos, la diversidad de sus equipos de manipulación y la variedad en su gestión y explotación.

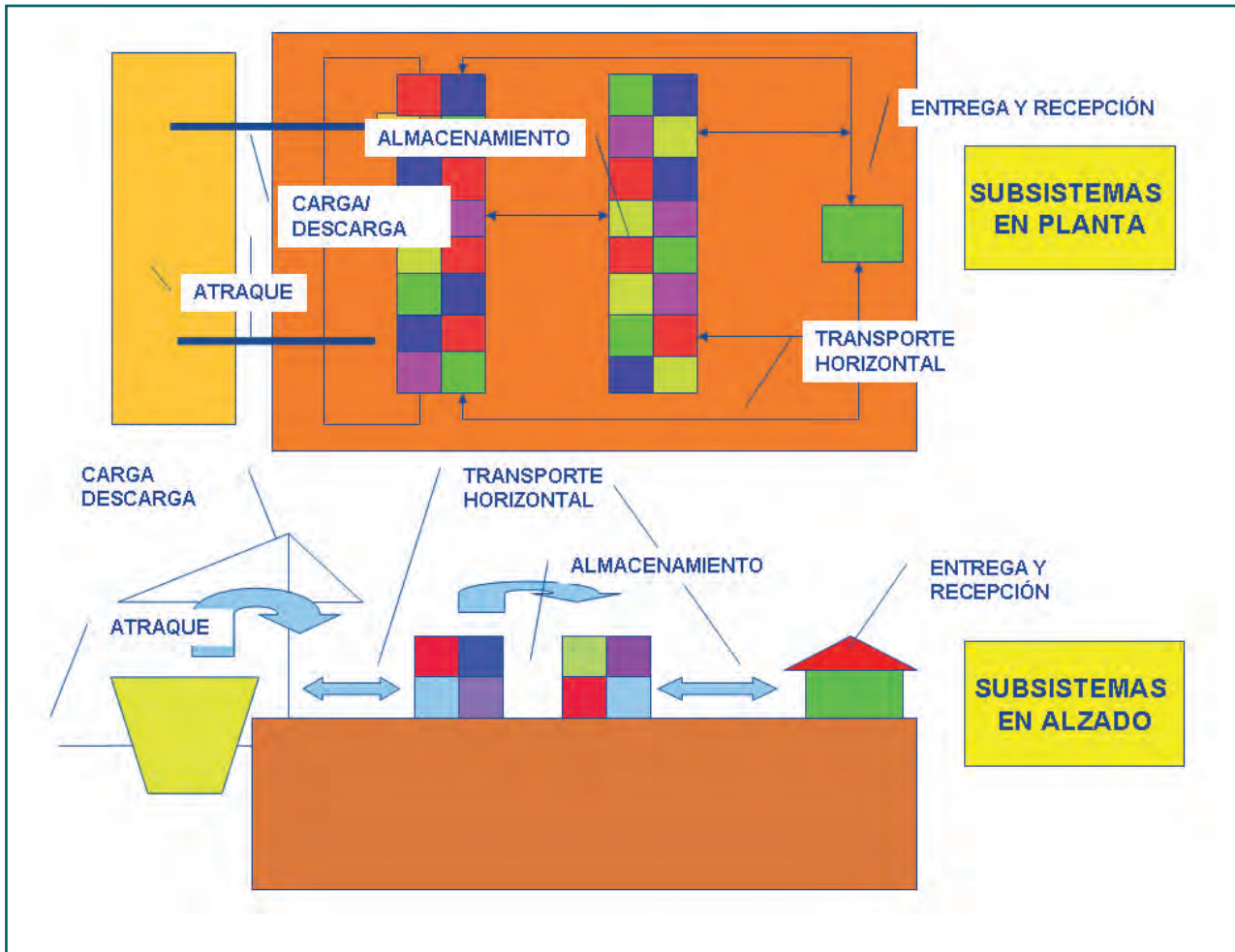


Fig. 2. Subsistemas de una terminal de contenedores (Fuente: elaboración propia).

Ante esta situación, y con la necesidad de pre-dimensionar las terminales de contenedores a partir de los datos de tráfico futuros en un escenario de continuo crecimiento del tráfico, y de mejorar y controlar la gestión y explotación de las terminales se ha desarrollado la Tesis con el objetivo de caracterizar los parámetros de diseño de las terminales de contenedores del sistema portuario español. El estudio se ha realizado por subsistemas, es decir, el trabajo se desarrolla mediante una concepción sistémica de las terminales, los parámetros, los ratios de gestión y explotación de la operativa portuaria y el cálculo de capacidad se desarrolla por subsistemas.

Se han considerado cinco subsistemas: el atraque, la carga y la descarga; muchos autores estudian estos dos subsistemas de manera conjunta; el almacenamiento, la entrega y recepción y el transporte interno.

2. Metodología desarrollada y resultados parciales

Para el desarrollo del estudio se ha formulado una metodología en tres fases (Figura 3) para la consecución del objetivo planteado, mediante la estructuración en subsistemas de la terminal de contenedores (Figura 2). En la fase 1 se define el escenario de trabajo y se obtiene la información necesaria para abordar la fase 2, donde se establecen los parámetros de diseño de la operativa portuaria que se definen a partir del tráfico movido por la terminal mediante el análisis de las relaciones entre ambos. Si esto ocurre se determinan los parámetros de diseño, si no se retorna al final de la fase 1. En la fase 3, se realiza una agrupación de las terminales, para realizar un análisis de las mismas por grupos más homogéneos y obtener las relaciones entre el tráfico movido por las terminales y sus parámetros de diseño por grupos.

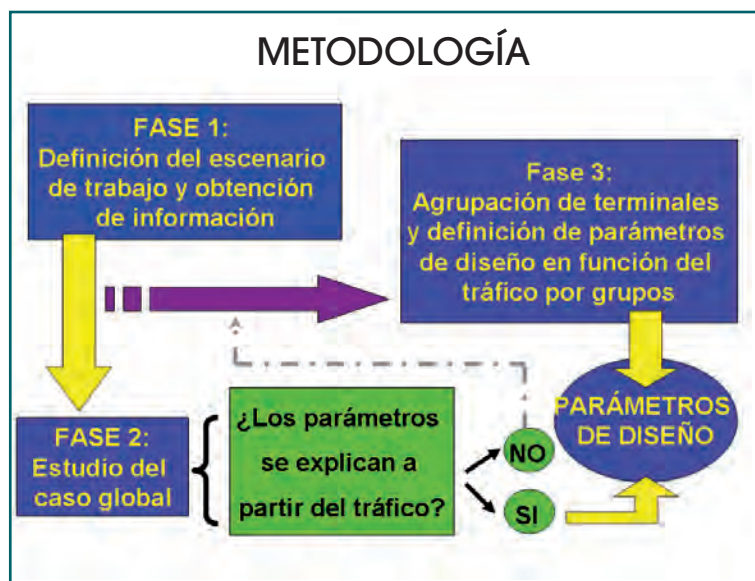


Fig. 3. Esquema metodológico. (Fuente: elaboración propia).

FASE 1: Definición del escenario de trabajo y obtención de información

El objetivo de la fase 1 es definir el escenario de trabajo mediante la obtención de la información necesaria. Para ello es necesario conocer todos los parámetros de diseño de las terminales de contenedores del sistema portuario español. Dichas terminales son las que se representan en la Tabla 1. Del total de las terminales, se ha trabajado con 17 terminales de contenedores del sistema portuario español, lo que representa un 70 % del total y respecto al volumen movido acumulan el 95% del tráfico y son las que se encuentran en color verde en la Tabla 1.

Los datos de partida representan el volumen de tráfico movido por tipologías. El parámetro de tráfico fundamental se mide en TEUs anuales movidos por la

Tabla 1. Terminales de contenedores del sistema portuario español	
TERMINAL	PUERTO
Maersk España	Algeciras
Marítima Valenciana	Valencia
Terminal de Contenedores de Barcelona (TCB)	Barcelona
Operaciones Portuarias Canarias, S.A. (OPCSA)	Las Palmas
Terminales de Cataluña (TERCAT)	Barcelona
Terminal de Contenedores de Valencia (TCV)	Valencia
Compañía Auxiliar del Puerto, S.A. (CAPSA)	Tenerife
Terminales del Turia	Valencia
Terminales Marítimas de Bilbao (TMB)	Bilbao
Abra Terminales Marítimas (ATM)	Bilbao
Líneas Marítimas Canarias	Las Palmas
Estibadora Palmaport	Palma de Mallorca
Terminales Marítimas de Vigo (TERMAVI)	Vigo
Terminales de Contenedores de Alicante	Alicante
Estibadora de Ponent	Barcelona
La Candelaria	Tenerife
UTE Mertramar-Boluda-Contenemar	Sevilla
Terminales del Sudeste	Málaga
Terminal La Luz	Las Palmas
Compañía Gaditana de Contenedores (CONCASA)	Cádiz
Terminal Llevant	Barcelona
Terminal de Contenedores de Marín	Marín-Pontevedra
Terminal de Contenedores de Algeciras	Algeciras
Terminales de Contenedores de Avilés	Avilés
Terminales de Contenedores de Gijón (TGC)	Gijón

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Parámetros de diseño y sus características

PARÁMETRO DE DISEÑO	CARACTERÍSTICAS
Generales	Parámetros de diseño del buque tipo y de la superficie de las distintas zonas de la terminal
Zonas de la terminal	Planificar la superficie total, la específica de cada zona y la de los subsistemas
Atraque	Calado y longitud de atraque
Subsistema carga y descarga	Superficie del subsistema y las grúas que operan en la carga y descarga
Subsistema almacenamiento	Número de slots, el número de huellas, las alturas de apilado, los equipos de almacenamiento y el tiempo de estancia de los contenedores
Subsistema de tráfico interior	Plataformas de la propia terminal y tiempo que emplean éstas en hacer el ciclo de transporte entre los subsistemas
Subsistema entrega y recepción	Accesos a la terminal tanto por carretera como por ferrocarril, destacando el número de vehículos despachados y el tiempo empleado en ello

Fuente: elaboración propia

terminal, pero también se necesita conocer más desagregado el número contenedores de 20 y 40 pies, el número de contenedores frigoríficos y de mercancías peligrosas, el tráfico import/export y trasbordo y de contenedores llenos y vacíos. Para el resto de los parámetros seleccionados se pueden apreciar sus características en la Tabla 2.

La fase 1 concluye con la obtención 50 parámetros para cada una de las 17 terminales de contenedores, con los que se establece el escenario de trabajo y se calculan los ratios de gestión y explotación y la capacidad del subsistema almacenamiento.

FASE 2: Estudio del caso global: totalidad de las terminales del sistema portuario

El objetivo de la fase 2 es determinar si los parámetros de diseño de las terminales se explican a partir del tráfico para el total de las terminales. Para ello, a partir de los parámetros de diseño de las terminales de contenedores se calculan las relaciones entre estos parámetros y el tráfico movido en la terminal. Tras este análisis se concluye que las relaciones son bajas. En el ejemplo que ilustra la Figura 4 y que representa la relación entre el tráfico medido en TEUs y el número de huellas

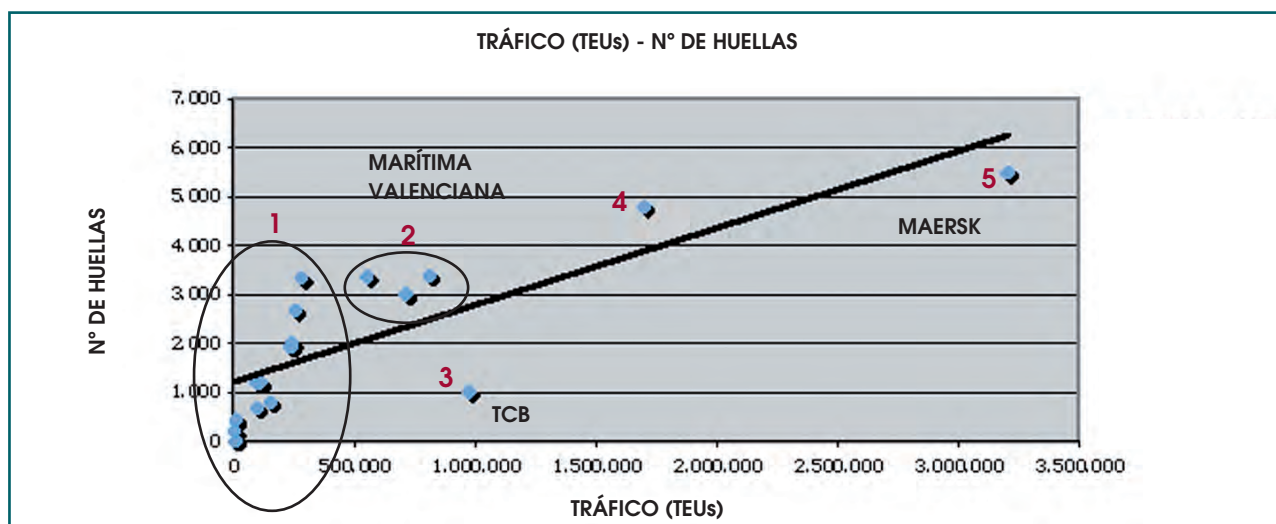
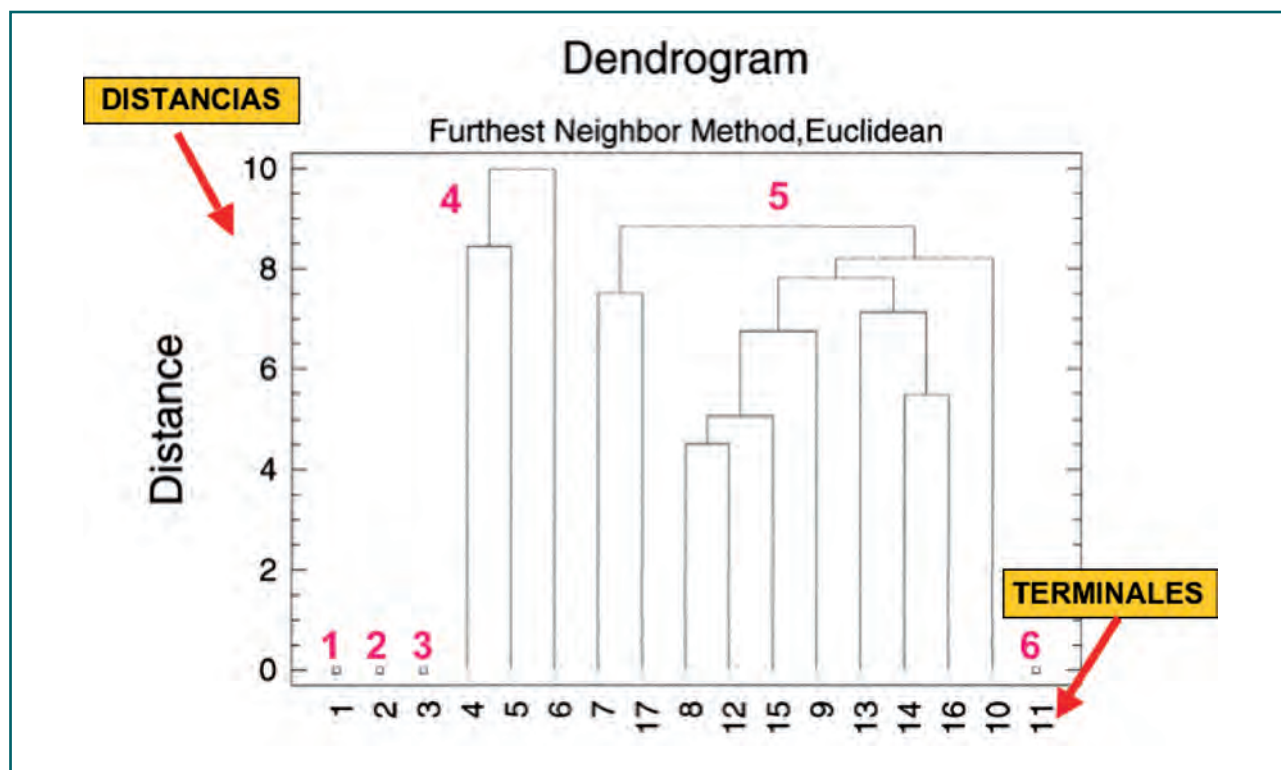


Fig. 4. Relación entre el tráfico medido en TEUs y el número de huellas de las terminales (Fuente: elaboración propia).

Fig. 5. Dendrograma que representa 6 agrupaciones (Fuente: elaboración propia).



de la terminal se destacan claramente dos nubes de puntos (1 y 2) y tres puntos alejados de la recta (3,4 y 5). Estos conjuntos y puntos aislados alrededor de la recta indican que hay que abordar un análisis por grupos, pues el total de las 17 terminales no se comporta de manera homogénea. Para el resto de los parámetros las representaciones gráficas resultantes son similares, distinguiendo entre 4 o 6 agrupaciones, lo que indica que los puntos no se distribuyen uniformemente sobre la recta, es decir, que las relaciones entre parámetros y tráfico cuando se realizan con el total de las terminales de contenedores no son suficientes para representar la dependencia y, por ello, es necesario retornar al final de la fase 1 y continuar con la metodología expuesta, lo que representa desarrollar la fase 3.

FASE 3: Agrupación de terminales en función del tráfico

Para realizar la agrupación de las terminales de contenedores y obtener las nuevas relaciones parámetro-tráfico por grupos, se empleó una herramienta matemática denominada análisis de conglomerados o *cluster*, que permite agrupar dichas terminales atendiendo a sus parámetros de diseño.

Con los 50 parámetros de diseño de cada una de las 17 terminales se realizó el análisis de conglomerados. Mediante esta herramienta matemática se pueden agrupar las terminales de manera que los datos sean muy homogéneos dentro de los grupos y que estos grupos sean lo más heterogéneos posible entre ellos. El método empleado ha sido el jerárquico aglomerativo, es decir, se comienza con un grupo que engloba a todas las terminales y en cada paso del algoritmo se divide el grupo más heterogéneo. Como método de agrupación se ha empleado el *enlace completo* o *vecino más alejado*, que mide la proximidad entre dos grupos calculando la distancia entre sus terminales más lejanas o la similitud entre sus terminales menos semejantes. Para seleccionar el tipo de enlace se ha tenido en cuenta que el enlace completo conduce a grupos compactos y es menos sensible a parámetros singulares.

Del análisis de las representaciones gráficas de las relaciones entre los parámetros de la operativa global y el tráfico movido, se había estimado que las terminales se concentraban entre 4 y 6 conjuntos, por lo que inicialmente se ha tanteado con esos conjuntos.

El dendrograma que aparece en la Figura 5 es la representación de las agrupaciones que se producen con el análisis de conglomerados. Aparecen en el eje

Tabla 3. Agrupación terminales de contenedores del sistema portuario español mediante el empleo del análisis de conglomerados

TERMINAL	PUERTO	GRUPO	TRÁFICO MOVIDO (TEUs)
Maersk España	Algeciras	1	T>3.000.000
Marítima Valenciana	Valencia	2	1.500.000<T<3.000.000
Terminal de Contenedores de Barcelona (TCB)	Barcelona	3	1.000.000<T<1.500.000
Operaciones Portuarias Canarias, S.A. (OPCSA) Terminales de Cataluña (TERCAT) Terminal de Contenedores de Valencia (TCV)	Las Palmas Barcelona Valencia	4	3000.000<T<1.000.000
La Candelaria	Tenerife	5	T=150.000
Terminales del Sudeste Compañía Auxiliar del Puerto, S.A. (CAPSA) Terminales Marítimas de Bilbao (TMB) Abra Terminales Marítimas (ATM) Terminal Llevant Estibadora de Ponent Compañía Gaditana de Contenedores (CONCASA) Terminal de Contenedores de Algeciras Terminales de Contenedores de Avilés Terminales de Contenedores de Gijón (TGC)	Málaga Tenerife Bilbao Bilbao Barcelona Barcelona Cádiz Algeciras Avilés Gijón	6	T<300.000

Fuente: elaboración propia

de abscisas las terminales numeradas de 1 a 17 y en el eje de ordenadas las distancias a las que se forman las agrupaciones. Este dendograma representa la solución final de la agrupación de análisis de conglomerados.

El resultado es que las terminales de contenedores del sistema portuario español se agrupan en 6 grupos y esta agrupación se realiza en función del volumen de tráfico que mueven. Cuatro de estos grupos se componen de una única terminal y dos de ellos de varias terminales. Se obtienen los siguientes grupos representados en la tabla 3 para las 17 terminales estudiadas.

A partir de la agrupación de terminales obtenida se realizó un afine de los grupos mediante la corrección por capacidad y grado de saturación del subsistema almacenamiento, que generalmente es el más colapsado en este tipo de terminales.

La capacidad de la zona de almacenamiento para los diferentes tipos de tráfico (import, export, trasbordo, frigoríficos, vacíos, de mercancías peligrosas, etc.), se ha calculado aplicando la siguiente ecuación:

$$C = \frac{A \times H \times 365}{T \times a \times f_0 \times f_p}$$

Siendo:

C = Capacidad potencial de almacenamiento anual por tipo de tráfico, en TEU

A = Área de almacenamiento en m²

H = Altura de apilado media, en TEU

f_p = Factor de pico = 1,20

T = Tiempo medio de estancia del contenedor en patio, para cada tipo de bloque, en días

a = Área prevista para un contenedor de 20 pies en m²/TEU (15m²)

f₀ = Factor de ocupación = 1,25

Si se determina el grado de saturación como la relación entre el tráfico movido por la terminal y la capacidad de la misma, o lo que es lo mismo, el tráfico que podría mover, se concluye que Maersk (Grupo 1), TCB (Grupo 3) y La Candelaria (Grupo 5) son terminales cuyo grado de saturación es superior al 80%, cifra que consideran los expertos del sector a partir de la cual una terminal alcanza condiciones de saturación, y que se ha determinado mediante la realización de una análisis Delphi. El resto de las terminales operan con un grado de saturación inferior al 80%.

Fig. 6. Agrupación final de las terminales de contenedores (Fuente: elaboración propia).



$$\text{Grado de saturación} = \frac{\text{Tráfico movido (TEUs)}}{\text{Capacidad (TEUs)}}$$

A partir de estos resultados, los 6 grupos de terminales obtenidos mediante análisis de conglomerados se pueden afinar mediante una corrección por capacidad y grado de saturación del subsistema almacenamiento y reducirse a tan sólo tres grupos.

Con esta nueva configuración, el primer grupo lo compone sólo la terminal de contenedores Marítima Valenciana. Esta terminal es muy singular dentro de las terminales de contenedores del sistema portuario español, debido fundamentalmente a las características de su tráfico (60% *import/export* y 40% trasbor-

do), la configuración física de la terminal y la gestión del patio de almacenamiento. Las peculiaridades que presenta el sector de la estiba en esta terminal condicionan directamente su funcionamiento. En este caso, se aprecia que la terminal se encuentra en un nivel bajo de aprovechamiento. En el grupo 2 se engloban las terminales con grado de saturación superior al 80%. El grupo 3 está formado por terminales de características muy diversas pero todas ellas poseen dos particularidades a destacar: tienen tráficos menores y su grado de saturación es inferior al 80%.

Una vez que se agruparon las terminales en estos tres grandes grupos, se determinó para cada uno de los grupos las relaciones entre los parámetros de

Tabla 4. Funciones que representan los parámetros de diseño respecto del número de contenedores movidos

PARÁMETRO DE DISEÑO (y)	UNIDADES	GRADO DE SATURACIÓN >80% FUNCIÓN	GRADO DE SATURACIÓN <80% FUNCIÓN
Superficie terminal	m ²	y = 0,1706x + 172.404	y = 0,4348x + 72.373
Línea de atraque	m	y = 0,0005x + 584,46	y = 0,0012x + 349,39
Superficie de almacenamiento	m ²	y = 0,1558x + 144720	y = 0,341x + 48915
Grúas de muelle	Número	y = 4E-06x + 3,6922	y = 1E-05x + 1,3633
Horas trabajadas por grúa	horas	y = 0,0016x + 63,54	y = 0,004x + 732,75

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Relación entre las superficies de la terminal

	GRADO DE SATURACIÓN >80%	GRADO DE SATURACIÓN <80%
ZONA OPERACIÓN /ÁREA TOTAL (%)	14	16
ZONA ALMACENAMIENTO/ÁREA TOTAL (%)	85	74
ZONA SERVICIOS/ÁREA TOTAL (%)	1	9
CALADO (m)	16	14

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Días de estancia del contenedor en la terminal por grupos

	Días de estancia del contenedor en la terminal				
	Media	Import	Export	Trasbordo	Vacíos
GRADO DE SATURACIÓN <80%	8	7	7	5	10
GRADO DE SATURACIÓN >80%	10	12	14	8	13

Fuente: elaboración propia

diseño y el tráfico, y se obtuvo que las relaciones son altas, dos puntos superiores a las obtenidas con el estudio global.

3. Principales resultados

A continuación se presentarán las funciones que relacionan los parámetros de la operativa portuaria con el tráfico movido, lo que permite planificar una terminal a partir del tráfico que se prevé mover, o realizar una comparación de la operativa real de una terminal con los parámetros teóricos que le corresponden a partir de este estudio (Figura 7).

La reagrupación de las terminales mediante la corrección por capacidad ha dado como resultado 3 grupos de terminales, como se representan en la Figura 6.

Para las terminales de contenedores que componen el grupo 2 y el grupo 3 se han calculado las relaciones entre los parámetros de diseño y el tráfico movido por cada una de las terminales.

En la tabla 4 se recogen las funciones que representan los parámetros de diseño de la operativa portuaria en función del tráfico anual de la terminal. La variable x corresponde al tráfico en TEUs y la variable y al parámetro correspondiente.

Existen otros parámetros como la relación entre la superficie de la terminal, el calado o los días de estancia del contenedor en el subsistema almacenamiento, que no se representan mediante una función sino que se comportan prácticamente como

constantes y cuyos resultados se presentan en las tablas 5 y 6.

Se puede concluir del análisis de la Tabla 5 que, a medida que la terminal se va saturando va aumentando la zona de almacenamiento en detrimento de la zona de servicios, hasta eliminarla casi completamente.

El calado necesario para operar la terminal depende del buque tipo medio a despachar pero como primera aproximación se puede generalizar para cada grupo. El resultado de la Tabla 5 indican que el grado de saturación y el mayor volumen de tráfico movido para el grupo con grado de saturación >80%, implica una operativa con buques mayores, por lo que el calado debe ser superior.

Los días de estancia de los contenedores en la terminal varían desde 4 a 13 para todas las terminales, pero por grupos se resume su comportamiento en la tabla 6.

Para las terminales más saturadas los días de estancia del contenedor en la terminal son superiores, puesto que este parámetro es indicador de la saturación de una terminal.

4. Conclusiones

La primera conclusión hace referencia a que existen relaciones entre los parámetros de diseño de la operativa portuaria y el tráfico movido por la terminal de contenedores.



Fig. 7. Parámetros de diseño (Fuente: elaboración propia).

Mediante el análisis de conglomerados, las terminales de contenedores del sistema portuario español se pueden agrupar en 6 grandes grupos. Las terminales se agrupan por los parámetros de diseño de la operativa portuaria en función del volumen de tráfico que mueven (Figura 8).

Otra clasificación que aúna el análisis CLUSTER con la corrección por capacidad y el grado de saturación del subsistema almacenamiento, determina que las terminales de contenedores se engloban en 3 grandes grupos: uno lo compone la terminal de Marítima Valenciana en solitario, otro grupo lo forman las terminales con grado de saturación superior al 80% y el tercer grupo lo componen las terminales en las que este grado de saturación es inferior al 80% .

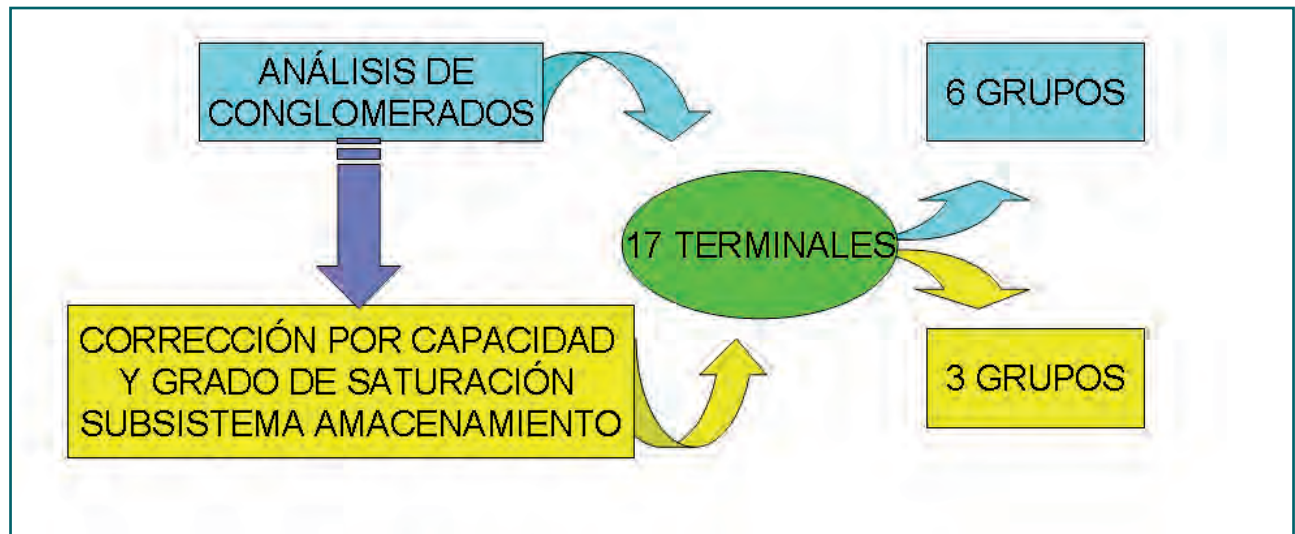
Tanto por los resultados obtenidos con la relación entre parámetros y tráfico de la terminal co-

mo por la realización del análisis Delphi se puede considerar que la saturación del subsistema de almacenamiento de una terminal de contenedores se produce para un grado de saturación superior al 80%

La importancia del suelo portuario en España, tan saturado de instalaciones, condiciona plenamente la explotación de las terminales de contenedores del sistema portuario hasta el punto de que la agrupación de las mismas está determinada por el grado de saturación del patio de almacenamiento.

De la investigación realizada se deduce que existen dos grandes líneas para el predimensionamiento portuario de las terminales de contenedores del sistema portuario español: uno tendría a la terminal Marítima Valenciana como guía y supondría un dimensionamiento con parámetros de dise-

Fig. 8.
Esquema metodológico de agrupaciones. (Fuente: elaboración propia)



ño de la superficie más holgados en el que la superficie disponible sería mucho menos restrictiva y otro lo formarían el resto de las terminales de contenedores del sistema portuario español, donde los

parámetros de diseño de superficie están mucho más ajustados. Un estudio futuro debería determinar cual es la tendencia a seguir de entre ambas corrientes. ◆

Referencias:

-AL-KAZILY, J. (1982). *Modeling Containerized Shipping For Developing Countries*. Transportation Research-A Vol 16º nº4. Página 271-283
 -ANDERBERG, M.R. (1973). *Cluster Analysis for Applications*. Academic Press, New York
 -ATKINS, W. (1983). *Modern Marine Terminal Operations and Management*. Port of Oakland, Oakland, C.A.
 -BENITO, G. (2003). *Cluster Analysis of the Maritime Sector in Norway*. International Journal of Transport Management, v. 1, n. 4. Elsevier, Pergamon Press, London
 -CAMARERO, A. y GONZÁLEZ, M.N. (2005). *Cadenas integradas de transporte*. Fundación Agustín de Betancourt. Ministerio de Fomento.
 -CAMARERO, A. y GONZÁLEZ, M.N. (2007). *Logística y transporte de contenedores*. Fundación Agustín de Betancourt. Ministerio de Fomento.
 -CARMICHAEL, D. G. (1987). *Engineering Queues in Construction and Mining*. Ellis Horwood Limited.
 -CASTILHO, B. y DAGANZO, C. (1993). *Handling Strategies for Import Containers at Marine Terminals*. Transportation Research -B Vol 27B Nº2. Página 151-166.
 -DAGANZO, C. (1990). *The Productivity of Multi-purpose Seaport Terminals*. Transportation Science Vol 24 Nº3. Pa?gina 205-216.
 -DREWRY (2004). *Global Container Terminals. Profit, Performance and Prospects*. Drewry Shipping Consultants Ltd. Londres
 -DREWRY (2004). *The Drewry Annual Container Market. Review and Forecast 2004/2005*. Drewry Shipping Consultants Ltd. Londres

-DREWRY (2006). *The Drewry Annual Container Market. Review and Forecast 2006/2007*. Drewry Shipping Consultants Ltd. Londres
 -EROM Q2 (2006). *Procedimiento Metodológico Participativo para la Canalización, Recogida y Difusión de Estudios y Análisis Técnico-Científicos sobre los Documentos del Programa ROM*. Universidad Politécnica de Valencia. Puertos del estado.
 -FERRAN, M. (1997). *SPSS para WINDOWS. Programación y Análisis Estadístico*. Mc.Graw Hill.
 -HOLGUÍN-VERAS, J. y WALTON, C. (1996). *State of the Practice of Information Technology at Marine Container Ports*. Transportation Research Record 1522. Pa?gina 87-93.
 -JANSON, J.O. y SHNEERSON, D. (1982). *Port Economics*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts and London, England.
 -KAUFMAN, L. y ROUSSEEUW, P.J. (1990). *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. Wiley, New York.
 -KIM, K. y KIM, H. (2002). *The Optimal Sizing of the Storage Space and Handling Facilities for Import Containers*. Transportation Research B, Vol. 36, 2002, pp. 821-835.
 -MONFORT, A., AGUILAR, J., GÓMEZ-FERRER, R., ARNAU, E., MARTÍNEZ, J., MONTERDE, N. y PALOMO, P. (2001). *Terminales marítimas de contenedores: el desarrollo de la automatización*. Valencia: Fundación Instituto Portuario de Estudios y Cooperación de la Comunidad Valenciana.
 -MULLER, G. (1995). *Intermodal Freight Transportation*. Eno Transportation Foundation.
 -PATILLO, A. y MORALES, B. (1989). *Medición de la Capacidad Portuaria*. Actas del IV Congreso Chileno Ingeniería de Transporte. Pa?gina 369-383.

-PERY, P. y CAMARERO, A. (2003). *Determinación de la línea de ataque en los puertos españoles*. Departamento de Ingeniería Civil. Transportes. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Cables y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
 -ROBINSON, R. (1976). *Modelling the Port as Operational System, a Perspective of Research*. Economic Geography Vol 52 No1. Pa?gina 71-86.
 -SABRIA F. (1986). , Department of Civil Engineering, University of California, Berkeley, CA.
 -TALEB-IBRAHIMI, M. (1989). *Modeling and Analysis of Container Storage in Ports*. Ph. D. Thesis, University of California, Berkeley.
 -TALEB-IBRAHIMI, M.; CASTILHO, B. y DAGANZO, C. (1993). *Storage Space vs Handling Work in Container Terminals*. Transportation Research -B Vol 27B Nº1. Página 13-32.
 -UNCTAD (1980). *Desarrollo Portuario. Manual de Planificación para los Países en Desarrollo*. Naciones Unidas, Nueva York.
 -UNCTAD (1991). *Terminales portuarias polivalentes: Recomendaciones para su planificación y gestión*. Naciones Unidas, Nueva York.
 -UNCTAD (1992). *La comercialización del puerto y las perspectivas del puerto de tercera generación*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. Junta de Comercio y Desarrollo. Comisión del Transporte Marítimo. Grupo Intergubernamental Especial de Expertos en Puertos. 8 de enero.
 -UNCTAD (2006). *Review of maritime transport, 2006*. Naciones Unidas, Nueva York.
 -VISAUTA, B. (1998). *Análisis Estadístico con SPSS para WINDOWS (Vol II. Análisis Multivariante)*. Mc-Graw Hill.