



Facultad de Ingeniería / Universidad Nacional de La Plata



ANÁLISIS DE LAS TERMINALES DE GRANELES SÓLIDOS

UIDIC- Área transporte

Coordinador: Peralta, Ignacio

Autores: Amieva, Juan Francisco
Campañaro, Charo

Junio de 2016

UIDIC – Unidad de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Civil. Área
transporte - Calle 1 y 47, La Plata - Tel / Fax (0221) 423 6687 interno 3421
uidic@ing.unlp.edu.ar– uidic.transporte.unlp@gmail.com

CONTENIDO	
INTRODUCCIÓN.....	2
ANÁLISIS GLOBAL DE LAS TERMINALES DE GRANELES SÓLIDOS.....	2
I. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y SU ROL EN LA DEFINICIÓN DE LAS ZONAS DE INFLUENCIA:..	4
II. CAPACIDAD OPERATIVA Y SU RELACIÓN CON LOS FLUJOS.....	7
ANÁLISIS DE LOS PRODUCTOS A MANIPULAR EN LA TERMINAL.....	9
ANÁLISIS DE LA TERMINAL POR SUBSISTEMAS.....	10
1. SUBSISTEMA ATRAQUE:.....	13
I. FACTORES QUE EXPLICAN LA CAPACIDAD	13
II. FACTORES QUE EXPLICAN LA DEMANDA O LOS REQUERIMIENTOS.....	14
2. SUBSISTEMA CARGA-DESCARGA:.....	15
I. FACTORES QUE EXPLICAN LA CAPACIDAD	16
II. FACTORES QUE EXPLICAN LA DEMANDA O LOS REQUERIMIENTOS.....	17
3. SUBSISTEMA DE TRANSPORTE INTERNO	18
I. FACTORES QUE EXPLICAN LA CAPACIDAD	19
II. FACTORES QUE EXPLICAN LA DEMANDA O LOS REQUERIMIENTOS.....	20
4. SUBSISTEMA ALMACENAMIENTO.....	21
I. FACTORES QUE EXPLICAN LA CAPACIDAD	22
II. FACTORES QUE EXPLICAN LA DEMANDA O LOS REQUERIMIENTOS.....	23
5. SUBSISTEMA RECEPCIÓN-ENTREGA.....	24
I. FACTORES QUE EXPLICAN LA CAPACIDAD	25
II. FACTORES QUE EXPLICAN LA DEMANDA O LOS REQUERIMIENTOS.....	26
CONCLUSIÓN.....	27
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	29
	1



INTRODUCCIÓN

En este documento se analizará acerca de cómo funcionan las terminales de graneles sólidos, también, en este análisis se estudia acerca de qué variables son determinantes para juzgar la capacidad, la eficiencia operativa y la utilización de una terminal portuaria de graneles sólidos.

En cuanto a los graneles sólidos, se presenta una diversidad de tipos de ellos, lo cual implica que se deba dedicar una sección del trabajo a explicar qué factores respecto al producto a manipular se consideran importantes resaltar para comprender los requerimientos que le impone a la terminal.

El trabajo, plantea inicialmente un análisis global de las terminales de graneles sólidos, analizando a las mismas respecto a su interacción con el entorno. Luego, continúa explicando cómo es posible modelar a una terminal como un sistema compuesto por subsistemas, y profundiza en el análisis de los mismos, explicando que elementos físicos e infraestructuras los componen, y detallando la función principal que le corresponde a cada uno. A partir de esta base, se analiza cada subsistema a través de dos tipos de factores: los que explican la capacidad y los que explican la demanda o los requerimientos.

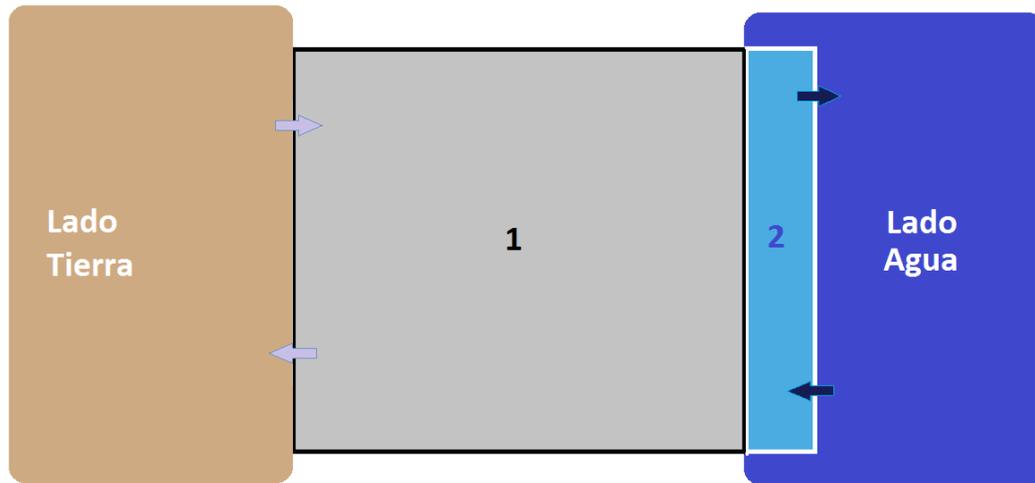
ANÁLISIS GLOBAL DE LAS TERMINALES DE GRANELES SÓLIDOS

En esta sección se analiza a la terminal desde un enfoque global, se estudian las variables que resultan importantes para definir el funcionamiento de la misma en interacción con otros actores involucrados.



Se trata a la terminal como si fuese una “caja negra” en la cual entran y se despachan cargas tanto por el lado agua como por el lado tierra a continuación se muestra una imagen explicativa:

Imagen 2: Diagrama de conceptualización del sistema terminal y sus lados limítrofes



Referencias:

- ➡ Interacción Terminal- Lado Agua
- ➡ Interacción Terminal- Lado Tierra
- 1 + 2: Sistema Terminal ("Caja Negra")

Fuente: Elaboración Propia

Este análisis busca no dejar de lado la interacción que la terminal tiene con los distintos actores involucrados y a la vez intentar evaluar su eficiencia para con los mismos. Comprender los orígenes y destinos de las cargas que manipula la terminal para conocer sus zonas de influencia también resulta indispensable. Es decir lo que se pretende es brindar un marco para estudiar las terminales inmersas en un contexto particular el cual define un sistema mayor dentro del que estas son una parte componente. Es por eso que aquí se intentarán ampliar factores que expliquen la interacción y relación que las terminales tienen con su contexto y ambiente circundante. A



continuación se plantean dos análisis fuertemente vinculados que explican la forma propuesta para analizar el funcionamiento global de la terminal:

I. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y SU ROL EN LA DEFINICIÓN DE LAS ZONAS DE INFLUENCIA:

La localización geográfica de la terminal es uno de los factores que definen su capacidad. Este factor explica muchas relaciones que la terminal tiene con las distintas demandas y actores que se involucran en su funcionamiento. Permite definir cuál es la zona de influencia con que cuenta la terminal tanto en el lado agua como en el lado tierra, es decir define el área con la cual la terminal encuentra factible interactuar por distintos motivos.

Para comprender la **zona de influencia** de la terminal en el **lado agua** se deben analizar dos aspectos. Por un lado es importante la geografía del lugar donde está localizada la terminal y de las vías navegables que brindan acceso a la misma para poder conocer las características físicas de las embarcaciones que admite la terminal. Por otro lado, se debe tener presente un actor fundamental que está involucrado en el estudio de las terminales: las líneas navieras encargadas del transporte. Este actor, quizás en el caso de las demandas de transporte fluvial no tenga tanto poder, pero en el caso marítimo es un actor que podría determinar la competitividad de una terminal. Esto es ya que el sector de las líneas navieras ha ido concentrándose de una manera sustancial con lo cual su poder de mercado es muy grande. Sumado a esto, las barreras de entrada de este sector son muy altas. Entre uno de los posibles factores que explican estas altas barreras se puede considerar las inversiones (muy altas) que requieren dichas empresas. Por lo tanto, si una terminal está localizada en un sitio que no está conectado con ninguna línea regular de ninguna compañía naviera especializada en el tipo de cargas que manipula dicha terminal, esto, implicaría que la terminal podría no tener utilidad ya que quizás no se pueda conectar por la vía acuática con otra terminal, a no ser que se disponga de un buque fuera de línea dedicado para un tráfico excepcional.



Respecto a la **zona de influencia** de la terminal en el **lado tierra** hay varios factores que cobran importancia para su definición. Entre estos se encuentran los siguientes:

1. Vías involucradas en el transporte: Se considera importante conocer la cantidad de accesos que presenta la terminal para cada modo de transporte. También conocer las características de las vías terrestres permitiría comprender con mayor precisión la zona de influencia, detallando el trazado con que se conecta cada acceso de cada modo de transporte, determinando las distancias que conecta cada vía de ese trazado con la terminal y principalmente explicitando qué lugares con actividad logística se involucran mediante cada tipo de vía (es decir mediante las vías ferroviarias, viales y mediante los medios continuos como por ejemplo las cintas transportadoras, en el caso que existan). Definir la capacidad de la infraestructura de transporte para permitir la utilización de la misma por cada uno de los modos es algo que es considerado de relevancia. En el caso concreto de las vías ferroviarias conocer la cantidad de ramales y el número de vagones que pueden admitir. Para el transporte carretero comprender la traza vial, analizando el número de viales involucrados en la misma, las distancias conectadas por cada uno de ellos y el número de carriles pueden permitir comprender la capacidad de dichos viales. En el caso del transporte por medios continuos, conocer la velocidad y dimensiones de los mismos, para comprender el volumen que pueden movilizar por unidad de tiempo.

Pero, esto no resultaría suficiente para comprender la zona de influencia ya que se puede disponer de una vía ferroviaria por ejemplo donde no haya trenes de carga y que dicha vía conecte la terminal con centros logísticos importantes por lo cual estudiar simplemente las vías no parece ser suficiente. Por lo tanto se deben estudiar los modos de transporte involucrados en cada vía, lo cual se realiza en el siguiente paso del análisis.



2. Modos de transporte involucrados: Para comprender cómo complementaría este factor a la definición de la zona de influencia se deberían estudiar, inicialmente, los modos de transporte presentes, luego definir la frecuencia con que se aproximan las unidades de cada uno de ellos, también es interesante saber si hay líneas regulares establecidas o si cada modo responde a las demandas que surgen en cada momento. Por otro lado se debería comprender la cantidad o el volumen que se puede transportar por cada modo en cada operación de transporte. El tiempo que se demora cada modo y su carácter errático o no (confiabilidad) ya que esto puede definir la viabilidad de determinados tráficos. También se deberían tener en cuenta las distancias y lugares geográficos que conecta cada modo ya que quizás no se dispone de empresas encargadas de realizar el transporte en determinados tramos. Por último surgen las siguientes inquietudes: ¿Qué papel podrían cumplir los tipos de producto manipulados a la hora de definir la zona de influencia? ¿Influye el tipo de producto en la selección modal?
3. Productos involucrados: Los productos que están implicados en cada transporte particular que se requiere podrían definir la selección del modo de transporte, los mismos pueden requerir un transporte más veloz y una entrega más exacta (por requerimientos tácticos de un productor o comerciante) y esto quizás puede implicar que el transporte sea efectuado en un caso particular por camión en lugar de por tren por ejemplo, pero también los volúmenes y el valor de los productos que se manipulan se considera que influyen en la selección del modo. Por lo tanto, el producto transportado, debido a sus características y sus requerimientos es el que terminaría de definir (junto con los dos factores previos) la zona de influencia de una terminal en el lado tierra.



Aclaración: El análisis previamente planteado brinda un marco conceptual para el estudio de la zona de influencia de una terminal sin tener en cuenta la presencia de otras terminales que “compiten” con ella en la misma zona de influencia, es decir, en la realidad, es muy frecuente que se solapen zonas de influencia de dos o más terminales tanto en el lado tierra como en el lado agua. Para que el previo análisis no quede obsoleto y remarcar las ventajas del mismo se debe resaltar que a partir de este se pueden caracterizar todas las terminales que se quieran estudiar y de esta manera brindar una base que permita comparar a las distintas terminales.

II. CAPACIDAD OPERATIVA Y SU RELACIÓN CON LOS FLUJOS

El volumen que puede movilizar una terminal en determinado intervalo de tiempo se considera que depende de algunos aspectos acerca de los cuales es interesante profundizar el análisis.

Un aspecto importante que se debe conocer es la capacidad con que cuenta la terminal en términos de infraestructura disponible y su configuración, equipos disponibles y el modo de operación que lleva a cabo como por ejemplo secuencia de manipulación de los distintos productos, forma en que se efectúan las limpiezas necesarias en las instalaciones, entre otros. Los factores referidos a las condiciones de infraestructura y de equipos son considerados rígidos, ya que modificarlos implicaría una inversión considerable que quizás requiere un análisis de viabilidad al respecto. Por otro lado, el modo de operación puede llegar a presentar una facilidad mayor para ser modificado ya que, en caso de requerir una inversión, la misma no sería del mismo monto que una en infraestructura o en equipos y además el tiempo en realizar la modificación puede ser mucho menor (aunque se deberían considerar posibles tiempos de aprendizaje del personal a los



nuevos procedimientos adoptados). Por lo tanto, debido a la justificación previa, se plantea como hipótesis que la capacidad estructural con que cuenta una terminal es “fija” en el corto plazo. Si bien se consideró que modificar los modos de operación presenta una simplicidad mayor respecto a la modificación de la capacidad estructural, se considera que a la hora de estudiar una terminal, el modo de operación, en base a la capacidad estructural que presenta la misma, define la capacidad operativa con que cuenta la terminal. La capacidad operativa será estudiada con mayor profundidad en el análisis de la terminal por subsistemas.

La capacidad operativa de la terminal en un momento determinado, con una capacidad estructural definida y con un modo de operar adoptado en dicho momento determina la cantidad de volumen que la terminal puede admitir. Dicha capacidad plantea límites a la demanda que puede recibir de cada tipo de producto en un determinado intervalo de tiempo. Lo que es importante destacar es que dicha capacidad no tendría relevancia si se la estudia aislada de las demandas que la terminal presenta. Si se agrega al análisis el estudio de los volúmenes y los tiempos con que los mismos entran y salen por ambos lados de la terminal puede entenderse que la terminal puede manipular distintos volúmenes en un mismo intervalo de tiempo dependiendo de cómo sean las solicitudes a la misma (dentro de los límites operativos que presenta, como también respetando la capacidad de sus accesos por el lado tierra y agua como se explicó previamente). Entonces, en base a esto, se puede destacar que los ritmos con que entran y salen volúmenes de los distintos productos de la terminal definirán la rotación de los mismos a través de la terminal, es decir su tiempo de permanencia. Por lo tanto, a mayor rotación, menor tiempo de permanencia, y la terminal podrá manipular un mayor volumen en un intervalo de tiempo definido.

Se puede ahondar más en el análisis y comenzar a comprender otras variables que cobran importancia para diagnosticar con exactitud el funcionamiento de una terminal y las características de la misma que explican



dicho funcionamiento. Es importante conocer en qué sentido predomina el flujo de la terminal, si es en el sentido lado agua- lado tierra o en el inverso. Estudiar el sentido de los flujos brinda información respecto a la zona de influencia que se analizó con detalle previamente, ya que se puede conocer los requerimientos de dichas zonas y conocer con profundidad el sentido de su demanda. También se puede estudiar el flujo que presenta la terminal discriminando por tipo de producto, o por modo de transporte seleccionado. Esto último permitiría ampliar el conocimiento de la interacción que presenta la terminal con respecto a sus zonas de influencia.

ANÁLISIS DE LOS PRODUCTOS A MANIPULAR EN LA TERMINAL

Los productos que manipula una terminal de graneles sólidos pueden ser clasificados en distintas categorías, entre ellos se encuentran los de origen mineral, los fertilizantes, los hidrocarburos (carbón), materiales de construcción como el cemento, y los agrograneles, entre otros. Debido a la variedad que presentan los mismos, se debe analizar las características que los mismos poseen y cuáles de ellas resultan relevantes para el trabajo que se está realizando. Se considera importante conocer la posibilidad que tiene un tipo de granel determinado para contaminar el ambiente, ya que esto puede implicar determinadas operaciones particulares debido a dichas características. Por otro lado, también es relevante conocer la posibilidad que presenta un tipo de granel particular para ensuciar las instalaciones y equipos que se utilizan para su manipulación ya que esto puede implicar que se deban limpiar dichas instalaciones y equipos para evitar la contaminación hacia otras cargas manipuladas por estos elementos. Otro factor a comprender es la posibilidad de ser contaminado que presenta un tipo de granel, y si es posible que debido a esa posible contaminación, dicho granel pueda perder

9



potencialmente su valor. Las características previamente citadas, permiten comprender la compatibilidad que presenta un granel específico para compartir instalaciones con otro tipo de graneles, también permite comprender los cuidados ambientales que se deben tomar para manejar los riesgos que el mismo pueda llegar a presentar en su manipulación. Conocer la posibilidad de dispersión de los graneles resulta interesante desde el punto de vista de analizar los riesgos ambientales y/o para la seguridad de las personas, que puede presentar el mismo.

Por otro lado, las características que definen la compactibilidad y la densidad de un granel resultan muy importantes para conocer el peso que ocupa un volumen determinado del mismo. Esto permite conocer los requisitos que imponen a los elementos de que dispone una terminal en particular para su manejo.

En cuanto a la mayoría de los graneles sólidos, suelen compartir la característica de poseer un bajo valor unitario por lo tanto, el volumen movilizado de los mismos suele ser elevado. Conocer el valor de cada tipo de granel es importante para comprender la operación que el mismo requiere en su paso por la terminal.

ANÁLISIS DE LA TERMINAL POR SUBSISTEMAS

Se entiende por terminal portuaria, aquellas instalaciones portuarias que constituyen la interfase entre los diferentes modos de transporte, permitiendo la transferencia de la carga entre el buque y el camión, o ferrocarril, tubería, buque feeder o barcaza y viceversa. (González Cancelas, 2007). Se considera que una terminal portuaria por las características que expresa su definición previamente citada se puede modelar como un sistema. Este sistema interactúa con otros adyacentes a la misma. Cada uno de los modos de transporte que se aproximan a la terminal y operan en ella son



considerados sistemas, entre los que se encuentran el sistema buque – vías navegables, camión-viales y tren- vías ferroviarias.

El sistema terminal está compuesto por subsistemas, y se realizará el estudio de la terminal mediante el análisis específico de cada uno ellos. Un subsistema es un conjunto de elementos físicos que ejecuta determinadas funciones e interactúa con otros subsistemas componentes del sistema terminal. La interacción entre cada uno de los subsistemas permite lograr que la terminal opere correctamente, atendiendo las distintas demandas que se presentan. Al ser un sistema integrado, la capacidad del mismo queda definida por el componente (subsistema) de menor capacidad (debido a que dicho subsistema representa el cuello de botella de la terminal). Es decir no se puede juzgar como correcto funcionamiento el hecho de que un subsistema presente muy buena operatoria si hay otro que presenta deficiencias importantes. También es destacable que, los límites de sus distintos componentes (subsistemas) pueden tornarse un poco difusos en algunos casos, por lo tanto deben ser bien definidos.

En esta sección se realiza un análisis de cada uno de los subsistemas, comenzando dicho análisis con una definición de los mismos, y continuando con una descripción y explicación de dos tipos de factores: Los factores que explican la capacidad del subsistema y los factores que explican los requerimientos o la demanda del subsistema.

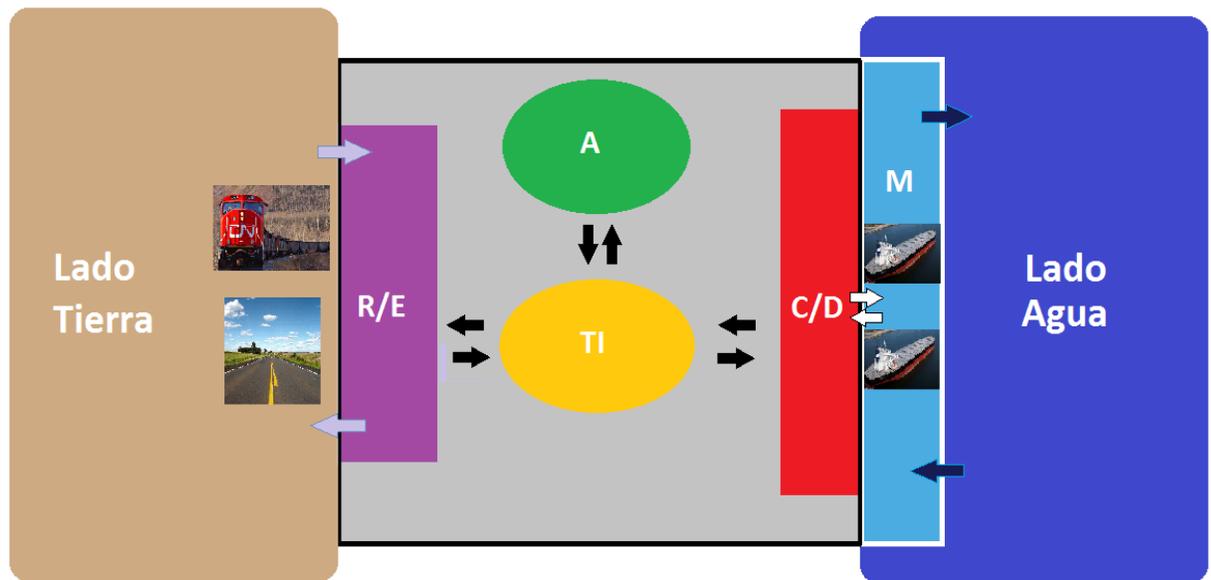
Brevemente se detallan cada uno de los subsistemas que conforman el sistema terminal:

- Subsistema Muelle (M)
- Subsistema Carga-Descarga (C/D)
- Subsistema Transporte Interno (TI)
- Subsistema Almacenamiento (A)
- Subsistema Recepción-Entrega (R/E)



Previo a la explicación de cada subsistema se presenta una imagen que intenta mostrar conceptualmente como interaccionan los diferentes subsistemas entre sí y a su vez estos con su entorno. A continuación se expone dicha imagen:

Imagen 2: Diagrama de interacción entre subsistemas y entre la terminal y el entorno a la misma.



Referencias:

- ➡ Interacción entre Subsistemas
- ➡ Interacción Terminal- Lado Agua
- ➡ Interacción Terminal- Lado Tierra
- R/E: Subsistema Recepción- Entrega
- C/D: Subsistema Carga- Descarga
- M: Subsistema Muelle
- TI: Subsistema Transporte Interno
- A: Subsistema Almacenamiento
- ☐ + M: Sistema terminal

Fuente: Elaboración Propia



A continuación se comienza a realizar el análisis pertinente para cada uno de los subsistemas:

1. SUBSISTEMA ATRAQUE:

Este subsistema tiene como función recibir a las embarcaciones que se aproximan a la terminal. Dicha recepción también es coordinada por este subsistema, por lo que el mismo debe comunicarse con las embarcaciones y pactar un horario y fecha para recibir a las naves.

Para llevar a cabo su función cuenta con infraestructura de muelle, con sistemas de defensa para proteger a dicha infraestructura de los posibles impactos que puedan sufrir por parte de las embarcaciones y con el espacio físico destinado al reposo de las naves. Dicho espacio consiste en un área determinada de agua, contigua al muelle y que permite un atraque adecuado de los buques.

Para explicar correctamente al subsistema se amplían dos categorías de factores:

I. FACTORES QUE EXPLICAN LA CAPACIDAD

Entre estos se distinguen a los siguientes como los factores más importantes:

- A. Dimensiones Físicas del muelle:** Se debe conocer la longitud del muelle y la profundidad de la zona de atraque. La importancia de conocer estas características radica en que permite conocer la capacidad que tiene este subsistema para recibir embarcaciones, definiendo el tipo y características de las embarcaciones que se pueden recibir. Definir la profundidad del área de atraque sirve para determinar el calado máximo admisible, mientras que, conocer la longitud del muelle permite definir la máxima eslora admisible y la cantidad de embarcaciones que son admitidas simultáneamente en dicha zona.



- B. Criterio de selección de los buques:** Detallar y estudiar el criterio adoptado para seleccionar los buques permite implorar en el análisis de los rendimientos que pueda presentar el subsistema. Dependiendo del criterio de selección de los buques (particularmente definiendo la secuencia adoptada para la recepción de los mismos) podrían programarse de distinto modo las actividades en el resto de los subsistemas de la terminal y esto implicar distintos tiempos de estadía de los buques en la misma.
- C. Capacidad Subsistema Carga-Descarga:** Debido a la inmediata vinculación que este subsistema tiene con el que se está analizando en esta sección es relevante profundizar en el análisis de este factor. Se considera que se podría presentar una alta relación entre los tiempos de plancha (tiempos de estadía de los buques en el subsistema atraque) y la capacidad del subsistema carga-descarga para retirar o introducir carga en los buques ya que una vez que se efectúan las operaciones de carga o descarga de los mismos, es probable que los mismos continúen rumbo a su próximo destino. Por lo tanto se plantea como hipótesis que a mayores capacidades del subsistema carga descarga se podría obtener mayores capacidades para este subsistema, presentando mayor disponibilidad para atender a nuevos buques.

II. FACTORES QUE EXPLICAN LA DEMANDA O LOS REQUERIMIENTOS

Entre esta categoría de factores se distingue principalmente a los siguientes:

- A. Dimensiones de los buques:** Es importante conocer tanto el calado como la eslora de los buques. En cuanto al calado, su definición permite conocer los requerimientos en términos de profundidad que enfrenta la zona de atraque. La eslora de los buques sirve para definir la ocupación del muelle que generará cada embarcación, conocer el número de embarcaciones que se presentan



simultáneamente y el tipo de cada una de ellas permite comprender la ocupación del subsistema a lo largo del tiempo.

B. Tiempos de Plancha (estadía) y horario y fecha de recepción de la embarcación: Para complementar lo explicado respecto a la utilización del muelle es relevante comprender el tiempo que permanece cada buque en el subsistema. Este factor permite explicar no solo la utilización espacial del muelle sino que también permite definir la ocupación temporal del mismo. Conociendo el horario y la fecha en que se recibe la embarcación, es posible conocer la evolución de dicha ocupación a lo largo del tiempo. Por otro lado, se puede profundizar el análisis definiendo la frecuencia con que los distintos tipos de buques se aproximan a la terminal con el fin de conocer la distribución de tamaños de buques que ocupan el subsistema a lo largo del tiempo.

2. SUBSISTEMA CARGA-DESCARGA:

El subsistema carga- descarga es el que tiene como función principal cargar y descargar a las embarcaciones que se aproximan con carga a la terminal. Se pueden encontrar diversos tipos de equipos e infraestructuras formando parte de este subsistema, con el motivo de efectuar siempre la misma función principal. Su interacción principalmente ocurre con el subsistema atraque y con el subsistema transporte interno. En algunos casos puede ocurrir que el subsistema carga-descarga este directamente conectado con el subsistema almacenamiento.

Se amplían a continuación los dos tipos de factores que explican en detalle el funcionamiento del subsistema:



I. FACTORES QUE EXPLICAN LA CAPACIDAD

Entre este tipo de factores se destacan los siguientes:

- A. Cantidad y características de los medios de manipulación:** Los equipos y/o las instalaciones que se encargan de realizar la carga y la descarga de los buques constituyen los elementos esenciales para que el subsistema pueda cumplir con su función. Por lo tanto, sus características sirven para comprender la capacidad que tiene cada uno de ellos, de esta manera, conociendo también la cantidad de ellos se podría en gran medida conocer la capacidad del subsistema en cuestión.

Se puede clasificar a los medios de manipulación entre continuos y discontinuos. A la hora de conocer la capacidad teórica con que cuentan los medios discontinuos se debe conocer el volumen que pueden movilizar de cada producto por manipulación, el número de manipulaciones requeridas para movilizar un volumen determinado desde o hacia una embarcación y el tiempo incurrido en cada manipulación efectuada. Respecto a los medios de manipulación continuos, para conocer la capacidad teórica que tienen los mismos para manipular un volumen particular de un producto específico en un determinado intervalo de tiempo se debería comprender las dimensiones de dichos medios, el volumen que admiten, la velocidad del sistema para manipular la carga y la capacidad estructural con que cuenta para admitir un peso máximo. La cantidad de cada uno de los medios de manipulación permite aglomerar el análisis parcial de estos para estudiar la capacidad total teórica del subsistema, definiendo como capacidad total teórica a la suma de las capacidades de cada medio de manipulación particular.

- B. Modo de operación seleccionado:** Además de los medios de manipulación se destaca la importancia del modo de operación seleccionado. Se considera que los criterios seleccionados para definir la secuencia con que se atienden las distintas cargas permitiría evidenciar diferentes rendimientos debido a que sería posible



programar las operaciones que componen cada modo de operación de maneras alternativas, debido a que cada operación implica un tiempo determinado, si se programan de distintas formas las mismas, se podrán observar diferentes tiempos para efectuar una manipulación de una carga específica. También hay que resaltar la importancia que podrían llegar a tener aquellas operaciones adicionales como por ejemplo aquellas destinadas al reacomodo de los acopios y la programación de las mismas en el rendimiento del subsistema, en cuanto a esto, se puede comprender que en general dichas operaciones podrían responder a las necesidades que presentan los distintos medios de manipulación. Cada uno de ellos puede llegar a requerir distinto tipo de operaciones adicionales y también su programación o su forma de llevarse a cabo puede definir rendimientos diferentes. Por lo tanto se resalta como hipótesis que el modo en que se opera el subsistema podría determinar distintas capacidades del mismo.

- C. Destino u origen carga a cargar o descargar:** El origen o destino (interiores a la terminal) de cada carga que debe cargarse o descargarse de una embarcación influye en definir la capacidad del subsistema ya que para un mismo medio de manipulación cuando mayor sea la distancia a que debe mover la carga mayor es el tiempo que debe invertir en dicha manipulación.
- D. Tiempos muertos:** Este factor completa el análisis respecto a la capacidad con que cuenta el subsistema ya que consiste en los tiempos en los que no se está manipulando carga o aquellos tiempos en que la carga se reacomoda, que no constituyen la carga o descarga específica de una embarcación pero que inevitablemente existen y por eso no permiten obtener una capacidad teórica, sino, que explican la capacidad real.

II. FACTORES QUE EXPLICAN LA DEMANDA O LOS REQUERIMIENTOS

Se destacan los siguientes factores:

17



A. Volumen y tipo de producto a cargar-descargar: Según el tipo de producto y el volumen de cada tipo presente una embarcación (o que requiera cargar) serán los requerimientos que enfrente el subsistema carga-descarga. Los distintos productos pueden presentar distintas densidades y compactibilidades, por lo tanto el peso de un mismo volumen de dos productos distintos puede ser diferente. Por otro lado, el volumen a manipular por un subsistema impone requerimientos de tiempos de ocupación, ya que definida la capacidad con que cuenta el mismo, un volumen determinado le impone un tiempo manipulación requerido.

B. Horario y fecha de recepción de las embarcaciones y tiempo de ocupación: El horario y la fecha en que se reciben las embarcaciones permite definir cómo evoluciona la utilización del subsistema a lo largo del tiempo. Se puede definir cómo evolucionan los requerimientos impuestos al mismo en términos de los volúmenes que debe manipular de cada producto. El tiempo de ocupación de cada volumen de cada producto define la utilización temporal impuesta por dicho producto a lo largo del tiempo, y por otro lado, también es importante determinar la utilización que genera en cuanto a la cantidad de medios de manipulación, cada volumen de cada tipo de producto a lo largo del tiempo.

3. SUBSISTEMA DE TRANSPORTE INTERNO

Este subsistema se encarga de realizar los transportes de la carga dentro de la terminal, entre los distintos subsistemas que conforman a la misma. De esta manera, satisface diferentes demandas que le imponen los demás subsistemas.

Los medios de manipulación que utiliza este subsistema pueden ser continuos o discontinuos. En cuanto a su delimitación dentro de la terminal se contempla como parte del mismo desde el punto donde se recolecta la carga hasta el punto donde se descarga



la misma, incluyendo aquellas posibles operaciones adicionales para cargar o descargar los medios de manipulación del subsistema.

I. FACTORES QUE EXPLICAN LA CAPACIDAD

A continuación se amplían los siguientes factores considerados relevantes para definir la capacidad con que cuenta este subsistema:

- A. **Volumen admisible por manipulación:** Para los medios de manipulación discontinuos es importante definir el volumen que pueden movilizar en cada manipulación, de esta forma se puede definir el número total de manipulaciones que se requieren en el caso de utilizar dicho medio para movilizar un volumen definido en un trayecto particular. En el caso de medios continuos no efectúan manipulaciones unitarias justamente por su carácter de continuos, por lo tanto en este caso es importante determinar el volumen que pueden movilizar en un determinado intervalo de tiempo.
- B. **Tiempo incurrido en cada manipulación:** En el caso de los medios discontinuos también se debe definir el tiempo que insume cada manipulación para conocer, junto con el número total de manipulaciones, el tiempo total que le implica a un medio en particular movilizar una carga determinada.
- C. **Frecuencia con que se aproxima el medio de manipulación:** En el caso de los medios discontinuos toma relevancia conocer la frecuencia con que se pueden aproximar a un punto particular cuando se los encuentra comprometidos en realizar una operación de transporte específica en un trayecto. De este modo se puede comprender cuantas veces se dispone de dicho medio para efectuar el transporte a lo largo de un intervalo de tiempo, para definir dicha frecuencia se hace imperioso conocer otro de los factores explicados en esta sección: *tiempo incurrido por manipulación*.



- D. Equipos e infraestructura disponible:** Este factor se refiere a los medios de manipulación y a la infraestructura adicional que se pueda llegar a necesitar para que dichos medios puedan operar. Es importante conocer, además de la capacidad de cada medio de manipulación, la cantidad disponible de cada uno de ellos y la infraestructura disponible ya que la capacidad teórica total del subsistema puede ser explicada como la suma de cada una de las capacidades de los medios de manipulación involucrados en el mismo. En cuanto a la infraestructura disponible, esta se debe tener en cuenta ya que la misma brinda una capacidad para la operación de los medios de manipulación (que suelen operar sobre ella). Si ocurriese el caso en que la infraestructura también se encuentra utilizada por medios de manipulación ajenos a la terminal que se encuentran momentáneamente en ella, dichos medios implican una reducción en la capacidad con que cuenta la terminal en términos de infraestructura para atender a los medios de manipulación propios del subsistema transporte interno.
- E. Tiempos muertos:** Este factor completa el análisis respecto a la capacidad con que cuenta el subsistema ya que consiste en los tiempos en los que no se está manipulando carga o aquellos tiempos en que la carga se reacomoda, que no constituyen la carga o descarga específica del medio de manipulación pero que inevitablemente existen y por eso no permiten obtener una capacidad teórica, sino, que explican la capacidad real.

II. FACTORES QUE EXPLICAN LA DEMANDA O LOS REQUERIMIENTOS

Se detallan los siguientes factores debido a su importancia para explicar la demanda del subsistema transporte interno:

- A. Distancias implicadas en el transporte:** La distancia de cada trayecto donde se debe efectuar un transporte particular implica un tiempo determinado. En los casos en que la distancia es mayor, si el medio de manipulación es discontinuo, el



tiempo incurrido en dicho transporte será mayor que en aquellos casos donde las distancias sean menores. Por lo tanto mayores distancias implican una mayor utilización del subsistema transporte interno, involucrando mayores medios de manipulación, o menor número de medios de manipulación pero afectados a mayores tiempos de utilización de los mismos, es decir, a mayores distancias aumenta la utilización temporal o en términos de cantidad de los medios. En cuanto a los medios continuos, una vez que los mismos están en régimen, se considera que la distancia no generaría implicancias en los tiempos incurridos.

- B. Volúmenes de cada producto:** Es importante conocer el volumen de cada producto que debe transportarse entre dos puntos de una terminal. Cada producto posee determinadas características como su compactibilidad y densidad, por lo tanto los volúmenes que se transportan deben discriminarse por tipo de producto, ya que si dichas propiedades difieren para dos productos, dos volúmenes iguales de dichos productos implicarían distintos pesos a manipular y viceversa. En cuanto al volumen que se involucra en un transporte particular, debe comprenderse que cuanto mayor sea el mismo, impone mayores requisitos al subsistema, implicando una mayor utilización de medios a lo largo del tiempo.
- C. Horario y fecha en que se solicita cada transporte:** Si se intentara profundizar el análisis se podría estudiar cómo se solicita al subsistema a lo largo del tiempo, definiendo que productos se movilizan, en qué trayectos y cuánto tiempo insumen dichos transportes y en qué momento se están efectuando, definiendo los volúmenes que se manipulan en cada trayecto. Por lo tanto lo que se intentaría definir es la utilización del subsistema a lo largo del tiempo por cada trayecto demandante. También se podría estudiar la simultaneidad de las demandas que sufre el subsistema a lo largo del tiempo.

4. SUBSISTEMA ALMACENAMIENTO



En el subsistema almacenamiento se resguardan las cargas de los distintos productos que manipula la terminal. Es el encargado de prestar un lugar para el almacenamiento de las cargas en aquellos casos en que la entrada y la salida de las mismas a través de la terminal presentan un desfase temporal, tanto por el lado agua como por el lado tierra. Su función puede sintetizarse entonces, refiriéndose a este subsistema como el regulador de la terminal. Para efectuar el almacenamiento, el subsistema puede disponer de distintos sistemas de almacenamiento, los mismos pueden presentar distintas dimensiones y actuar bajo distintos principios de funcionamiento.

A continuación se amplía respecto a los dos tipos de factores que resultan más indicados para describir con detalle el subsistema:

I. FACTORES QUE EXPLICAN LA CAPACIDAD

Entre los factores que explican la capacidad del subsistema se destacan los siguientes:

- A. **Volumen admisible por cada elemento de almacenamiento utilizado:** El volumen de cada elemento de almacenamiento permite definir en cierta medida la capacidad con que cuenta el subsistema, dependiendo de la densidad y la compactibilidad de los diferentes productos serán las toneladas que pueda almacenar cada sistema de almacenamiento de cada uno de ellos.
- B. **Cantidad de elementos de almacenamiento:** El número total de cada tipo de almacenamiento permite definir la capacidad teórica con que cuenta el subsistema almacenamiento. Para esto se puede definir como capacidad del subsistema a la suma de los volúmenes de cada elemento destinado a realizar almacenamiento de carga.
- C. **Tiempos de permanencia de las cargas:** Definir el tiempo que permanecen las cargas en el subsistema almacenamiento permite comprender el rendimiento que puede tener este subsistema. A mayores tiempos de permanencia (menor rotación de las cargas) menor será la cantidad de carga que puede ser



almacenada por el subsistema almacenamiento en un intervalo de tiempo definido. Es esperable que las cargas que presenten una mayor criticidad en cuanto a sus requisitos de fiabilidad en la entrega en su destino final (por lo general aquellas de mayor valor) pueden presentar menores estadías en el subsistema.

- D. Secuencia de almacenamiento de las cargas:** Dependiendo de los criterios adoptados para almacenar las cargas en el subsistema, pueden llegar a evidenciarse distintos rendimientos de volúmenes almacenados, debido a que la secuencia adoptada para almacenar las cargas permitiría programar de una forma particular las operaciones. El tiempo que se pueda almacenar cada volumen es definiría la capacidad de almacenamiento que tiene el subsistema. Esto último depende justamente de la secuencia que se adopte para el almacenamiento de las cargas.

II. FACTORES QUE EXPLICAN LA DEMANDA O LOS REQUERIMIENTOS

Los requerimientos de este subsistema pueden ser explicados a través de los siguientes factores:

- A. Volumen a almacenar de cada producto:** Para contrastar con la capacidad de almacenamiento destinada a cada tipo de producto, se debe determinar el volumen que se debe almacenar de cada producto a lo largo del tiempo. Esto permite comprender como evolucionan los requerimientos impuestos al subsistema.
- B. Frecuencia con que varían los stocks de los diferentes productos:** La variación que presentan los distintos productos permite comprender la demanda que los mismos le imponen al subsistema. Por lo tanto se debe estudiar con qué frecuencia varían los stocks almacenados de cada producto.



C. Cantidad de productos y características: Además de definir la evolución de las cantidades almacenadas de cada producto a lo largo del tiempo, debe comprenderse el volumen total que acumula el subsistema a lo largo del tiempo, por lo tanto se deben sumar los volúmenes ocupados por cada tipo de producto a lo largo del tiempo. También se resalta que cada producto presenta determinadas características en términos de densidad, compactibilidad y posibilidad de contaminar y ensuciarse, es decir esto último se refiere a las características que lo hacen compatible o no con otros productos. La incompatibilidad entre productos implicaría definir un modo de almacenamiento diferencial dependiendo el tipo de producto del que se trate. Por lo tanto se podrían utilizar diferentes elementos de almacenamiento lo cual puede implicar espacios inutilizados en alguno de ellos y esto representaría una merma en la operación del subsistema ya que no sería plenamente utilizado.

5. SUBSISTEMA RECEPCIÓN-ENTREGA

El subsistema de recepción-entrega es el encargado de brindar a la terminal la **conexión** con los distintos medios de transporte que puedan presentarse por el lado tierra y permitir la transferencia de carga entre estos y la terminal. Puede tratarse de recepciones de carga por parte de la terminal o entregas de carga hacia los medios de transporte.

Entre sus componentes físicos se destacan los accesos que posee la terminal para los distintos modos de transporte, los espacios internos a la misma destinados a la espera de dichos modos y los lugares y elementos que se destinan a transferir la carga entre la terminal y el modo de transporte particularmente implicado.

Para profundizar el análisis se explican a continuación dos tipos de factores:



I. FACTORES QUE EXPLICAN LA CAPACIDAD

Entre estos factores se destacan principalmente a los siguientes:

- A. **Cantidad de accesos disponibles y sus capacidades:** La cantidad de accesos que dispone la terminal permite conocer que capacidad tiene para atender a cada modo de transporte, pero debe conocerse también con qué capacidad cuenta cada uno de dichos accesos. Se considera como indicadores importantes para definir la capacidad de un acceso, las dimensiones del mismo y la definición de los sentidos en que permite la circulación.
- B. **Capacidad de los lugares de espera:** La capacidad con que cuentan los espacios de espera de este subsistema permite definir en parte su capacidad, esto se debe a que estos lugares son una parte componente del subsistema. Por lo tanto, deficiencias en este componente pueden afectar la capacidad de todo el subsistema, por ejemplo se pueden generar congestiones en los accesos lo cual generaría mayores tiempos de estadía en la terminal o en sus proximidades a los transportistas terrestres que se aproximan a la misma.
- C. **Capacidad de los elementos de transferencia y cantidad:** La capacidad con que cuenta cada elemento dedicado a la transferencia de carga entre la terminal y los distintos medios de transporte constituye otro componente que explica la capacidad del subsistema, justamente por constituir una parte importante del mismo. Conocer la capacidad de cada elemento permite definir, junto con la cantidad de elementos disponibles para atender cada medio de transporte, el tiempo que le llevaría a dichos elementos efectuar una transferencia de carga entre la propia terminal y un medio particular de transporte. En el caso que la terminal se conecte mediante



medios continuos con una instalación exterior a la misma, la capacidad de dichos medios definirán cuanta carga podrá movilizar a lo largo de un intervalo de tiempo definido.

- D. Tiempos muertos:** Estudiar este factor tiene el propósito de detectar las causas de la no-capacidad o las mermas productivas que se presentan en la terminal bajo análisis. Las causas de los tiempos muertos pueden ser diversas y pueden significar una fuente de modificaciones en los modos de operación por parte del subsistema. Los tiempos muertos en que puede incurrir este subsistema pueden ser los tiempos debidos a cambiar de unidad de transporte a transferir carga, los tiempos de espera a una próxima unidad de transporte, entre otros.

II. FACTORES QUE EXPLICAN LA DEMANDA O LOS REQUERIMIENTOS

Dentro de este grupo de factores se destacan los siguientes:

A. Volumen que se transfiere hacia o desde cada elemento de transporte:

Es importante conocer el volumen que se ve implicado en cada transferencia con un elemento particular de un modo de transporte, es decir, en cada transferencia a un camión o a un tren de carga por ejemplo. Conociendo el total de los volúmenes de cada tipo de producto que se transfieren a cada elemento de transporte se está detallando un requerimiento importante al subsistema.

B. Cantidad de elementos de transporte que se aproximan a la terminal:

Junto con el volumen transferido hacia o desde cada modo de transporte, se debe conocer el número de elementos de transporte que cada modo presenta en la terminal a los efectos de interactuar con ella. Esto genera



implicancias tanto en la capacidad que deben presentar los elementos e infraestructuras dedicadas a la transferencia específicamente de las cargas, como también genera requisitos en los accesos y en los lugares de espera. Comprendiendo las capacidades que presenta el subsistema para atender a cada uno de los requisitos desprendidos de este factor se puede definir aproximadamente el tiempo en que se puede atender a una demanda específica.

- C. Hora y fecha en que cada elemento de transporte solicita a la terminal:** Definir esto permite determinar la simultaneidad con que se solicita a la misma por los diferentes medios de transporte, por lo tanto se puede conocer con mayor detalle las demandas que presenta el subsistema. Además, con este factor, se puede definir el tiempo de atención que requeriría cada elemento de transporte que se presente en el subsistema con mayor precisión. Por último se debe destacar la importancia que puede tener este factor para definir la frecuencia con que se solicita al subsistema y la evolución en la utilización del mismo por cada modo de transporte.

CONCLUSIÓN

Es interesante señalar que la forma de llevar a cabo el análisis de la operativa de las terminales portuarias por medio de la división en subsistemas resulta ventajosa ya que permite atribuir funciones y elementos físicos a distintas partes componentes del sistema terminal. Por otro lado este tipo de análisis no excluye la posibilidad de analizar la interacción que la terminal puede tener con los demás sistemas adyacentes a la misma o con aquellos que tiene alguna vinculación, es decir es un análisis que se puede complementar muy bien con otros análisis como el global que se efectuó en la primera



sección de este trabajo en el cuál se trata de comprender qué variables toman importancia a la hora de analizar los actores que intervienen en la terminal, como pueden ser las empresas que efectúan los transportes de las cargas o las que dan o reciben las mismas, entre otros.

También se resalta la importancia que tiene el análisis global efectuado debido a que brinda una base para conceptualizar a la terminal inmersa en un contexto, e interactuando con el mismo. Esto permite estudiar los problemas cotidianos que sufren las distintas terminales y diagnosticarlos.

A futuro resulta relevante comenzar a comprender los tiempos implicados en la operación de cada subsistema para poder comprender con mayor precisión la operación de las terminales portuarias. Otro punto que amerita profundizar el estudio está referido a los cuellos de botella de las terminales de nuestro país ya que esto nos permitiría explorar en las causas de dichas falencias. También se podría tomar productos de referencia dentro de cada tipo de terminal bajo estudio (con algún criterio que guarde cierta lógica de utilidad, ejemplo: el granel sólido más movilizadado en el país, en una región, etc.), y a partir de esto avanzar a un grado de análisis superior.

Finalmente se hace imperioso resaltar que la principal dificultad a la hora de realizar el trabajo consistió en la recolección de información ya que la disponibilidad de la misma es escasa. Por lo tanto se considera que se debería generar información en esta temática particular tan relevante para la logística y el transporte de cargas. La información debería presentar una amplia difusión y también sería importante que sea generada a través de métodos que demuestren transparencia (los cuales deberían conocerse también por aquellos interesados). De esta forma sería posible realizar desde cualquier tipo de institución análisis en la materia, por lo cual se podrían integrar diferentes ópticas lo que resultaría muy favorable para la toma de decisiones en este campo.



BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- *Blanco Alaminos Nuria (2008). "Planificación estratégica portuaria. Un análisis cuantitativo". Universidad Politécnica de Catalunya.*
- *Burkhalter Larry (1999). "Privatización portuaria. bases, alternativas y consecuencias". CEPAL- Comisión Económica para LATAM y el Caribe.*
- *Campistany Muñoz, Silvia (2006). "Estudio de competitividad logística regional y empresarial. Aplicación a la comunidad autónoma de La Rioja". Capítulo 2. Universidad Politécnica de Catalunya.*
- *Canitrot Lucía, García Natalia (2012). "La logística como herramienta para la competitividad". Cámara Argentina de la Construcción.*
- *De Monie G. (1988). "Medición y evaluación del rendimiento y la productividad en los puertos". UNCTAD, Naciones Unidas.*
- *Doerr Octavio, Sánchez Ricardo J. (2006). "Indicadores de Productividad Para la Industria Portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe". CEPAL, Naciones Unidas.*
- *Escalante Raúl S., Schwarz Ricardo (2012). "Los puertos de la región metropolitana de Buenos Aires". Academia Nacional de Ingeniería, Instituto del transporte.*
- *Gardel Cristian -Bolsa de Comercio de Rosario. "Puertos graneleros en la Argentina y algunos indicadores de performance portuaria". Bolsa de Comercio de Rosario.*
- *González Cancelas María Nicoleta (2007). "Metodología para la determinación de parámetros de diseño de terminales portuarias de contenedores a partir de datos de tráfico marítimo". Universidad Politécnica de Madrid.*
- *Montero García Luis (2007). "Modelos de gestión portuaria. Participación privada. Concesiones administrativas". AIPPYC.*



- *Moreno Gómez Antonio (2012). "Análisis de los elementos que integran la cadena de suministro para sustentar la competitividad". CECIP- Perú.*
- *Piñeiro Díaz Emilio (2015). "Guía de Buenas Prácticas en la Manipulación y Almacenamiento de Graneles Sólidos en Instalaciones Portuarias". Puertos del Estado, Ministerio de Fomento, Gobierno de España.*
- *Rúa Costa Carles - Universidad Politécnica de Catalunya (2006). "Los servicios portuarios". Universidad Politécnica de Catalunya.*
- *Thomas B. J. (1985). "Planificación de operaciones en los puertos". UNCTAD-Naciones Unidas.*

