



Artículo "Pre print"

Megaportacontenedores y los límites del gigantismo en el transporte marítimo de contenedores

Mega-Container Ships and the Limits of Gigantism in Maritime Container Transport

Alexander Eslava Sarmiento 
Consultor Portuario

Correspondencia:
laeslavas@unal.edu.co



Citación: Eslava A., Megaportacontenedores y los límites del gigantismo en el transporte marítimo de contenedores. *DERROTERO* 2026, 20 N°2, 1–13. <https://doi.org/>

Recibido: 30/06/2025

Revisado: 16/12/2025

Aceptado: 26/05/2026



Derechos de autor: © 2025 por autores.

Licenciado por Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla", COL.

Este artículo es de libre acceso distribuido en las términos y condiciones de *Creative Commons Attribution (CC BY)* license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Resumen: La incorporación de buques de nueva generación, denominados *megaportacontenedores*, plantea desafíos significativos para los puertos marítimos a nivel global, incluyendo restricciones de calado, limitada capacidad de grúas buque-tierra, insuficiencia en el tamaño de los atracaderos y carencias en infraestructura interior. A pesar de ello, las líneas navieras han impulsado su uso para aprovechar las economías de escala, reduciendo el costo por unidad equivalente a veinte pies (TEU). Sin embargo, el incremento en el tamaño de estos buques genera mayor variabilidad en los volúmenes de carga y presiona la eficiencia de los sistemas logísticos portuarios. En consecuencia, resulta crucial optimizar el desempeño de grúas, equipos de patio y sistemas de transporte interno. Asimismo, su operación implica mayores restricciones náuticas, riesgos operativos y tiempos de permanencia en puerto, lo que impacta la eficiencia económica. Estas implicaciones suelen subestimarse frente a la tendencia creciente de escalamiento naval.

Palabras clave: Portacontenedores, Gigantismo naval, Transporte marítimo, Logística portuaria.

Abstract: The introduction of new-generation vessels, known as megacontainer ships, poses significant challenges for maritime ports worldwide, including draft restrictions, limited ship-to-shore crane capacity, insufficient berth dimensions, and deficiencies in hinterland infrastructure. Despite these constraints, shipping lines have promoted their use to capitalize on economies of scale, thereby reducing the cost per twenty-foot equivalent unit (TEU). However, the increase in vessel size leads to greater variability in cargo volumes and places pressure on the efficiency of port logistics systems. Consequently, it is crucial to optimize the performance of ship-to-shore cranes, yard equipment, and internal transport systems. Moreover, their operation entails stricter nautical constraints, higher operational risks, and longer port stays, all of which affect economic efficiency. These implications are often underestimated in light of the continuing trend toward vessel upsizing.

Keywords: Container ships, Naval gigantism, Maritime transport, Port logistics.

1. Introducción

El transporte marítimo global ha experimentado dos grandes cambios a lo largo de la historia. El primero ha surgido el contenedor marítimo como unidad estandarizada de carga, permitiendo el transporte de la mayor parte del tráfico de mercancías del mundo, y el segundo, la tendencia de los buques en aumento en volumen. “Megabuques-Portacontenedores”: unidades navales destinadas al transporte de carga contenedorizada que, por sus dimensiones (eslora, manga y calado) exceden el promedio de los utilizados actual o anteriormente para este propósito, y que corresponden a aquellos que pueden transportar operativamente mayor carga/capacidad, medida en cantidad de TEUs. Los “Megabuques” impactan significativamente las operaciones logístico-portuarias debido a la concentración de un mayor volumen de transferencia de carga (cargue/descargue).

El incremento del tamaño de los buques responde principalmente a estrategias de reducción de costos mediante economías de escala y a dinámicas competitivas impulsadas por alianzas navieras globales, las cuales han fortalecido su poder de negociación frente a los puertos y reconfigurado las redes logísticas.

No obstante, este crecimiento ha generado presiones significativas sobre la infraestructura portuaria, requiriendo inversiones en dragado, ampliación de muelles, modernización de grúas y optimización operativa. Como resultado, solo un número limitado de puertos puede adaptarse a estas exigencias, consolidándose como nodos estratégicos dentro de redes tipo *hub-and-spoke*.

En este contexto, el presente artículo analiza los límites del crecimiento de los megaportacontenedores desde una perspectiva integral, considerando factores técnicos, económicos, logísticos y regulatorios, así como la viabilidad de superar el umbral actual de 24.000 TEUs.

A pesar del amplio cuerpo de literatura sobre el crecimiento del tamaño de los buques portacontenedores y sus economías de escala, persisten vacíos relevantes en la comprensión integral de los límites del gigantismo naval. En particular, la mayoría de los estudios existentes han abordado el fenómeno desde perspectivas aisladas, centradas ya sea en la eficiencia económica en el mar, en las restricciones de infraestructura portuaria o en aspectos de diseño naval.

Sin embargo, existe una falta de enfoques sistémicos que integren simultáneamente las economías de escala marítimas y las deseconomías generadas en los nodos portuarios y en el hinterland, así como su impacto conjunto sobre la eficiencia global de la cadena logística. Asimismo, la literatura ha tendido a subestimar la velocidad del crecimiento del tamaño de los buques, evidenciando limitaciones en los modelos predictivos tradicionales.

Adicionalmente, aún no existe consenso sobre el tamaño óptimo de los megaportacontenedores, particularmente en un contexto marcado por crecientes restricciones ambientales, congestión portuaria y limitaciones operativas de infraestructura crítica como canales interoceánicos y grúas *ship-to-shore*.

En este sentido, este estudio contribuye a la literatura al proponer un análisis integrador que evalúa los límites del crecimiento de los megaportacontenedores no solo desde la eficiencia técnica o económica, sino desde una perspectiva sistémica de la cadena global de suministro.

2. Materiales y Métodos

Este estudio se basa en una revisión sistemática de literatura enfocada en publicaciones científicas indexadas (principalmente en Scopus y Web of Science), informes técnicos y documentos institucionales recientes (2020–2026).

Se empleó un enfoque cualitativo-analítico estructurado en tres dimensiones:

- Infraestructura portuaria
- Economías de escala
- Limitaciones técnicas y regulatorias

Adicionalmente, se incorporaron modelos teóricos (curvas en “S”, análisis de costos por TEU y modelos de eficiencia logística) para interpretar tendencias en el crecimiento del tamaño de los buques.

3. Resultados

Los puertos marítimos del mundo se han visto obligados a expandirse e invertir rápidamente en infraestructura para hacer frente al nuevo tamaño de los Megaportacontenedores (Hassan, H.M., 2026). y preservar su competitividad: optimización de los subsistemas (atraque, carga/descarga, tráfico interior, recepción/entrega, almacenamiento, vacíos), reforma de las compañías navieras y sus servicios. Los puertos y terminales de contenedores del mundo podrían no ser capaces de seguir el ritmo de los Megaportacontenedores, principalmente a: restricción de calados, grúas obsoletas (altura y alcance innecesarios para la transferencia de carga, muelles poco espaciados). Por tanto, pocos puertos del mundo son elegibles para convertirse en "Megapuerto"; deben invertir en nuevos patios, equipos y vehículos de manipulación, proporcionar mejores servicios con el objeto de reducir el tiempo de escala requerido por el Megabuque y en efecto, aumentar la eficiencia operativa.

El gigantismo en el transporte marítimo de contenedores se ha visto inducido tanto por la competencia portuaria como por las alianzas navieras (Sumantri, Y., 2024). Una alianza naviera, a menudo denominada Alianza Oceánica es un grupo de transportistas marítimos que crean un acuerdo de cooperación conjunto (Acuerdos Globales de Colaboración). Estos acuerdos cubren varias rutas comerciales a través de la colaboración entre sus miembros a escala global. Estos grupos de transportistas se comprometen a acuerdos de compartición de buques para ayudar a cubrir la mayor parte posible del mercado naviero. Los miembros de la Alianza persisten en la lucha por los precios, al tiempo que buscan la eficacia operativa y las ganancias derivadas de la utilización del volumen, procurando mantener las bajas tarifas en términos de flete (Kastner, M., Grasse, O. & Jahn, C., 2022). Al unir servicios y al establecer alianzas, los transportistas han reforzado su poder de negociación frente a los puertos marítimos.

Los Megaportacontenedores que se utilizan en el transporte marítimo global de mercancías se seleccionan en función de: las restricciones de los puertos; la situación del mar; la disponibilidad de los buques; los horarios de envío de los transportistas; la selección de rutas; condiciones meteorológicas. Las rutas que concentran el mayor número de Megaportacontenedores es entre Asia y el norte de Europa a través del Canal de Suez, y desde Asia a Europa, hasta el Mediterráneo, Golfo Pérsico e India, Costa Este y Oeste de EE.UU.

Megaportacontenedores sobre los 395 m de eslora cubren únicamente el tráfico entre Asia y el norte de Europa, debido a los volúmenes de transporte y tienden a no cruzar el Pacífico, debido a tormentas severas. Los buques portacontenedores de tamaño mediano a veces pierden cientos de contenedores en el Pacífico, por eso Megaportacontenedores se acercan a la orilla para evitar las grandes olas. Es una cuestión de estabilidad.

La definición de cualquier Clase de Buque Portacontenedores es una función: del calado, de capacidad nominal -TEUs (Unidad Equivalente a 20 pies «Twenty-foot Equivalent Unit» TEU)-, de la longitud del muelle atraque, de la dársena de maniobra/giro, de las dimensiones del nuevo Canal de Panamá o del Canal de Suez (buques cerca de los 366 m y 400 m de eslora parecen tener una relación directa con las dimensiones del Canal de Panamá y del Canal de Suez).

Así, la primera generación de portacontenedores estaba compuesta por buques graneleros o tanques modificados con capacidad para transportar hasta 1.000 TEUs, buques conocidos como la primera generación (Jean-Paul Rodrigue, 2024; Rodrigue J-P., 2020). Estos buques llevaban grúas a bordo, ya que la mayoría de las terminales portuarias no estaban equipadas para manipular contenedores. Eran buques relativamente lentos (velocidades entre 18 y 20 nudos), sólo podían transportar contenedores en las cubiertas reconvertidas, no en las bodegas. En la década de 1970, se inició la construcción de los primeros portacontenedores totalmente celulares «Fully Cellular Container Carriers» (FCCC), conocidos como la segunda generación, dedicados exclusivamente a la manipulación de contenedores marítimos. Los primeros portacontenedores celulares, denominados Clase C7 se introdujeron en 1968 (Maersk utiliza la letra [C] para denominar series específicas de sus flotas).

En 1972, el portacontenedores más grande, el Tokyo Bay, tenía una capacidad de 2.300 TEUS. Todos los portacontenedores están compuestos por celdas que alojan los contenedores en pilas de diferentes alturas, según la capacidad del buque. Los portacontenedores celulares ofrecen la ventaja de utilizar todo el buque para apilar contenedores, incluso bajo cubierta; Se retiraron las grúas del buque para poder transportar más contenedores (actualmente, algunas grúas se mantienen en algunos portacontenedores especializados). La capacidad de los puertos para operar con portacontenedores celulares dejó de ser una preocupación importante con la creación de terminales de contenedores especializadas en todo el mundo. Los buques portacontenedores celulares eran mucho más rápidos, con velocidades de 20 a 24 nudos, velocidad de referencia en el transporte marítimo global de contenedores marítimos.

Durante la década de 1980, las economías de escala impulsaron ágilmente la construcción de buques portacontenedores de mayor tamaño. Cuanto mayor era el número de contenedores transportados (capacidad), menores eran los costos por TEU transportado. Este proceso se convirtió en un círculo virtuoso, donde a mayor volumen y menor costo permitió la difusión del contenedor marítimo y su uso en el comercio global. El límite de tamaño del Canal de Panamá, conocido como el estándar Panamax, se alcanzó en 1985 con una capacidad de aproximadamente 4.000 TEUs (Jean-Paul Rodrigue, 2024; Rodrigue J-P., 2020). La capacidad máxima de los buques Panamax se ha optimizado para alcanzar alrededor de 4.500 TEUs, dependiendo de la configuración de la carga; los diseños de los portacontenedores Panamax evolucionaron para aprovechar al máximo la limitación de manga del canal. Estos buques llegaron a conocerse como Panamax Max. Las dimensiones originales del Canal de Panamá son similares a las de las esclusas de las vías navegables interiores de los Estados Unidos, lo que dio como resultado un diseño de buque estrecho y alargado.

La clase de portacontenedores «American President Lines», APL C10, con capacidad de 4.500 TEUs, se introdujo en 1988; fue la primera clase de portacontenedores en superar el límite de ancho de 32,2 m del Canal de Panamá. Para 1996, se introdujeron los portacontenedores Post-Panamax con capacidad de 6.600 TEUs (Jean-Paul Rodrigue, 2024; Rodrigue J-P., 2020). Las primeras Clases de Buques Post-Panamax no eran más largas (igual eslora) que la Clase Panamax, más sí anchas (mayor manga), lo que las hacía más eficientes. Un buque de tamaño superior al Panamax requiere sustancial volumen de carga para ser utilizado de forma rentable en una ruta de servicio. A finales de la década de 1990, el crecimiento exponencial del comercio global convirtió a la Clase Post-Panamax en una propuesta comercialmente viable.

Una vez superado el límite de los buques Panamax, su tamaño aumentó rápidamente, alcanzando capacidades de 8.000 TEUs (Post Panamax II; «Clase Soberana»). En consecuencia, los portacontenedores Post Panamax evidenciaron un reto para la infraestructura de muchos puertos del mundo. Requieren calados más profundos (al menos 13 m.) y, si bien son muy eficientes, resultan costosos, ya que las grúas pórtico (grúas de buque a tierra) tienen un mayor alcance. Las limitaciones de calado se convirtieron en un factor determinante, lo que presionó a los puertos a dragar sus aguas para dar entrada a los portacontenedores Post Panamax.

Para 2006, la tercera generación de portacontenedores post-Panamax entró en servicio cuando Maersk Shipping Line introdujo una clase de buques con capacidades de 11.000 y 14.500 TEUs. El Emma Maersk (Clase E). Se les denominó portacontenedores muy grandes «Very Large Container Ships» (VLCS). Esto, a que superaban las especificaciones del Canal de Panamá ampliado. Esta nueva clase supuso una nueva condición para la infraestructura portuaria, ya que su calado superaba los 15 metros y su anchura era de 22 contenedores. El número de puertos capaces de operar con VLCS es limitado, especialmente los situados en deltas fluviales, pudiendo enfrentar restricciones en el acceso a los canales (Jean-Paul Rodrigue, 2024; Rodrigue J-P., 2020). En 2016, una vez ampliado el Canal de Panamá, aparecen los buques New-Panamax o «Neo-Panamax» (NPX); buques diseñados para ajustar perfectamente en las esclusas del Canal de Panamá ampliado. Estos buques tienen capacidad de 12.500 TEUs. De hecho, existen diversas configuraciones de buques Neo-Panamax en cuanto a eslora (de 17 a 22 bahías) y anchura (19 o 20 contenedores).

En 2013, una extensión posterior del diseño del buque Post-Panamax dio lugar a la introducción de la Clase de portacontenedores ultragrandes «Ultra Large Containership» (ULCV), de 18.000 TEUs o más (denominados por Maersk «Triple E» propiedad de Maersk Line, que también se encarga de su operación); diseñados para lograr la máxima eficiencia energética, sostenibilidad ambiental y economías de escala (Tran, N.K. & Lam, J.S.L., 2024). Son buques de 400 m de eslora y de 59 m de manga, que revolucionaron el transporte marítimo global de contenedores con un enfoque de «Navegación a Baja Velocidad», reduciendo, supuestamente, el consumo de combustible en un 37% y emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en un 50 % por contenedor marítimo transportado (Jean-Paul Rodrigue, 2024; Rodrigue J-P., 2020). Esta Clase «Ultra Large Containership» se amplió aún más y, para 2017, comenzaron a entregarse buques de más de 20.000 TEUs. Para tal, el portacontenedores más grande era el OOCL Hong Kong, con capacidad de 21.413 TEUs, 400 m de eslora total, 58,8 m de manga, 197.317 toneladas de peso muerto (TPM).

Sin embargo, en 2019, aparece la mayor Clase de Buques Portacontenedores Ultragrandes del mundo ULCV; siendo diseños de modelos que superaban a los buques portacontenedores más grandes de la época en términos de dimensiones y capacidad; caracterizados por su capacidad para transportar más de 24.000 TEUs; con 24 contenedores de ancho y 24 bahías, denominados «Megamax» (MGX) o «Megaportacontenedores». Los términos MGX-23 y MGX-24 «Megamax» se utilizan para Megaportacontenedores con 23 y 24 filas de contenedores, respectivamente, y capacidades nominales de entre 18.000 y casi 24.000 TEUs. El número [24] en el nombre resalta tres dimensiones estructurales clave: tienen 24 contenedores de ancho (filas), 24 bahías de largo y pueden apilarse hasta 24 contenedores de altura (12 en la bodega y 12 en cubierta). Por tanto, los ULCV se definen como buques Megaportacontenedores que ya no pueden pasar por las nuevas esclusas del Canal de Panamá debido a sus dimensiones estáticas de eslora total y manga (Jungen, H., Specht, P., Ovens, J. & Lemper, B., 2021; Sánchez, R.J., Perrotti, D.E. & Fort, A.G.P., 2021).

Esto significa que los buques portacontenedores con una eslora total mayor a 367,28 m y/o una manga mayor a 51,25 m (Autoridad del Canal de Panamá) se consideran Megaportacontenedores. Dentro del segmento, en particular, el aumento de las mangas para 23 filas de contenedores a partir de 2013 y para 24 filas de contenedores a partir de 2019 representa pasos de desarrollo significativos.

En el crecimiento del tamaño de los buques en las últimas décadas, se observa que los aumentos de la capacidad nominal entre 1996 y 2005 se lograron casi exclusivamente mediante buques de mayor eslora y un calado ligeramente mayor, mientras que la manga se estancó en 42,8 m (Jean-Paul Rodrigue, 2024; Notteboom, T. & Rodrigue, JP. 2023; Witthohn, R., 2023). La puesta en servicio de la Clase E de Maersk en 2006 abrió un nuevo capítulo en el crecimiento del tamaño de los buques. Con una eslora total de casi 400 m, una manga de más de 56 m y un calado de hasta 15,5 m, estos buques eran significativamente más grandes que los portacontenedores construidos hasta entonces.

La capacidad, según la sociedad de clasificación American Bureau of Shipping, es de 11.000 TEUs, mientras que otras fuentes la indican en 15.000 TEUs. Esta discrepancia se puede explicar por el uso de diferentes métodos de cálculo. Si bien los buques de más de 18.000 TEUs parecían viables desde el punto de vista de la construcción naval, se asumió que las limitaciones, en particular las portuarias, asociadas con su tamaño impedirían la aceptación generalizada de dichos buques. Las unidades de hasta 24.000 TEU que hoy están en servicio desmienten esa suposición.

Finalmente, existen diseños de buques de mayor tamaño en fase de planificación, como la clase "Malacca Max", que podrían transportar entre 27.000 y 30.000 TEUs, pero no se prevé su construcción hasta que haya un volumen suficiente en las rutas limitadas que estos buques podrían cubrir (Witthohn, R., 2023). La Tabla N° 1. Expone las características (año de construcción, eslora, manga, calado, capacidad) de los 10 Megaportacontenedores de mayor capacidad (TEUs) que actualmente transportan mercancías contenedorizadas a nivel global.

Características	Buque									
	MSC Türkiye	MSC Irina	MSC Loreto	MSC Tessa	Ever Alot	Ever Ace	HMM Algeciras	HMM Oslo	MSC Gülsün	MSC Mina
Año construcción	2024	2023	2023	2022	2022	2021	2020	2020	2019	2019
Eslora (m)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Manga (m)	65	61	62	62	62	62	61	62	62	61
Calado (m)	16,00	16,00	16,40	17,00	16,00	14,50	14,40	15,70	16,00	15,40
Capacidad (TEUs)	24.354	24.346	24.300	24.116	24.000	23.992	23.964	23.820	23.756	23.656

Tabla N°1. Megaportacontenedores de mayor capacidad (TEUs) a nivel global: Fuente: recopilación del autor.

Infraestructura

La construcción de Megaportacontenedores tiene gran impacto en el sistema portuario (terminales), la dinámica (Cadena Global de Suministro) y entre puertos y ciudades (Hinterland). La llegada de Megaportacontenedores a los puertos marítimos afecta tres puntos principales (Expósito-Izquierdo, C., Lalla-Ruiz, E., de Armas, J., Melián-Batista, B. & Moreno-Vega, J.M., 2025).

En primer lugar, los puertos diseñados con menor dimensiones de los buques deben modificarse para acomodar buques más grandes. Para tal, se requiere construcción de nuevas terminales, ampliación de muelles y mejora de las conexiones ferroviarias y por carretera entre puertos y el interior. Además, para que las terminales proporcionen un conjunto de sofisticados servicios, se requiere el desarrollo continuo de la logística en general (Seokchan Lee, Seung-Ho Lee, Seung Chan Choi & Sung Won Cho., 2026).

En segundo lugar, los buques más grandes equivalen a tamaños más grandes, lo que implica manejar mayor carga para operar con mayor eficacia cada vez, sin afectación a los tiempos de escala. En tercer lugar, el aumento del tamaño de los buques ha fomentado alianzas entre compañías navieras.

Un buque de 17 m de calado generalmente requiere muelles con una profundidad de 19 m; los Megaportacontenedores requieren mayor amplitud y puntos de acceso más profundos, ya que son más anchos y tienen mayor calado. Se supone que la profundidad mínima a la que la clase de 32.000 TEUs para entrar y atracar en el puerto es de unos 19,5 m.

En el mundo existen varios muelles para portacontenedores con profundidad de entre 19,5 y 23 m. Por tanto, si un puerto busca atraer servicios de línea transcontinental entre el Lejano Oriente y Europa, el desarrollo de muelles con una profundidad de 19 m o más ofrecerá ventajas a las navieras que seleccionen los puertos de escala. Un estudio (Angela Carboni, Francesco Deflorio, Claudia Caballini & Stefano Cangelosi, 2025), de puertos con muelles para contenedores con una profundidad de agua de 19,5 m o más, ya en operación, en desarrollo o planificados en todo el mundo, muestra que al menos cinco puertos (Singapur, Busan, Qingdao, Róterdam y El Pireo) cuentan con muelles con una profundidad de agua de entre 19,5 y 23 m.

Investigaciones recientes (Okumoto, Y., Okada, T., Takeda, Y., Mano, M. & Toyoda, M., 2026), predicen, a través de un modelo de regresión de Curva "S", que las dimensiones de un Megaportacontenedor de 25.000 TEUs medirá 431 m de eslora con una manga de 62,6 m y un calado de 16,9 m, mientras que las dimensiones de un Megaportacontenedores de 30.000 TEUs sean 453 m de eslora, 67,0 m de manga y 17,3 m de calado. Si la eslora del Megaportacontenedores de 30.000 TEUs sea de 453 m, y dado que la distancia de atraque entre los buques es del 10 % de su eslora, cada Megaportacontenedor ocupará 498 m de dique de muelle. Considerando la eslora de los Megaportacontenedores, la longitud de atraque debería ser superior de 500 m; muelles más largos y más grandes (Lu, J., Yang, Y., Zhu, X. & Zhang, L., 2025). Por tanto, se requieren mayores áreas de maniobra porque los Megaportacontenedores también son más largos.

De hecho, si un Megaportacontenedores de 30.000 TEUs atraca en un puerto, la profundidad del nivel del agua del terminal debe ser de al menos 20 m. Esto sugiere que las terminales de nueva construcción deben tener al menos 20 m de profundidad para dar cabida a Megaportacontenedores.

De igual forma, se requieren grúas con mayor alcance, ya que los buques son más anchos (los Megaportacontenedores sólo pueden operar con un máximo de ocho grúas a la vez (Notteboom, T., et al, 2023); aumentar la productividad de las grúas es la única manera de aumentar el número total de movimientos y, por consiguiente, reducir las horas de atraque). Se requieren muelles más resistentes, ya que los Megaportacontenedores halan con más fuerza al estar amarrados (Shcherbanin, Y.A.,2025).

La mayoría de las inversiones en modernización portuaria suelen tardar mucho tiempo y cualquier forma de actualización de un puerto es generalmente una inversión costosa que requiere de una decisión política del país en cuestión. En efecto, para que una terminal tenga la capacidad de satisfacer las necesidades de los Megaportacontenedores y al mismo tiempo sea competitivo en el mercado, debe seguir los avances tecnológicos y estar equipado con equipos modernos de manipulación de contenedores; el terminal debe tener la capacidad suficiente para gestionar la adecuada cantidad de contenedores y, en consecuencia, poder aceptar muchos más contenedores que los de un buque normal.

Respectivamente, se incrementará la operación logística de transbordo a los alimentadores, camiones y trenes. Los puertos deben cargar y descargar los buques lo más rápido posible (puerto productividad/productividad del atraque) para minimizar el impacto de los Megaportacontenedores. Se debe aumentar la velocidad a la que los camiones y trenes cargan y descargan para reducir el tiempo que los contenedores pasan en el área de estiba (tiempo de tránsito del contenedor). Para lograr esto, se requieren más grúas y más equipos de patio de estiba, mayor espacio de estiba y una capacidad de acoplamiento flexible. Si estas instalaciones no se adaptan al crecimiento de los Megaportacontenedores, se agravará el problema de la congestión portuaria (Russo, F., Pedà, G. & Musolino, G., 2024; Notteboom, T., et al, 2023). Para el transporte marítimo, la confiabilidad es fundamental, y la congestión portuaria es uno de los factores que hacen que la línea naviera sea poco fiable.

Los Megaportacontenedores tienen mayores dificultades con el seguro (Vida, L., Zsombor, L., Illés, B. & Véha, A., 2026); altas primas debido a una mayor exposición al riesgo, principalmente por dos razones. En primer lugar, la falta de tecnología adecuada y equipos de rescate, necesarios para retirar un naufragio de este tamaño, aumentará el costo de rescatar dicha embarcación en caso de accidente. Además, no muchos astilleros en el mundo tienen las especificaciones suficientes, por el tamaño, para reparar estos buques.

Aún más difícil es el viaje a estos astilleros si el lugar del accidente es lejos. Las compañías de seguros no definen con precisión los costos de tales escenarios. En segundo lugar, la seguridad de la carga, la exposición al riesgo para los transportistas también aumenta linealmente dependiendo del tonelaje de sus buques (Witthohn, R., 2023). El costo de la pérdida total, en caso de hundimiento, sería el doble para un buque de 20.000 TEUs, en comparación con uno de 10.000 TEUs. Por tanto, cuanto más grande es el buque, mayor es el riesgo.

El valor de las mercancías transportadas en contenedores es cada vez mayor, y en caso de accidente, la pérdida de carga será la pérdida para el propietario del buque, el propietario de la carga y la compañía de seguros. La pérdida del buque MSC Napoli, que transportaba 4.500 TEUs, era un tercio del tamaño de los buques más grandes de ese momento, y es el segundo accidente marítimo más costoso en términos de seguro, después del Exxon Valdez.

Economías de Escala

A la fecha, el objetivo principal del aumento del tamaño de los buques portacontenedores ha sido reducir los costos de transporte a través de economías de escala, que fueron incentivadas por el aumento del tráfico mundial de carga contenerizada. Así, la demanda de economías de escala y el interés en controlar los costos ha llevado al sector marítimo de contenedores hacia el desarrollo de buques portacontenedores cada vez más grandes: "Megaportacontenedores". Al utilizar Megaportacontenedores, las compañías navieras aprovechan economías de escala, que permiten de manera continua reducciones en costos por TEUs transportado (Rodrigue, J-P., 2025; Vida, L., et al, 2026; Witthohn, R., 2023).

Cuanto más grande sea el buque, más carga podrá transportar y, por tanto, menores serán los costos operativos. Estudios recientes muestran que Megaportacontenedores de 25.000 TEUs siguen generando economías de escala, con una utilización regular del volumen del 90 % en todas las Clases de Buques. Es decir, hasta con 25.000 TEUs, los buques pueden lograr ganancias sustanciales sobre buques más pequeños con 18.000 o 20.000 TEUs de capacidad (Yue, Z. & Mangán, J., 2024). Sin embargo, con tarifas de flete muy bajas, no incentivan la rentabilidad de los Megaportacontenedores de 25.000 TEUs, en comparación con los más pequeños.

La utilización de los efectos de la economía de escala es una herramienta poderosa a este respecto, ya que los precios de la construcción naval y del combustible, así como el costo operativo, para la tripulación, son más o menos los mismos para todos los transportistas. Se ha demostrado que estos tres tipos de costos específicos por TEU siguen curvas asintóticas, cuyo curso se vuelve más plano con el aumento de los tamaños de los buques. Por tanto, la mayor ventaja de los Megaportacontenedores es la economía de escala en el mar (Russo, F., et al, 2024; Yue, Z., et al, 2024; Witthohn, R., 2023).

Teóricamente, las ventajas en costos se pueden lograr ampliando la escala de la empresa. El costo unitario disminuye a medida que aumenta la cantidad de unidades. En el caso de los Megaportacontenedores, el costo por TEU disminuye al aumentar la capacidad del buque (TEUs). En consecuencia, al calcular la economía de escala de un Malacca-max, se obtendría un costo unitario de un 30 % inferior al de un Panamax. Las economías de escala, con sus implicaciones, provienen principalmente de los costos de capital y combustible, mientras que la capacidad de carga de los megabuques aumenta considerablemente. Y como el transporte marítimo requiere de gran inversión de capital, el costo del combustible representa el 60 % del costo operativo, siendo la principal preocupación del propietario del buque (armador).

Así, la introducción de Megaportacontenedores se centra en las economías de escala que pueden lograr las navieras y en la intensa presión sobre estas para reducir los costos por TEUS-milla, y aumentar los márgenes operativos en un mercado altamente competitivo (Sumantri, Y., 2024; Yue, Z., et al, 2024). Sin embargo, no está tan claro si las condiciones actuales del mercado, combinadas con las regulaciones ambientales cada vez más estrictas sobre el control de emisiones y la eficiencia energética, respaldan nuevos aumentos de escala en el tamaño de los Megaportacontenedores hacia el umbral de 25 000 TEUs (Okumoto, Y., et al, 2026).

De hecho, la evaluación de las economías de escala en el tamaño de los Megaportacontenedores, así como de las posibles deseconomías de escala, sigue siendo difícil dadas las condiciones del mercado en constante cambio en el transporte marítimo global de contenedores y la dinámica en la capacidad de adaptación de los puertos y terminales para gestionar buques cada vez más grandes. De igual forma, las consideraciones ambientales han añadido una dimensión adicional al debate sobre los aumentos de escala en el tamaño de los buques. El precio de construcción de un Megaportacontenedor es más alto que el de uno más pequeño, pero en términos de inversión por TEUs, el Megaportacontenedor cuesta menos que el buque más pequeño. De hecho, un buque dos veces más grande no consume el doble de combustible y el consumo de combustible por TEU, siempre favorece a los Megaportacontenedores.

Investigaciones recientes (Okumoto, Y., et al, 2026), revelan, que el tamaño óptimo del Megaportacontenedores representa un equilibrio entre el rendimiento positivo obtenido en el mar (economías de tamaño durante la operación de transporte de línea) y el rendimiento negativo que se acumulan en el puerto (deseconomías de tamaño durante las operaciones de transferencia de carga y manipulación en los puertos); el costo por espacio de TEU para un buque de 18.000 TEUs sería solo un 5 % menor que para uno de 6.200 TEUs (Okumoto, Y., et al, 2026; Russo, F., et al, 2024; Witthohn, R., 2023).

En cuanto a los costos operativos (OPEX), la administración, el almacenamiento y la dotación no aumentan significativamente con el tamaño del buque, por lo que existen economías de escala. Sin embargo, para los investigadores, es probable que los costos de seguro y mantenimiento aumenten en consonancia con el costo de capital del Megaportacontenedores, lo que ofrece escasas economías de escala (Yahalom, S. & Guan, C., 2018).

De igual forma, los estudios (Lun, Y.H.V., Lai, Kh., Cheng, T.C.E. & Yang, D., 2023), revelan, que las economías de escala disminuyen rápidamente más allá de una capacidad de 7.500 TEUs. Con base en un modelo de costos se demostró que se pueden lograr ahorros de costos significativos en el mar mediante el despliegue de buques de 8.800 TEUs, pero el diferencial de costos al aumentar a 12.500 TEUs cae drásticamente (Okumoto, Y., et al, 2026). Así, el estudio concluye, que los beneficios adicionales de los menores costos de espacio disminuyen a medida que los buques aumentan de tamaño, y que estos ahorros podrían no materializarse (por completo).

En cambio, los esfuerzos necesarios para preparar los puertos para Megaportacontenedores aumentarían desproporcionadamente; se producen deseconomías de escala debido a tiempos de escala más largos, lo que genera mayores costos portuarios y de inventario. Por tanto, las posibles deseconomías de escala vinculadas a los Megaportacontenedores serán absorbidas total o parcialmente por las autoridades portuarias, los operadores de terminales y otros actores de la Cadena Global de Suministro, lo que permite/facilita que las compañías navieras busquen rondas consecutivas de aumentos de escala en el tamaño de los buques.

De manera general, los Megaportacontenedores atesoran economías de escala tanto en los costos de construcción como de operación. Sin embargo, las economías de escala se verán afectadas por factores como el tiempo de permanencia en el puerto durante el viaje (Okumoto, Y., et al, 2026; Vida, L., et al, 2026; Russo, F., et al, 2024; Yue, Z., et al, 2024), el tiempo de manipulación de la carga, el proceso posterior a la descarga de la carga desde el Megapuerto al interior con la cadena logística, todos ellos pueden ser factores de compensación con las ventajas de costos y la productividad del tamaño del buque.

Recientemente, los mercados altamente competitivos exigen a las navieras en general, y a los Megaportacontenedores en particular, menores costos y una mayor calidad de servicio (Li, J., Huang, A., Shi, X. & Liu, X., 2024). Las líneas navieras buscan aumentar su tamaño, tanto de la organización como de buques, para satisfacer la demanda de un mercado altamente competitivo. Tienen tendencia a fusiones, adquisiciones e integraciones horizontales o verticales, como las Grandes Alianzas.

Estas consolidaciones son factores que favorecen el aumento del tamaño de los buques, ya que, al crecer, contar con más recursos y una sólida situación financiera, puede invertir fácilmente en Megaportacontenedores y también la integración vertical (como la cooperación entre la línea naviera con la compañía terminal o las compañías estibadoras) que ayuda a que el Megabuque navegue sin problemas.

¿Cuál es el Límite?

La capacidad de los buques portacontenedores no superaba los 1.000 TEUs en la década de 1960, durante los inicios del transporte marítimo de contenedores su tamaño se ha multiplicado por 20 en los últimos 60 años (Achilleas Tsantis, John Mangan, Agustina Calatayud & Roberto Palacin, 2023). Los Megaportacontenedores con capacidad de más de 24.000 TEUs y una eslora total de 400 m, ya están en funcionamiento y desempeñan un papel importante en el transporte marítimo global de mercancías contenedorizadas. En particular, el aumento de tamaño después del año 2000 fue muy drástico y más rápido.

La logística del transporte de contenedores marítimos implica no sólo a las compañías navieras que operan los buques, también propietarios (armadores) de los buques que los alquilan, compañías de gestión de buques que los organizan, tripulaciones, operadores de terminales, autoridades portuarias que desarrollan y mantienen las instalaciones, compañías de transporte terrestre que financian el transporte entre puertos y orígenes/destinos interiores, propietarios de carga que solicitan envíos y transitarios que organizan camiones y buques a petición de los cargadores. En consecuencia, para las compañías navieras y sus alianzas, el tamaño máximo de los buques desempeña un papel fundamental en el establecimiento de una red eficiente, al determinar la composición de la flota y la selección de los puertos de escala (Sumantri, Y., 2024).

Existen estudios (Theo Notteboom, 2021), que hacen referencia al tamaño máximo futuro de los Megaportacontenedores centrándose en el diseño de los buques y las dimensiones del Canal de Suez, importante cuello de botella en el transporte global de contenedores. Desde la perspectiva de la arquitectura naval, cuando los Megaportacontenedores navegan con olas, se produce un latigazo (vibración elástica longitudinal del casco) debido al impacto (golpe de la proa contra el seno de la ola después de cruzar una cresta), que es particularmente grande a altas velocidades. El momento flector combinado debido al latigazo y las olas resulta en una gran carga en la viga del casco. Por tanto, en términos de arquitectura naval (Okumoto, Y., et al, 2026; Yue, Z., et al, 2024), se ha considerado que la resistencia longitudinal del buque inhibe el aumento de su tamaño. Desde el punto de vista de la ingeniería naval, sería posible construir Megaportacontenedores de más de 24.000 TEUs.

En consecuencia, el cuello de botella mecánico sería la rigidez a la flexión longitudinal del casco, que requiere gran cantidad de acero con un espesor superior a 10 cm. El factor más importante en el precio de la construcción naval es la cantidad total de acero, y el aumento de los costos de construcción podría ser un factor disuasorio para el aumento de tamaño de los Megaportacontenedores.

Sin embargo, durante muchos años se ha realizado estudios (Lam, J.S.L., Li, Q. & Pu, S., 2021), sobre el tamaño máximo de los Megaportacontenedores en el futuro; sin embargo, la mayoría han sido subestimados. Ningún estudio predijo la aparición de Megaportacontenedores de la clase 24.000 TEUs antes de 2015, cuando se pudo obtener información sobre el orden de los 24.000 TEUs. La principal razón fue la restricción del paso por el Canal de Suez en la ruta Lejano Oriente-Europa, donde actualmente se despliegan los buques portacontenedores de mayor tamaño. Dado que la eslora, la manga y el calado de los Megaportacontenedores de 24.000 TEUs se acercan a los límites de la normativa de navegación vigente, los Megaportacontenedores de mayor tamaño no podrían pasar por el Canal de Suez, lo que reduciría significativamente su operatividad para las compañías navieras. En otras palabras, la clase de 24.000 TEUs seguirá siendo la más rentable, ya que ofrece las mayores economías de escala y garantiza la operatividad (Vida, L., et al, 2026; Sumantri, Y., 2024).

Si bien el principal incentivo para aumentar el tamaño de los buques es la economía de escala, que reduce los costos de transporte, las navieras reconocen que las economías de escala obtenidas al aumentar el tamaño por encima de los 24 000 TEUs no serían muy grandes, lo que las hace resistirse respecto al aumento del tamaño máximo de los Megaportacontenedores. Sin embargo, se espera que la demanda de transporte de carga en contenedores siga aumentando y que la expansión de la capacidad de transporte marítimo mediante un aumento del tamaño promedio o del número de buques en la flota de contenedores es inevitable.

La Organización Marítima Internacional (OMI), ha establecido regulaciones internacionales para el sector naviero respecto a las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) (Degiuli, N., Martić, I., Mikulić, A. & Grlj, C.G., 2026; Schulte, U.G., 2024; Tran, N.K., et al, 2024; Çağlar Karatuğ, Emir Ejder, Mina Tadros & Yasin Arslanoğlu, 2023), y el tamaño de los Megaportacontenedores generalmente contribuye a ello. Sin embargo, dado que el rigor de las regulaciones sobre emisiones de GEI suele ser inversamente proporcional al peso muerto (Tonelaje de Peso Muerto «DWT») de los buques, es improbable que se construyan buques más grandes para cumplir con estas regulaciones.

En consecuencia, la industria naviera está trabajando para reducir las emisiones de GEI de los buques; la velocidad promedio de navegación de los portacontenedores ha disminuido en los últimos años: el análisis de datos de la Red de Inteligencia Naviera muestra que la velocidad promedio en 2008 fue de 19,2 nudos y de 13,9 nudos en 2023. Por tanto, la industria naviera seguirá respondiendo al aumento del volumen de carga, aumentando la capacidad, ya sea incrementando el tamaño promedio de los buques o el número de buques desplegados. De hecho, esta ampliación puede reducir las emisiones totales de GEI de las navieras (Degiuli, N., et al, 2026; Schulte, U.G., 2024; Tran, N.K., et al, 2024), lo que puede motivarlas a encargar Megaportacontenedores más grandes.

En teoría, para transportar el doble de carga, una flota debe duplicar su capacidad o duplicar su velocidad promedio de navegación (Elkafas, A.G., Rivarolo, M. & Massardo, A.F., 2023). Sin embargo, dado que la eficiencia del combustible es inversamente proporcional a la segunda potencia de la velocidad, aumentar la velocidad reduciría considerablemente la eficiencia económica y, dado el tiempo de permanencia en los puertos, la velocidad operativa tendría que ser más del doble. Mayores velocidades serán contraproducentes a medida que el mundo avanza hacia la descarbonización para 2050 (Degiuli, N., et al, 2026; Elkafas, A.G., et al, 2023).

Los operadores y fabricantes de grúas han revelado (de Almeida, J.P.R., Carrillo-Galvez, A., Morán, J.P., Soares, T.A. & Mourão, Z.S., 2026; Song, J. & Xu, C., 2024) que el tamaño de las grúas «Ship-To-Shore» (STS) o de Buque a Tierra) podría ser un obstáculo para los Megaportacontenedores desde la perspectiva del manejo de carga en las terminales de contenedores (en un Megaportacontenedor de 25.000 TEUs o de 30.000 TEUs, el alcance de las grúas STS debe ser de un mínimo de 74,3 m o 81,0 m, respectivamente (Jeong, B. & Kim, C.Y., 2025; Yue, Z., et al, 2024; Jiawei Ge, Mo Zhu, Mei Sha, Theo Notteboom, Wenming Shi & Xuefeng Wang, 2021).

Esto se debe a que aumentar el tamaño de las grúas STS es técnicamente posible, la introducción de dichas grúas en las terminales de contenedores existentes requeriría fortalecer la capacidad portante del terreno (el área de apilamiento disponible y la cantidad de equipos de manejo también se verán limitados), lo que implicaría trabajos de mejora del suelo a gran escala, lo que a su vez resultaría en una sobrecarga de costos y la suspensión a largo plazo de las operaciones. Además, la sustitución de las grúas STS requiere una inversión considerable. Sin embargo, un mayor tamaño del buque alargaría el tiempo de amarre para la carga y descarga y aumentaría la frecuencia de espera de otros buques en alta mar. Si la terminal está dedicada a una sola naviera, esta puede evitar las esperas en alta mar ajustando el horario de operación de sus propios buques; sin embargo, en el caso de una terminal compartida, otras navieras se verían perjudicadas.

Según las normas de navegación de la Autoridad del Canal de Suez, «Suez Canal Authority» (SCA), las dimensiones de los buques que transitan por el Canal están limitadas a 400 m de eslora total, calado máximo de 20,1 m y manga de 50 m. Si la eslora total supera los 400 m, el buque debe obtener permiso de la SCA. Y, según la agencia de noticias egipcia Sada El-Balad, el Megaportacontenedor de la clase «One Innovation», navegó el Canal de Suez en julio de 2023; el Megaportacontenedor tiene capacidad de carga de 24.136 TEUS, 399,95 m de eslora, 61,4 m de manga y un calado a plena carga de 16,5 m, superando ligeramente la regla de navegación del canal (límite de calado de 16,33 m para una manga de 61,39 m) cuando está completamente cargado con contenedores. Se considera que la razón por la que el Megaportacontenedor pudo transitar el Canal de Suez, a pesar de esto, es que el calado se ajustó reduciendo la cantidad de carga (no está claro si el buque estaba completamente cargado) o si el Megaportacontenedor recibió un permiso especial de la SCA (las reglas de navegación incluyen una excepción especial que permite a los buques que excedan el límite pasar si hacen arreglos especiales). De hecho, se han detectado Megaportacontenedores con especificaciones que exceden las normas y transitan con ajustes de calado o arreglos especiales (Li, J., et al, 2024; Naghash, H., Schott, D. & Prunyn, J. 2024).

Por tanto, es concebible que se sigan construyendo Megaportacontenedores con especificaciones que superen ligeramente a los Suezmax. De igual forma, el Canal de Panamá abrió su tercera esclusa en 2016, aumentando significativamente el tamaño de los Panamax, y las regulaciones se han flexibilizado dos veces desde entonces, aumentando los límites de eslora total y manga de los buques en 4,3 m y 3,2 m, respectivamente. Esta desregulación condujo a un aumento del tamaño de los Panamax de 13.000 TEUs a 15.000 TEUs. Esto permitió el paso de buques de mayor tamaño a discreción de las autoridades del Canal.

4. Discusión

La irrupción de los Megaportacontenedores en el transporte marítimo contemporáneo ha generado un debate sostenido en torno a la viabilidad operativa y económica de estas unidades de gran escala. Si bien su introducción respondió a la búsqueda de economías de escala, la evidencia sugiere que dichas ventajas están condicionadas por limitaciones estructurales y operativas tanto en los puertos como en las cadenas logísticas asociadas. Desde la entrada en operación del *Emma Maersk* en 2007, se hizo evidente que no todos los puertos cuentan con las condiciones náuticas, infraestructura y conectividad necesarias para atender buques de tales dimensiones, lo que restringe significativamente su alcance operativo y plantea desafíos de adaptación para los sistemas portuarios globales.

En este contexto, los resultados analizados permiten identificar cuatro problemáticas principales. En primer lugar, las limitaciones de calado continúan siendo una barrera crítica, cuya solución mediante dragado implica elevados costos de inversión y mantenimiento, afectando la competitividad portuaria. En segundo lugar, la capacidad de las grúas buque-tierra se ha convertido en un factor limitante, dado que el incremento en la manga de los buques no puede ser compensado simplemente con la adición de equipos, como ocurría en generaciones anteriores. Esto sugiere la necesidad de innovaciones tecnológicas y operativas para mantener niveles adecuados de productividad.

En tercer lugar, las restricciones físicas de los muelles reducen la flexibilidad operativa de los Megaportacontenedores, incrementando los tiempos de permanencia en puerto y, por ende, erosionando las economías de escala que justifican su utilización. Este fenómeno se ve reforzado por la limitada cantidad de puertos capaces de recibir estas embarcaciones, lo que favorece la consolidación del modelo logístico *hub-and-spoke*. Aunque este sistema optimiza las rutas principales, introduce costos adicionales de transbordo y dependencia de nodos estratégicos.

En cuarto lugar, la insuficiencia del hinterland emerge como un factor determinante en la eficiencia del sistema. La falta de infraestructura terrestre adecuada amplifica los problemas de congestión portuaria y afecta la confiabilidad del transporte marítimo. En este sentido, la coordinación entre el desarrollo portuario y el fortalecimiento del hinterland resulta esencial para evitar deseconomías de escala derivadas de cuellos de botella logísticos.

Adicionalmente, la discusión pone de relieve la necesidad de inversiones significativas por parte de las navieras, no solo en flota sino también en terminales especializadas. La integración vertical, evidenciada en el desarrollo de terminales dedicadas, responde a la necesidad de garantizar eficiencia operativa y reducir tiempos de espera. Sin embargo, esta estrategia puede generar barreras de entrada y reconfigurar la competencia en el sector portuario.

Por otra parte, las consideraciones ambientales adquieren creciente relevancia. Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la posible implementación de tarifas portuarias basadas en emisiones introducen nuevos costos que podrían contrarrestar las ventajas económicas de los Megaportacontenedores. Aunque estrategias como la navegación lenta permiten reducir el consumo de combustible y las emisiones, también incrementan los tiempos de tránsito, lo que evidencia una tensión entre eficiencia económica y sostenibilidad ambiental.

Asimismo, los riesgos sistémicos asociados a la operación de estos buques no pueden ser ignorados. Eventos disruptivos recientes han demostrado la vulnerabilidad del comercio global ante incidentes que involucran Megaportacontenedores, generando impactos significativos más allá del sector naviero. Incluso en condiciones normales de operación, estos buques trasladan costos hacia otros actores de la cadena logística, lo que refuerza la noción de deseconomías de escala en un enfoque sistémico.

Finalmente, las tendencias observadas sugieren que el crecimiento en el tamaño de los buques enfrenta límites tanto físicos como económicos. La capacidad de infraestructuras críticas, como el Canal de Suez, junto con la disponibilidad de demanda suficiente en rutas específicas, condiciona la evolución futura de estos buques. Aunque la reducción del costo por TEU continúa siendo el principal incentivo para su desarrollo, factores como el tiempo en puerto, la eficiencia operativa y las inversiones necesarias en infraestructura podrían mitigar o incluso anular dichos beneficios desde una perspectiva integral.

En síntesis, los Megaportacontenedores representan una innovación paradigmática en el transporte marítimo, pero su implementación efectiva depende de un delicado equilibrio entre economías de escala y las limitaciones estructurales del sistema logístico global. La evidencia sugiere que, si bien los beneficios son claros a nivel de las navieras, los costos y desafíos se distribuyen de manera desigual entre los distintos actores, lo que plantea interrogantes sobre la sostenibilidad económica y operativa de este modelo en el largo plazo.

5. Conclusiones

Predecir el tamaño límite de un Megaportacontenedores es un gran desafío, como lo demuestra el hecho de que ningún estudio previo ha podido predecirlo con precisión. Cada nueva generación de buques portacontenedores se enfrenta a un número cada vez menor de puertos capaces de recibirlos, lo que ejerce presión sobre la infraestructura y el equipo portuario. Las compañías navieras se ven incentivadas a utilizar Megaportacontenedores en sus rutas, ya que se benefician de las economías de escala. Sin embargo, los puertos y los sistemas de transporte terrestre deben realizar una inversión de capital sustancial si pretenden dar cabida a los Megaportacontenedores.

El despliegue de Megaportacontenedores requiere un volumen considerable de carga para ser comercialmente viable, como una frecuencia de servicio adecuada. Los buques portacontenedores de entre 5.500 y 6.500 TEU parecen ser los más flexibles en cuanto a los puertos a los que pueden acceder y el mercado al que pueden servir, ya que el uso de Megaportacontenedores requiere menos escalas. Por consiguiente, las limitaciones a las economías de escala en el transporte marítimo de contenedores están mucho más condicionadas por factores comerciales que por limitaciones técnicas.

6. Referencias

- Carboni, A., Deflorio, F., Caballini, C., & Cangelosi, S. (2025). Advances in terminal management: Simulation of vehicle traffic in container terminals. *Maritime Economics & Logistics*, 27, 500–524. <https://doi.org/10.1057/s41278-024-00300-5>
- de Almeida, J. P. R., Carrillo-Galvez, A., Morán, J. P., Soares, T. A., & Mourão, Z. S. (2026). Optimizing quay crane operations considering energy consumption. In J. Valente de Oliveira, J. Leite, J. Rodrigues, J. Dias, & P. Cardoso (Eds.), *Progress in Artificial Intelligence. EPIA 2025 (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 16122)*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-032-05179-0_35
- Degiuli, N., Martić, I., Mikulić, A., & Grlj, C. G. (2026). Containership fuel efficiency and emissions under reduced speed conditions. In U. A. Ozturk & P. T. Helo (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Industrial Logistics (ICIL 2025)*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-032-14489-8_26
- Elkafas, A. G., Rivarolo, M., & Massardo, A. F. (2023). Environmental economic analysis of speed reduction measure onboard container ships. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 59645–59659. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26745-4>
- Expósito-Izquierdo, C., Lalla-Ruiz, E., de Armas, J., Melián-Batista, B., & Moreno-Vega, J. M. (2025). Maritime container terminal problems. In R. Martí, P. M. Pardalos, & M. G. C. Resende (Eds.), *Handbook of heuristics*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-032-00385-0_57
- Ge, J., Zhu, M., Sha, M., Notteboom, T., Shi, W., & Wang, X. (2021). Towards 25,000 TEUs vessels? A comparative economic analysis of ultra-large containership sizes under different market and operational conditions. *Maritime Economics & Logistics*, 23, 587–614. <https://doi.org/10.1057/s41278-019-00136-4>
- Hassan, H. M. (2026). Metaheuristic-driven optimization of machine learning models for predicting principal dimensions of container ships. *Journal of Ocean Engineering and Marine Energy*, 12, 459–483. <https://doi.org/10.1007/s40722-025-00439-0>
- Jeong, B., & Kim, C. Y. (2025). Containership size and quay crane productivity: Empirical evidence from Busan New Port. *Maritime Economics & Logistics*, 27, 293–303. <https://doi.org/10.1057/s41278-024-00286-0>
- Jungen, H., Specht, P., Ovens, J., & Lemper, B. (2021). The rise of ultra large container vessels: Implications for seaport systems and environmental considerations. In M. Freitag, H. Kotzab, & N. Megow (Eds.), *Dynamics in Logistics*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88662-2_12
- Karatuğ, Ç., Ejder, E., Tadros, M., & Arslanoğlu, Y. (2023). Environmental and economic evaluation of dual-fuel engine investment of a container ship. *Journal of Marine Science and Application*, 22, 823–836. <https://doi.org/10.1007/s11804-023-00381-3>
- Kastner, M., Grasse, O., & Jahn, C. (2022). Container flow generation for maritime container terminals. In M. Freitag, A. Kinra, H. Kotzab, & N. Megow (Eds.), *Dynamics in Logistics*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05359-7_11

- Lam, J. S. L., Li, Q., & Pu, S. (2021). Volatility and uncertainty in container shipping market. In B. W. Ko & D. W. Song (Eds.), *New Maritime Business*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78957-2_2
- Li, J., Huang, A., Shi, X., & Liu, X. (2024). Forecasting container shipping prices under the influence of major events. In D. Gong, Y. Ma, X. Fu, J. Zhang, & X. Shang (Eds.), *LISS 2023*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4045-1_34
- Lu, B., Ming, X., Lu, H., Chen, D., & Duan, H. (2023). Challenges of decarbonizing global maritime container shipping toward net-zero emissions. *npj Ocean Sustainability*, 2, 11. <https://doi.org/10.1038/s44183-023-00018-6>
- Lu, J., Yang, Y., Zhu, X., & Zhang, L. (2025). Accessibility study of container port based on a spatiotemporal network of liner shipping. In E. J. Strauss (Ed.), *ICOCE 2025*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-96-8990-3_28
- Lun, Y. H. V., Lai, K. H., Cheng, T. C. E., & Yang, D. (2023). Container shipping market. In *Shipping and Logistics Management*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26090-2_4
- Naghash, H., Schott, D., & Pruyn, J. (2024). Shifting waves of shipping: A review on global shipping projections and methodologies. *Journal of Shipping and Trade*, 9, 29. <https://doi.org/10.1186/s41072-024-00187-8>
- Notteboom, T., & Rodrigue, J. P. (2023). Maritime container terminal infrastructure, network corporatization, and global terminal operators: Implications for international business policy. *Journal of International Business Policy*, 6, 67–83. <https://doi.org/10.1057/s42214-022-00142-z>
- Okumoto, Y., Okada, T., Takeda, Y., Mano, M., & Toyoda, M. (2026). Progress in ship design. In *Design of Ship Hull Structures*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-032-12500-2_5
- Rodrigue, J.-P. (2020). Evolution of containerships. In *The geography of transport systems* (5th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429346323>
- Rodrigue, J.-P. (2024). *The geography of transport systems* (6th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003343196>
- Rodrigue, J.-P. (2025). A systemic analysis of container terminal layouts. *Journal of Shipping and Trade*, 10, 4. <https://doi.org/10.1186/s41072-025-00194-3>
- Russo, F., Pedà, G., & Musolino, G. (2024). Attributes influencing port times of container ships. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 23, 375–392. <https://doi.org/10.1007/s13437-024-00336-7>
- Sánchez, R. J., Perrotti, D. E., & Fort, A. G. P. (2021). Looking into the future ten years later: Big full containerships and their arrival to South American ports. *Journal of Shipping and Trade*, 6, 2. <https://doi.org/10.1186/s41072-021-00083-5>
- Schulte, U. G. (2024). Decarbonising container shipping. In *Sustainable Business: CSR, Sustainability, Ethics & Governance*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-58596-8_18
- Seokchan Lee, S.-H., Lee, S. C., Choi, S. C., & Cho, S. W. (2026). Fuzzy C-means clustering based vertical container stacking in container terminals. *Scientific Reports*, 16, 6891. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-37994-x>
- Shcherbanin, Y. A. (2025). Global transport: International cargo shipping. *Studies on Russian Economic Development*, 36, 77–85. <https://doi.org/10.1134/S1075700724700540>
- Song, J., & Xu, C. (2024). Optimization for container truck routing in container terminal with multi quay cranes considering emissions policy. *Scientific Reports*, 14, 24000. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-75661-1>
- Sumantri, Y. (2024). Logistics service process and attribute in container shipping companies. In D. Kurniawan & F. M. Nor (Eds.), *Advances in Manufacturing Processes and Smart Manufacturing Systems*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-80338-3_4
- Theo Notteboom. (2021). Container (liner) shipping. In *International Encyclopedia of Transportation*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102671-7.10254-4>

Tran, N. K., & Lam, J. S. L. (2024). CO₂ emissions in a global container shipping network and policy implications. *Maritime Economics & Logistics*, 26, 151–167. <https://doi.org/10.1057/s41278-022-00242-w>

Tsantis, A., Mangan, J., Calatayud, A., & Palacin, R. (2023). Container shipping: A systematic literature review of themes and factors that influence the establishment of direct connections between countries. *Maritime Economics & Logistics*, 25, 667–697. <https://doi.org/10.1057/s41278-022-00249-3>

Vida, L., Zsombor, L., Illés, B., & Véha, A. (2026). Advance container handling. In A. Abbasov, A. Sładkowski, & T. Babayev (Eds.), *Problems of Logistics, Management and Operation in the East-West Transport Corridor*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-032-13672-5_15

Witthohn, R. (2023). Container transports. In *International shipping*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-34273-9_4

Yahalom, S., & Guan, C. (2018). Containership port time: The Bay time factor. *Maritime Economics & Logistics*, 20, 211–227. <https://doi.org/10.1057/s41278-016-0044-6>

Yue, Z., & Mangan, J. (2024). A framework for understanding reliability in container shipping networks. *Maritime Economics & Logistics*, 26, 523–544. <https://doi.org/10.1057/s41278-023-00269-7>

Financiación. El autor declara que esta investigación no recibió financiación externa.

Declaración sobre conflicto de interés: El autor del presente documento manifiesta ser independiente con respecto a instituciones financiadoras y de apoyo, y que durante la redacción del manuscrito no han recibido ningún tipo de financiamiento y no han incidido intereses o valores distintos a los que usualmente tiene la investigación

Biografía de los Autores.

Descargo de responsabilidad/Nota del editor: Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son únicamente responsabilidad de los autores y colaboradores individuales y no reflejan necesariamente las opiniones de DERROTERO y/o de los editores. DERROTERO y/o los editores se deslindan de cualquier responsabilidad por daños o perjuicios a personas o bienes que puedan surgir como resultado de las ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido. Se recomienda a los lectores verificar de manera independiente la información antes de basarse en ella.