

EL TAMAÑO MAS APROPIADO DE UN BUQUE MERCANTE

Arturo Sierra Merino
Capitán de Corbeta

Introducción

Durante los últimos veinte años ha habido un gran incremento en el tamaño de los buques mercantes, principalmente por el aumento del comercio mundial, las economías de escala relacionadas con la operación de buques más grandes con costo-unidad más bajos y los avances tecnológicos que han hecho posible la construcción de estos diseños.

Por mucho tiempo se ha asumido que, en la práctica, lo mejor es usar el buque más grande que pueda ser acomodado en el puerto de origen y destino y que se encuentre disponible al ser requerido. Sin embargo, hay muchas evidencias indicatorias que el volumen del comercio, la distancia en la ruta y el valor del producto son los principales determinantes del tamaño del buque y, consiguientemente, de la frecuencia y número de recaladas a un puerto determinado.

La necesidad de comprender los factores que determinan el tamaño del buque son múltiples; la cantidad de capital empleado en el desarrollo, operación, seguro y servicio de los buques, como también las grandes inversiones necesarias para las faenas de carga, descarga, almacenaje, y la adecuación de facilidades para acomodar estos buques, son una indicación de que cada una de ellas debe ser planeada en detalle por las implicaciones que puedan haber al ser incorrectas las decisiones tomadas.

Economías de Escala

Al igual que en otras industrias, es conocido que estas economías también existen en el área marítima, por lo que los armadores han hecho uso de esta ventaja, especialmente desde el término de la Segunda Guerra Mundial.

Al término de la guerra los típicos "Tramps" de carga homogénea y en el mercado abierto, eran inadecuados en razón de costos para movilizar la creciente cantidad de carga en el comercio mundial. Los avances tecnológicos hicieron posible el desarrollo de buques de mayor tonelaje y, al mismo tiempo, las facilidades para recibir y atender estos buques se fueron perfeccionando.

Para ilustrar algunas economías de escala, se dan a continuación algunas cifras:

—Costo de construcción de buques de carga a granel (en millones de dólares)

Tonelaje	1971	1974	1978
30.000 DWT	8.1	12.0	12.0
70.000 DWT	12.3	20.5	19.0
120.000 DWT	20.0	31.0	26.0

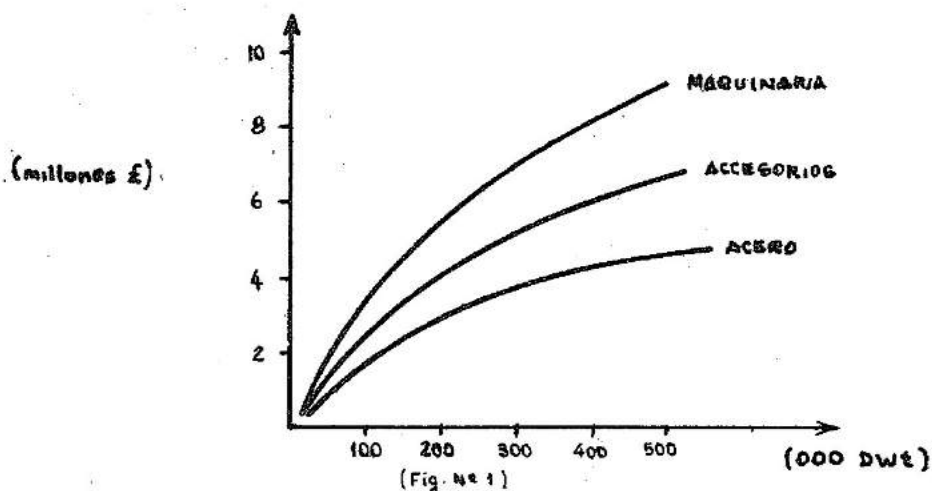
—Consumo de combustible (Ton/día)

Tonelaje	Maquinaria Diesel	Turbina vapor
35.000 DWT	55	85
50.000 DWT	63	95
75.000 DWT	80	115
100.000 DWT	100	140
150.000 DWT	130	170

—Estructura aproximada de costos (año 1974) por año (en libras esterlinas)

	40.000 DWT	125.000 DWT
Tripulación	121.200	130.000
Consumos, repuestos	30.100	46.800
Mantenimiento y reparación	31.700	60.100
Seguro	78.000	180.800
General	12.500	15.000
Inspecciones especiales	7.000	12.600
Capital	641.500	1.343.000

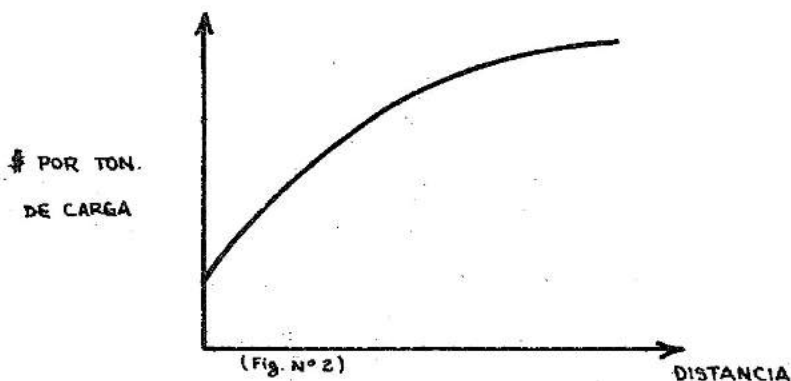
La figura Nº 1 da una indicación del aumento del costo de maquinaria, elementos accesorios (tuberías, bombas, etc.) y acero, los cuales no aumentan proporcionalmente con el tamaño del buque.



Para un tonelaje anual dado a ser transportado, siendo el viaje más largo, estas economías son mejor utilizadas; para una ruta determinada, mientras mayor es el tonelaje, los buques para transportarlo en la forma más económica serán también más grandes. Sin embargo, hay otros factores que imponen restricciones al uso de los buques más grandes que los puertos puedan recibir.

Por ejemplo, el mayor tiempo en puerto pone en desventaja al buque más grande por el tiempo empleado en las faenas de carga y/o descarga; las cantidades de stock de mercaderías, el valor de ellas y otros costos, deben ser considerados para encontrar el balance adecuado. Con productos de alto valor mayor será la desventaja, y el porte adecuado de buque para transportarlos será menor para reducir al mínimo el costo total del transporte.

La figura No 2 da una indicación del precio del flete, lo cual es generalmente representado por una curva que asciende en forma continua con la distancia a transportar, y con derivadas declinando.



Costos del buque (caso TRAMP).

Estos costos incluyen el costo de transporte y de terminales. Los costos de transporte son lo que ocurren cuando el buque se desplaza (ej. combustible), y los de terminal son aquéllos cuando el buque está en puerto, tales como tarifas de puerto y por manejo de carga.

La conversión de estos costos en sumas totales a costos por tonelada de carga en un caso específico, es efectuada con la ayuda de factores de eficiencia. Estos factores son, por ejemplo, velocidad, necesidad de efectuar parte de la travesía con lastre o no, la longitud del viaje, razón de carga en toneladas por NRT (tonelada de registro neto), tiempo inicial en puerto (demoras), razón de carga en toneladas por día. También se incluye la operación efectiva del buque durante el año, descartando del total el tiempo necesario para reparaciones o de para (laid-up) por falta de trabajo.

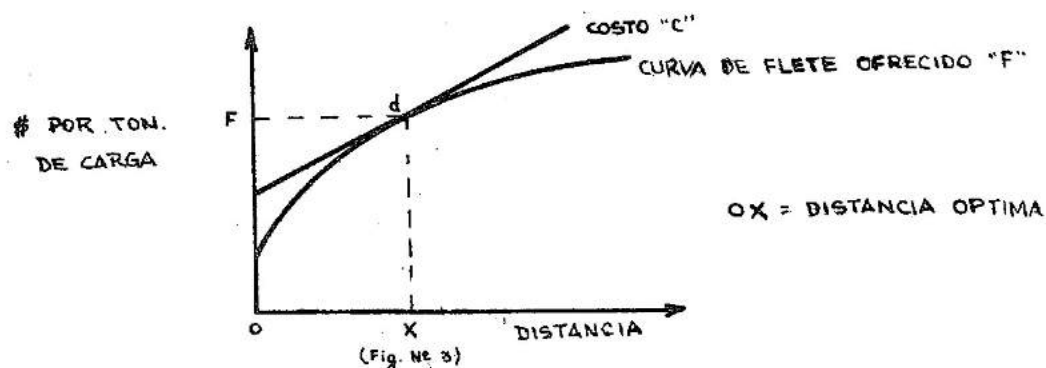
La estimada del costo en terminales, después de estas conversiones, será un costo por tonelada de carga y el costo de transporte resultará en un costo por tonelada/milla de la distancia a transportar. Si se combinan estas componentes, resultará una curva del tipo $y = a + bx$, que da una línea recta de las variaciones de costos del buque con distintas distancias.

La ganancia bruta está también incluida en el cálculo. Esta está indicada por $a_1 + b_1x$ y los costos de operación por $a_2 + b_2x$; por lo tanto, los costos totales del buque, $c = a_1 + a_2 + x(b_1 + b_2)$, $c = a + bx$, donde:

$$\begin{array}{l}
 a_1 = \text{elemento ganancia bruta} \\
 a_2 = \text{costos de operación} \\
 b_1 = \text{ganancia bruta} \\
 b_2 = \text{costos de operación} \\
 x = \text{distancia}
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l}
 \\
 \\
 \\
 \\
 \end{array} \right\} \begin{array}{l}
 \text{sección puerto} \\
 \\
 \text{sección transporte} \\
 \end{array}$$

Esta curva de costos varía con las condiciones predominantes del mercado, y en esta oportunidad su uso es sólo para demostrar cómo el armador selecciona para su buque la distancia que le da la ganancia óptima para cada situación del mercado.

En la figura N° 3, cuando la curva de costos de un buque por tonelada de carga sobre distintas distancias "c" se combina con la curva de fletes ofrecidos para transportar mercaderías a distintas distancias "f", la curva de costos tangente a la curva de flete en el punto d; este punto determina la distancia a la cual el buque logra la ganancia máxima y es la indicación para el armador para la contratación de su buque. A una distancia mayor o menor, la ganancia será menor por cuanto la curva de costos estará sobre los fletes ofrecidos; los buques, cuando



son diferentes, tendrán diferentes tangentes a esta curva y, consecuentemente, la distancia óptima será también diferente.

Para un mismo buque, la distancia óptima puede variar, ya que variaciones de costos formarán una curva distinta con su tangente en otro lugar. Supongamos que los costos en puerto son reducidos en a_2 (relacionado con a_2 , c. j. carga, descarga), sin afectar el tiempo en puerto; la ganancia bruta se incrementa por lo menos en la misma cantidad a_2 (a_1 y b_1 aumentan en la misma proporción "p").

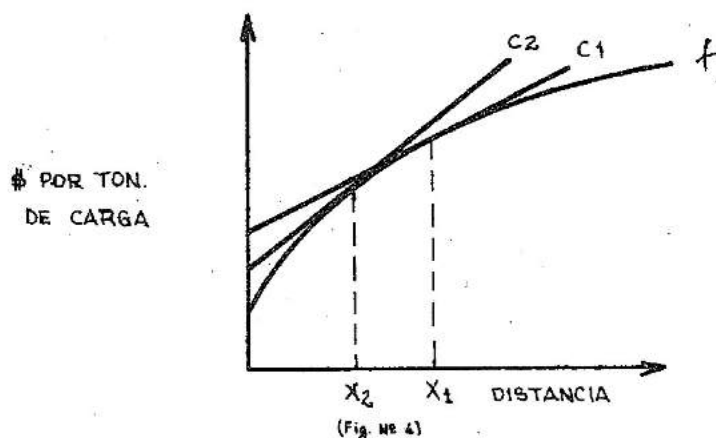
Por lo tanto,

$$c = a_1 + pa_1 + a_2 - a_{2_1} + (b_1 + pb_1 + b_2)x$$

$$c = a + pa_1 - a_{2_1} + (b + pb_1)x$$

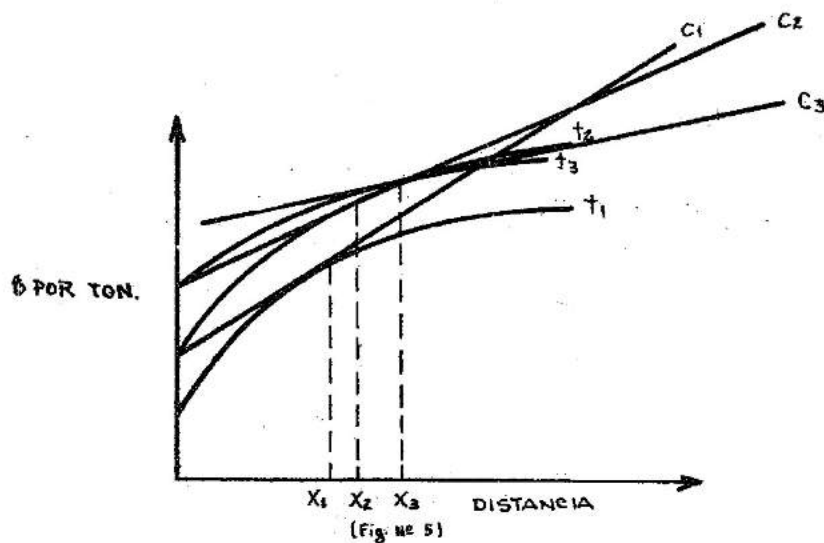
esto produce un aumento en la pendiente de la curva de costos y la distancia óptima disminuye para el mismo buque.

En forma similar, se puede demostrar que una reducción en los costos de operación de la sección transporte, sin afectar el tiempo, significará en que la distancia óptima será mayor (fig. 4).



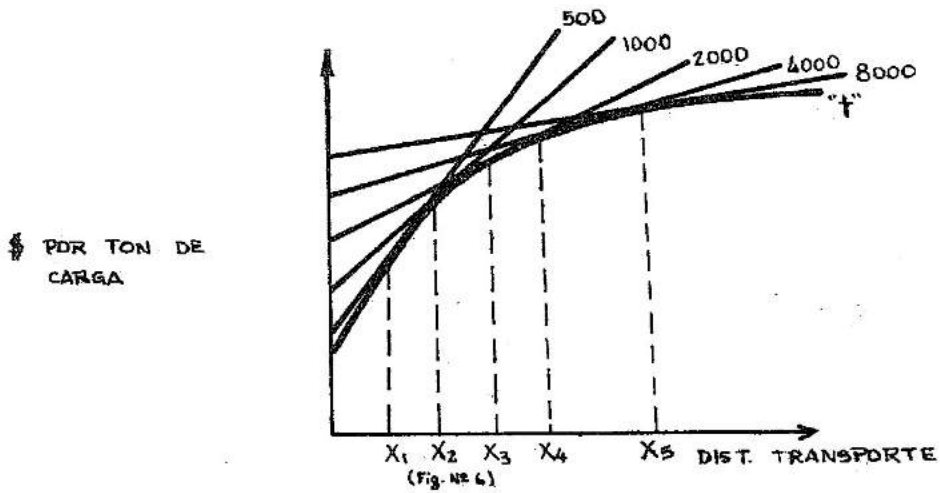
Los siguientes ejemplos muestran el efecto de algunos cambios en los costos operacionales, los que en este caso particular reducen la distancia óptima, considerando que la curva de fletes se mantiene constante: mayor consumo de combustible, mayor precio de combustible, menor velocidad, viajes en lastre mayores, menores costos en puertos, menores costos en manejo de la mercadería (carga), tiempo inicial en puerto reducido, mayor rapidez en las faenas de carga y/o descarga en toneladas por día.

La curva de fletes varía con diferentes mercaderías y, por lo tanto, la distancia óptima para un buque en el transporte de las diferentes cargas también variará. Los costos de transporte de cada una se pueden calcular conociendo el tiempo en puerto, la razón de carga en toneladas por día y los costos incurridos en estas faenas. La cantidad de carga en cada caso, es considerada de acuerdo a la cantidad que el buque puede transportar en cada caso. La figura 5 da una indicación sobre este particular.

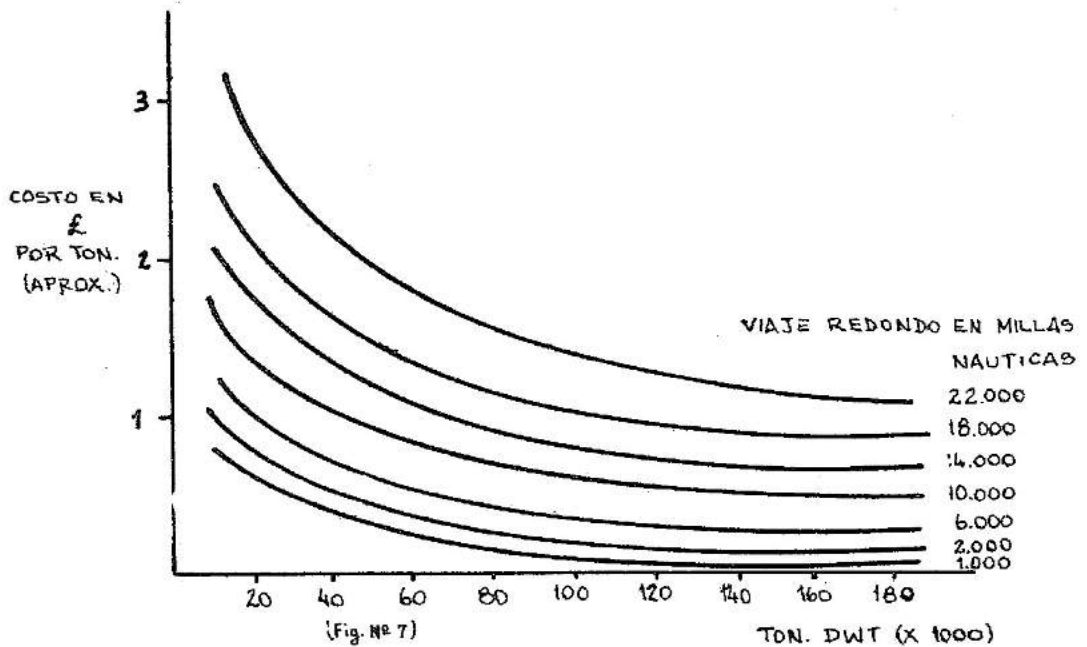


En atención a que cada cálculo es efectuado en forma independiente, la ganancia bruta puede variar de una curva de costo a otra. El armador tratará, por lo tanto, de transportar de las distintas ofertas aquella carga con la mayor ganancia por día y en la distancia correspondiente.

Hasta el momento la atención ha estado centrada en un buque; ahora se considerará un grupo de buques, cuyos armadores toman las decisiones independientemente los unos de los otros.



En la figura 6 las curvas de costo de diferentes buques han sido ploteadas; siendo el número de buques numeroso y con diferentes curvas para un mismo tipo de carga, la unión de los puntos de intersección más bajos nos dará, aproximadamente, la curva de fletes. De este gráfico se puede desprender que los buques de un mismo tipo, pero dis-



tintos tamaños, tienen una distancia óptima que aumenta con el tamaño del buque; también afecta en esta determinación el número de años que tiene el buque, la velocidad, maquinaria, diferencias en costos entre diferentes países y otros.

Del mismo modelo se puede apreciar que los costos de operación en el costo total declinan al aumentar el tamaño del buque. El punto de para del buque (laying-up), que por lo general se estima alrededor de un 40/o bajo los costos de operación, es alcanzado inicialmente por los buques más pequeños cuando el mercado de fletes está en depresión.

La figura N° 7 da una idea del efecto del tamaño del buque y su relación con el costo de transportar carga sobre diferentes distancias. En ella se indican los costos para el transporte de una tonelada a granel sobre distintas distancias por buques de diferentes tamaños.

Demanda para el transporte de carga.

Para el usuario del transporte, este hecho sólo constituye un elemento en una transacción comercial, la cual puede también incluir almacenaje, proceso de manufactura, distribución, ventas y otros; los costos del transporte son sólo uno dentro de sus costos totales. El armador, por la otra parte, cuenta solamente con un producto para vender, que aquí llamaremos espacio para carga, y todos los costos de su negocio deben cubrirse con esta venta (flete).

En esta sección veremos algunas relaciones importantes entre el precio del transporte por mar y aquellos factores que afectan la demanda del espacio para carga por parte del usuario.

Cuando la eficiencia del transporte sea la misma en cuanto a tamaños, velocidad y servicio, la elección estará determinada por los precios por tonelada de carga requeridos por cada armador. Cuando la elección es sobre dos puertos diferentes con igual eficiencia en el transporte, la decisión será comparando la suma de los costos totales de transporte en cada alternativa (sobre tierra, costos en puerto y flete).

Cuando las eficiencias de transporte son diferentes (velocidad, cuidado de la carga, cantidad de carga a embarcar), deben tomarse en consideración otros factores, tales como costo de almacenaje, riesgos, capital inmovilizado por tiempo más largo, etc. En este caso, el usuario no podrá tomar su decisión solamente por los costos del transporte de las diferentes alternativas y deberá considerar los efectos de los demás factores, sus costos e implicaciones. La finalidad del usuario, es que el costo total de su negocio por tonelada sea mínimo y no obtener el costo de transporte más bajo.

El usuario se puede encontrar en la situación de elegir entre efectuar un número reducido de grandes embarques o un número mayor de pequeños despachos. Sus costos, aparte del transporte mismo, serán afectados por esta elección.

Los costos más importantes que normalmente son tomados en consideración, son el interés en el capital inmovilizado y los costos de almacenaje.

El costo sobre capital inmovilizado se puede obtener de la siguiente fórmula; este costo, es por tonelada de producción anual

$$= \frac{1/2 Q_v \cdot V \cdot I}{Q_y}$$

El costo de almacenaje por tonelada de producción anual

$$= \frac{Q_v \cdot U \cdot K}{Q_y}$$

El costo total de estos dos elementos

$$C = \frac{Q_v}{Q_y} \left(UK + \frac{1}{2} VI \right)$$

en donde:

- Q_y = producción total del año
- Q_v = cantidad en toneladas en cada embarque de exportación o importación
- V = valor de la mercadería por tonelada.
- I = interés sobre el capital por año
- U = espacio para almacenaje en metros cuadrados por tonelada
- K = costo anual por metro cuadrado de espacio para almacenaje
- Y = precio por tonelada de carga que el usuario espera ofrecer para el transporte por mar por un embarque Q_v
- R = costo total por tonelada de carga

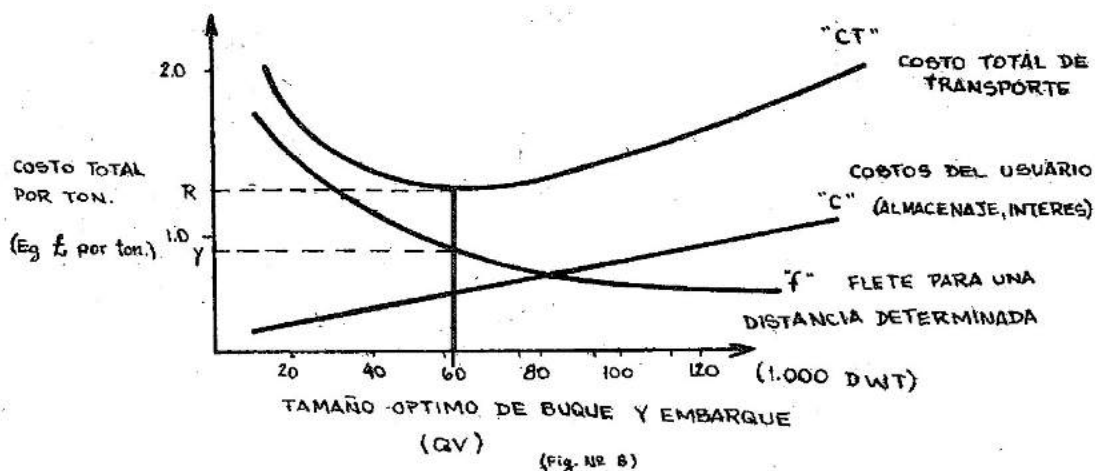
El costo de almacenaje de mercaderías aumenta en proporción directa al tamaño del embarque. Si solamente se consideraran estos costos, sería más económico el despacho de pequeños embarques a intervalos frecuentes, pero hay que considerar que el valor del flete varía con el tamaño del embarque. La suma de los costos de transporte y almacenaje será diferente por tonelada del producto con distintos embarques (Q_v).

El resultado más económico para el usuario se obtiene en el punto donde la suma de los costos está en su mínimo.

Otras consideraciones que el empresario (usuario) debe considerar, son la velocidad del transportador, regularidad, frecuencia y riesgo de daño, que también tienen influencia en los costos y pueden ser estimados.

De la misma figura N° 8, se puede apreciar que mientras más alto es el valor de la carga, mayor será la pendiente de la curva "c" y los embarques serán menores con un flete por tonelada más alto.

Si se considera la demanda de diferentes usuarios para un mismo tipo de carga, a la misma distancia y entre los mismos puertos, pero con distintas producciones anuales, se producirá una demanda colectiva que



contendrá una serie de distintos fletes con valores diferentes por tonelada en cada caso.

La demanda colectiva para el transporte de carga de gran valor por tonelada, está normalmente relacionada con embarques pequeños, tiempo de transporte corto, gran eficiencia en el cuidado de la carga por parte del transportador y una demanda estricta en la regularidad de los despachos.

Adecuación de facilidades en terminales.

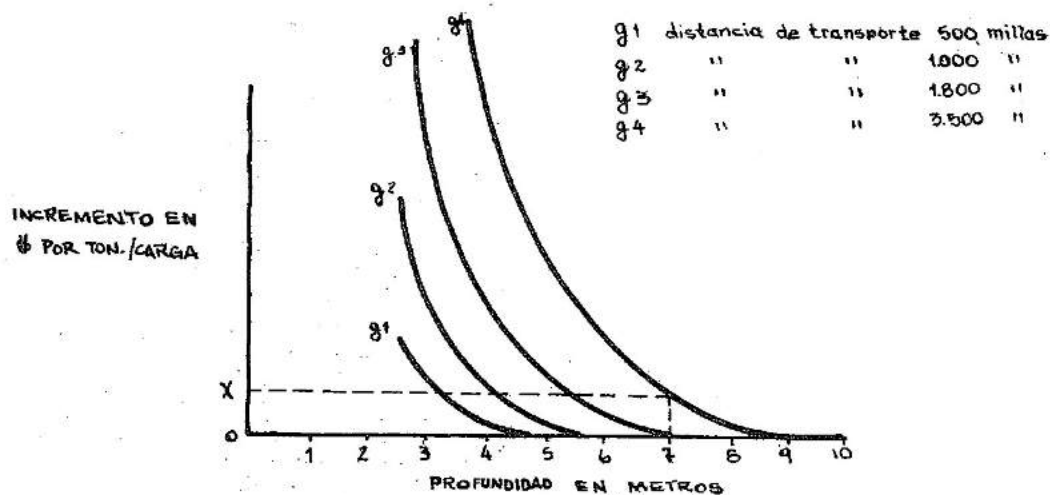
Cuando el volumen de carga, especialmente a granel (bulk), justifica la utilización de buques de mayor tonelaje y se pueden obtener las economías relacionadas con bajos fletes, es necesario considerar si los costos de ampliar, dragar cuando es necesario, y proveer las facilidades para atender estos buques son compensados con los beneficios que se obtienen con la participación de estos buques.

Varios puertos de Europa, especialmente aquéllos que movilizan minerales, han efectuado estos estudios determinando cuáles son los buques de mayor tonelaje que son convenientes en ese mercado particular y han adecuado sus facilidades para recibirlos; lo anterior está íntimamente relacionado con el volumen de importaciones y exportaciones y la distancia a que éstas son transportadas.

Otras limitaciones que restringen el tamaño de los buques, y en muchas ocasiones constituyen obstáculos para la utilización del buque apropiado, son las limitaciones de profundidad en algunas costas, canales, canales de acceso a bahías, etc. Los grandes canales como Panamá, Suez y Kiel, también tienen restricciones de profundidad e imponen limitaciones en el tamaño de los buques que por razones de comercio circulan por estos lugares.

Si los usuarios se ven obligados a usar buques más pequeños que el más económico para un determinado embarque, por razones de restricciones en la profundidad de los puertos, los fletes a pagar serán también más altos.

En la figura N° 9 se da una indicación de la cantidad adicional que habrá que cancelar por tonelada por restricciones en la utilización del buque adecuado.



(Fig. N° 9)

Por ejemplo, si a una distancia determinada en la cual se desea efectuar un embarque (g4) presenta al buque adecuado al de un tonelaje que requiere 10 metros de profundidad para ingresar a dicho puerto y el puerto sólo cuenta con 7 metros, "ox" será la cantidad extra por tonelada de carga que se deberá pagar al no ser posible la utilización del buque indicado. Esta cantidad extra puede ser calculada para una situación particular, y en el gráfico no se dan cifras en este caso.

Lo expuesto en esta síntesis da una idea de los factores determinantes del buque más apropiado en distintas situaciones, el cual es afectado por el volumen de la carga (ton), el valor de la carga y la distancia a ser transportada.

Es de especial importancia adaptar las facilidades portuarias y el acceso cuando es necesario, para poder usar las ventajas y economías que proporcionan los buques de mayor tamaño, los cuales son numerosos en el mercado naviero actual.

REFERENCIAS:

Textos:

- 1) Supply and Demand of Water Transport. Thomas Thorburn.
The Business Research Institute at the Stockholm School of Economics (FFI),
1960.
- 2) Engineering Economics and Ships Design. I.L. Buxton.
British Ship Research Association, Julio 1976 (Great Britain).
- 3) Shipping Economics. S.G. Sturmev.
The Macmillan Press Ltd. 1979 (Great Britain).

Artículos:

- 1) A Theory of Optimun Ship Size. P. Kendall.
Journal of Transport Economics and Policy, Mayo 1972 (Great Britain).
- 2) Optimun Size of Ore Carriers. D.G. Nijman.
Journal of the Iron and Steel Institute, Noviembre 1976 (Great Britain).

