

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS**  
**MAESTRIA EN OCEANOGRAFÍA COSTERA**



**“IDENTIFICACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS OPERACIONES  
E INSTALACIONES DE LA TERMINAL DE CONTENEDORES DEL  
PUERTO DE ENSENADA, B.C., MÉXICO.”**



**TESIS**  
**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**MAESTRA EN CIENCIAS**  
**PRESENTA:**  
**CITLALI LIZETH MIRABAL DÁVILA**

**Ensenada, Baja California, abril 2009.**

**“IDENTIFICACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS  
OPERACIONES E INSTALACIONES DE LA TERMINAL DE  
CONTENDRORES DEL PUERTO DE ENSENDA, B.C.,  
MÉXICO.”**

**TESIS DE MAESTRÍA QUE PRESENTA  
CITLALI LIZETH MIRABAL DÁVILA**

Aprobada por:



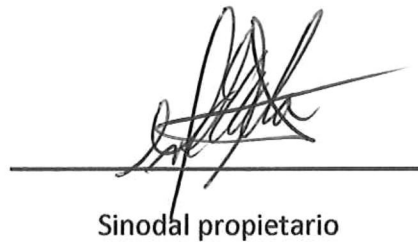
Presidente del Jurado

**Dr. Luis A. Cupul Magaña**



Sinodal propietario

**Dra. María Concepción Arredondo García**



Sinodal propietario

**Dr. Guillermo E. Avila Serrano**

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su apoyo para la realización del máster y en si para la realización de este trabajo, gracias por su apoyo económico.

Al Dr. Luis A. Cupul Magaña, por su apoyo, confianza y credibilidad para la realización de este trabajo, por su paciencia y comprensión en todo momento.

A la Dra. Concepción Arredondo García por su amistad y apoyo, por sus consejos y paciencia y por su amabilidad en todo momento, por su tiempo y disponibilidad para la revisión de este escrito y su orientación para el mejoramiento del mismo.

Al Dr. Dr. Guillermo E. Avila Serrano por su tiempo y disponibilidad para la revisión de este escrito y su orientación para el mejoramiento del mismo.

## RESUMEN

Ningún país puede pensar en su progreso económico sin el desarrollo de una infraestructura de transporte eficiente. Tomando en consideración el comercio internacional de mercancías, alrededor del 90% del volumen del tráfico de sus cargas es transportado por los mares, en este contexto un puerto está en una primera línea como proveedor de servicios al comercio de su región de influencia, propulsando el desarrollo económico y los vínculos con el mundo. El objetivo de esta investigación fue identificar la situación de la productividad en las operaciones e instalaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., México, a través de indicadores. Para lo cual, para medir productividad de las operaciones e instalaciones se utilizó el modelo propuesto por Tyrrell Consultoría Portuaria (2002). Se recopiló y organizó la información disponible correspondiente a la Terminal de Contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., para el año 2007. Con el propósito de definir el grado de déficit o superávit de productividad de las operaciones e instalaciones en muelle de la Terminal de Contenedores sujeta a estudio, en comparación con la productividad de las operaciones e instalaciones de las terminales modelos, se realizó un análisis de los indicadores seleccionados mediante una adecuación al uso de la matriz de Leopold (1971). Por otra parte, de manera complementaria, también se hizo un análisis basado en una proyección en el tiempo de la terminal modelo, mediante incrementos uniformes de tráfico y una duración de concesión de 20 años para la terminal de contenedores del EIT. Además se identificaron las actividades y/o servicios desarrollados en la terminal de contenedores de dicho puerto y a partir del método de matrices se procedió a evaluar y analizar los efectos ambientales asociados de tales actividades.

Como muestran los resultados obtenidos en esta investigación, entre las variables más relevantes para planificar y controlar las actividades dentro de una terminal de contenedores se encontraron las siguientes: área de la terminal, área de almacenamiento, calado, línea de atraque, tipo de buque, No. y tipo de grúas y No. de TEUs (tráfico). La terminal de contenedores del puerto de Ensenada se asemeja mucho a una TM1, maneja un tráfico de 123 207 TEUs (2007), cuenta con área total de 14.2 Ha, tiene un área de almacenamiento de 12 464 m<sup>2</sup>; el muelle tiene un calado de 13 m y una línea de atraque de 300 m, está equipado con 4 grúas tipo Panamax, atiende buques tipo Feeder y Panamax. Características operacionales: rendimiento de grúas de 24 mov/h y rendimiento máximo de 100 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 0.5 h y 7.5 h respectivamente. En la terminal se realizan 3 jornadas al día con un aprovechamiento de 2.9 h/jornada. El EIT presenta déficit en una de las características más importantes, la capacidad operativa, que es a la que está supeditada principalmente al dimensionamiento de una terminal, también presenta déficit en el área de almacenamiento. Las actividades y/o servicios dentro de la terminal que resultaron de mayor efecto e impacto ambiental son el almacenaje y mantenimiento de maquinaria pesada, la construcción y mantenimiento de infraestructura y la carga y descarga. Por otra parte, los factores ambientales afectados en orden de mayor a menor son principalmente el agua, el suelo y el aire; también se dan, aunque en menor grado, problemas de imagen y de escasez de recursos naturales.

## RESUMEN

Ningún país puede pensar en su progreso económico sin el desarrollo de una infraestructura de transporte eficiente. Tomando en consideración el comercio internacional de mercancías, alrededor del 90% del volumen del tráfico de sus cargas es transportado por los mares, en este contexto un puerto está en una primera línea como proveedor de servicios al comercio de su región de influencia, propulsando el desarrollo económico y los vínculos con el mundo. El objetivo de esta investigación fue identificar la situación de la productividad en las operaciones e instalaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., México, a través de indicadores. Para lo cual, para medir productividad de las operaciones e instalaciones se utilizó el modelo propuesto por Tyrrell Consultoría Portuaria (2002). Se recopiló y organizó la información disponible correspondiente a la Terminal de Contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., para el año 2007. Con el propósito de definir el grado de déficit o superávit de productividad de las operaciones e instalaciones en muelle de la Terminal de Contenedores sujeta a estudio, en comparación con la productividad de las operaciones e instalaciones de las terminales modelos, se realizó un análisis de los indicadores seleccionados mediante una adecuación al uso de la matriz de Leopold (1971). Por otra parte, de manera complementaria, también se hizo un análisis basado en una proyección en el tiempo de la terminal modelo, mediante incrementos uniformes de tráfico y una duración de concesión de 20 años para la terminal de contenedores del EIT. Además se identificaron las actividades y/o servicios desarrollados en la terminal de contenedores de dicho puerto y a partir del método de matrices se procedió a evaluar y analizar los efectos ambientales asociados de tales actividades.

Como muestran los resultados obtenidos en esta investigación, entre las variables más relevantes para planificar y controlar las actividades dentro de una terminal de contenedores se encontraron las siguientes: área de la terminal, área de almacenamiento, calado, línea de atraque, tipo de buque, No. y tipo de grúas y No. de TEUs (tráfico). La terminal de contenedores del puerto de Ensenada se asemeja mucho a una TM1, maneja un tráfico de 123 207 TEUs (2007), cuenta con área total de 14.2 Ha, tiene un área de almacenamiento de 12 464 m<sup>2</sup>; el muelle tiene un calado de 13 m y una línea de atraque de 300 m, está equipado con 4 grúas tipo Panamax, atiende buques tipo Feeder y Panamax. Características operacionales: rendimiento de grúas de 24 mov/h y rendimiento máximo de 100 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 0.5 h y 7.5 h respectivamente. En la terminal se realizan 3 jornadas al día con un aprovechamiento de 2.9 h/jornada. El EIT presenta déficit en una de las características más importantes, la capacidad operativa, que es a la que está supeditada principalmente al dimensionamiento de una terminal, también presenta déficit en el área de almacenamiento. Las actividades y/o servicios dentro de la terminal que resultaron de mayor efecto e impacto ambiental son el almacenaje y mantenimiento de maquinaria pesada, la construcción y mantenimiento de infraestructura y la carga y descarga. Por otra parte, los factores ambientales afectados en orden de mayor a menor son principalmente el agua, el suelo y el aire; también se dan, aunque en menor grado, problemas de imagen y de escasez de recursos naturales.

## INDICE GENERAL

	Página
<b>1.INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 GLOBALIZACIÓN Y COMPETENCIA ECONÓMICA.....	1
1.2 TRANSPORTE MARÍTIMO.....	1
1.2.1 TRASPORTE MARÍTIMO EN MÉXICO,.....	2
1.2.2 TRANSPORTE DE CONTENEDORES .....	3
1.3 EFICIENCIA PORTUARIA.....	5
1.4 GESTION AMBIENTAL EN LOS PUERTOS.....	6
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>7</b>
2.1 Medición de la eficiencia y la producción.....	7
2.2 Eficiencia y Producción Portuaria.....	8
2.3 Indicadores portuarios.....	11
2.4 Gestión Ambiental Portuaria.....	17
2.5 Antecedentes del desarrollo marítimo portuario en Ensenada, Baja California.....	18
2.5.1 Crisis portuaria.-.....	18
2.5.2 La privatización portuaria. ....	19
<b>3. OBJETIVO.....</b>	<b>20</b>
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
3.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	20
<b>4. ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>21</b>
4.1 Puerto de Ensenada, Baja California.....	21
4.2 Cadena Productiva de Carga y Contenedores.....	22
4.4 Carga contenerizada.....	22
<b>5. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>24</b>
5.1 Diagrama metodológico.....	24
5.2 Descripción metodología.....	25
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
6.1 Descripción de las características operacionales y de infraestructura en el muelle de la terminal de contenedores .....	32
6.2 Descripción del modelo de indicadores y de las terminales modelo.....	32
6.3 Aplicación del sistema de indicadores y evaluación del escenario de productividad de la Terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C.	32
6.4 Actividades y/o servicios que se desarrollan en la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C. ....	44
6.5 Efectos ambientales asociados a las actividades y/o servicios que se desarrollan en la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C.....	45
<b>7. DISCUSIONES.....</b>	<b>52</b>

<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>63</b>
<b>9.1 Literatura.....</b>	<b>63</b>
<b>9.2 Sitios de internet.....</b>	<b>64</b>
<b>9.3 Comunicación personal.....</b>	<b>64</b>

## INDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>I.</b> Indicadores de productividad utilizados en la industria portuaria.....	<b>12</b>
<b>II.</b> Resumen de indicadores portuarios.....	<b>15</b>
<b>III.</b> Indicadores base considerados en la modelación de terminales teóricas en el Análisis de Terminales Marítimas de contenedores.....	<b>16</b>
<b>IV.</b> Indicadores Ambientales Portuarios.....	<b>17</b>
<b>V.</b> Identificación y ponderación de la productividad las operaciones e instalaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada.....	<b>42</b>
<b>VI.</b> Descripción de indicadores de productividad de infraestructura y operaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada.....	<b>43</b>
<b>VII.</b> Identificación de las actividades y/o servicios de la terminal de contenedores del EIT, así como de sus efectos e impactos y los factores ambientales que pueden ser o son afectados.....	<b>47</b>
<b>VIII.</b> Identificación de los efectos de las actividades y/o servicios de la terminal de contenedores del EIT.....	<b>51</b>
<b>IX.</b> Crecimiento anual promedio, puertos de América Latina, Periodo 2000-2004.....	<b>79</b>
<b>X.</b> Movimientos Portuarios en TEUs, 2001-2006, por país.....	<b>79</b>
<b>XI.</b> Movimientos Portuarios en TEUs, 2001-2006, primeros 10 del mundo.....	<b>80</b>

## RESUMEN

Ningún país puede pensar en su progreso económico sin el desarrollo de una infraestructura de transporte eficiente. Tomando en consideración el comercio internacional de mercancías, alrededor del 90% del volumen del tráfico de sus cargas es transportado por los mares, en este contexto un puerto está en una primera línea como proveedor de servicios al comercio de su región de influencia, propulsando el desarrollo económico y los vínculos con el mundo. El objetivo de esta investigación fue identificar la situación de la productividad en las operaciones e instalaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., México, a través de indicadores. Para lo cual, para medir productividad de las operaciones e instalaciones se utilizó el modelo propuesto por Tyrrell Consultoría Portuaria (2002). Se recopiló y organizó la información disponible correspondiente a la Terminal de Contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., para el año 2007. Con el propósito de definir el grado de déficit o superávit de productividad de las operaciones e instalaciones en muelle de la Terminal de Contenedores sujeta a estudio, en comparación con la productividad de las operaciones e instalaciones de las terminales modelos, se realizó un análisis de los indicadores seleccionados mediante una adecuación al uso de la matriz de Leopold (1971). Por otra parte, de manera complementaria, también se hizo un análisis basado en una proyección en el tiempo de la terminal modelo, mediante incrementos uniformes de tráfico y una duración de concesión de 20 años para la terminal de contenedores del EIT. Además se identificaron las actividades y/o servicios desarrollados en la terminal de contenedores de dicho puerto y a partir del método de matrices se procedió a evaluar y analizar los efectos ambientales asociados de tales actividades.

Como muestran los resultados obtenidos en esta investigación, entre las variables más relevantes para planificar y controlar las actividades dentro de una terminal de contenedores se encontraron las siguientes: área de la terminal, área de almacenamiento, calado, línea de atraque, tipo de buque, No. y tipo de grúas y No. de TEUs (tráfico). La terminal de contenedores del puerto de Ensenada se asemeja mucho a una TM1, maneja un tráfico de 123 207 TEUs (2007), cuenta con área total de 14.2 Ha, tiene un área de almacenamiento de 12 464 m<sup>2</sup>; el muelle tiene un calado de 13 m y una línea de atraque de 300 m, está equipado con 4 grúas tipo Panamax, atiende buques tipo Feeder y Panamax. Características operacionales: rendimiento de grúas de 24 mov/h y rendimiento máximo de 100 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 0.5 h y 7.5 h respectivamente. En la terminal se realizan 3 jornadas al día con un aprovechamiento de 2.9 h/jornada. El EIT presenta déficit en una de las características más importantes, la capacidad operativa, que es a la que está supeditada principalmente al dimensionamiento de una terminal, también presenta déficit en el área de almacenamiento. Las actividades y/o servicios dentro de la terminal que resultaron de mayor efecto e impacto ambiental son el almacenaje y mantenimiento de maquinaria pesada, la construcción y mantenimiento de infraestructura y la carga y descarga. Por otra parte, los factores ambientales afectados en orden de mayor a menor son principalmente el agua, el suelo y el aire; también se dan, aunque en menor grado, problemas de imagen y de escasez de recursos naturales.

<b>C1.</b> Características generales de la terminal modelo 2.....	<b>91</b>
<b>C2.</b> Características de la superficie de la terminal modelo 2.....	<b>92</b>
<b>C3.</b> Características de tráfico y tipificación de grúas de la terminal modelo 2.....	<b>93</b>
<b>C4.</b> Características de la línea de atraque de la terminal modelo 2.....	<b>94</b>
<b>C5.</b> Descripción de las operaciones de la terminal modelo 2.....	<b>95</b>
<b>D1.</b> Características generales de la terminal modelo 3.....	<b>96</b>
<b>D2.</b> Características de la superficie, de la línea de atraque, de tráfico y tipificación de grúas de la terminal modelo 3.....	<b>97</b>
<b>D3.</b> Descripción de las operaciones de la terminal modelo 3.....	<b>98</b>

## RESUMEN

Ningún país puede pensar en su progreso económico sin el desarrollo de una infraestructura de transporte eficiente. Tomando en consideración el comercio internacional de mercancías, alrededor del 90% del volumen del tráfico de sus cargas es transportado por los mares, en este contexto un puerto está en una primera línea como proveedor de servicios al comercio de su región de influencia, propulsando el desarrollo económico y los vínculos con el mundo. El objetivo de esta investigación fue identificar la situación de la productividad en las operaciones e instalaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., México, a través de indicadores. Para lo cual, para medir productividad de las operaciones e instalaciones se utilizó el modelo propuesto por Tyrrell Consultoría Portuaria (2002). Se recopiló y organizó la información disponible correspondiente a la Terminal de Contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., para el año 2007. Con el propósito de definir el grado de déficit o superávit de productividad de las operaciones e instalaciones en muelle de la Terminal de Contenedores sujeta a estudio, en comparación con la productividad de las operaciones e instalaciones de las terminales modelos, se realizó un análisis de los indicadores seleccionados mediante una adecuación al uso de la matriz de Leopold (1971). Por otra parte, de manera complementaria, también se hizo un análisis basado en una proyección en el tiempo de la terminal modelo, mediante incrementos uniformes de tráfico y una duración de concesión de 20 años para la terminal de contenedores del EIT. Además se identificaron las actividades y/o servicios desarrollados en la terminal de contenedores de dicho puerto y a partir del método de matrices se procedió a evaluar y analizar los efectos ambientales asociados de tales actividades.

Como muestran los resultados obtenidos en esta investigación, entre las variables más relevantes para planificar y controlar las actividades dentro de una terminal de contenedores se encontraron las siguientes: área de la terminal, área de almacenamiento, calado, línea de atraque, tipo de buque, No. y tipo de grúas y No. de TEUs (tráfico). La terminal de contenedores del puerto de Ensenada se asemeja mucho a una TM1, maneja un tráfico de 123 207 TEUs (2007), cuenta con área total de 14.2 Ha, tiene un área de almacenamiento de 12 464 m<sup>2</sup>; el muelle tiene un calado de 13 m y una línea de atraque de 300 m, está equipado con 4 grúas tipo Panamax, atiende buques tipo Feeder y Panamax. Características operacionales: rendimiento de grúas de 24 mov/h y rendimiento máximo de 100 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 0.5 h y 7.5 h respectivamente. En la terminal se realizan 3 jornadas al día con un aprovechamiento de 2.9 h/jornada. El EIT presenta déficit en una de las características más importantes, la capacidad operativa, que es a la que está supeditada principalmente al dimensionamiento de una terminal, también presenta déficit en el área de almacenamiento. Las actividades y/o servicios dentro de la terminal que resultaron de mayor efecto e impacto ambiental son el almacenaje y mantenimiento de maquinaria pesada, la construcción y mantenimiento de infraestructura y la carga y descarga. Por otra parte, los factores ambientales afectados en orden de mayor a menor son principalmente el agua, el suelo y el aire; también se dan, aunque en menor grado, problemas de imagen y de escasez de recursos naturales.

## RESUMEN

Ningún país puede pensar en su progreso económico sin el desarrollo de una infraestructura de transporte eficiente. Tomando en consideración el comercio internacional de mercancías, alrededor del 90% del volumen del tráfico de sus cargas es transportado por los mares, en este contexto un puerto está en una primera línea como proveedor de servicios al comercio de su región de influencia, propulsando el desarrollo económico y los vínculos con el mundo. El objetivo de esta investigación fue identificar la situación de la productividad en las operaciones e instalaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., México, a través de indicadores. Para lo cual, para medir productividad de las operaciones e instalaciones se utilizó el modelo propuesto por Tyrrell Consultoría Portuaria (2002). Se recopiló y organizó la información disponible correspondiente a la Terminal de Contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., para el año 2007. Con el propósito de definir el grado de déficit o superávit de productividad de las operaciones e instalaciones en muelle de la Terminal de Contenedores sujeta a estudio, en comparación con la productividad de las operaciones e instalaciones de las terminales modelos, se realizó un análisis de los indicadores seleccionados mediante una adecuación al uso de la matriz de Leopold (1971). Por otra parte, de manera complementaria, también se hizo un análisis basado en una proyección en el tiempo de la terminal modelo, mediante incrementos uniformes de tráfico y una duración de concesión de 20 años para la terminal de contenedores del EIT. Además se identificaron las actividades y/o servicios desarrollados en la terminal de contenedores de dicho puerto y a partir del método de matrices se procedió a evaluar y analizar los efectos ambientales asociados de tales actividades.

Como muestran los resultados obtenidos en esta investigación, entre las variables más relevantes para planificar y controlar las actividades dentro de una terminal de contenedores se encontraron las siguientes: área de la terminal, área de almacenamiento, calado, línea de atraque, tipo de buque, No. y tipo de grúas y No. de TEUs (tráfico). La terminal de contenedores del puerto de Ensenada se asemeja mucho a una TM1, maneja un tráfico de 123 207 TEUs (2007), cuenta con área total de 14.2 Ha, tiene un área de almacenamiento de 12 464 m<sup>2</sup>; el muelle tiene un calado de 13 m y una línea de atraque de 300 m, está equipado con 4 grúas tipo Panamax, atiende buques tipo Feeder y Panamax. Características operacionales: rendimiento de grúas de 24 mov/h y rendimiento máximo de 100 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 0.5 h y 7.5 h respectivamente. En la terminal se realizan 3 jornadas al día con un aprovechamiento de 2.9 h/jornada. El EIT presenta déficit en una de las características más importantes, la capacidad operativa, que es a la que está supeditada principalmente al dimensionamiento de una terminal, también presenta déficit en el área de almacenamiento. Las actividades y/o servicios dentro de la terminal que resultaron de mayor efecto e impacto ambiental son el almacenaje y mantenimiento de maquinaria pesada, la construcción y mantenimiento de infraestructura y la carga y descarga. Por otra parte, los factores ambientales afectados en orden de mayor a menor son principalmente el agua, el suelo y el aire; también se dan, aunque en menor grado, problemas de imagen y de escasez de recursos naturales.

de su región de influencia, propulsando el desarrollo económico y los vínculos con el mundo (Doerr y Sánchez, 2006).

La ordenación correcta del espacio portuario es esencial para lograr el mayor rendimiento del mismo, la seguridad de las operaciones, la distribución adecuada de los equipos y medios, así como el ahorro de tiempo y costes. En los últimos años, en la mayor parte de los puertos se ha distribuido el espacio en terminales especializadas, de acuerdo con las necesidades operativas de los diferentes tipos de carga a manipular. Esto ha modificado muy favorablemente la gestión del puerto y ha permitido una agilización y simplificación de las operaciones, mediante el uso de equipo más adecuado en cada caso (Montero, 2002).

El dimensionamiento de las terminales de contenedores está supeditado a la rápida evolución de los tráficos de buques portacontenedores, por lo que los elementos y áreas portuarias (canales de acceso, calados y longitud de muelles, equipos de carga, descarga y manipulación, superficies, accesos terrestres, entre otros) han de ser rediseñados constantemente en función de dicha evolución (Rodríguez, 2004).

A partir de 1994, se comienzan a ver barcos de mayor porte conocidos como los Post Panamax, Super Post Panamax y Jumbo Containers que permitieron pasar de los 4 000 TEUs de capacidad a los 8 000 TEUs y hoy se inicia ya la fabricación de barcos de 12 000 a 15 000 TEUs de capacidad conocidos como Ultra Large Container Vessels (ULCV) (Moreno, 2007).

A veces, la necesidad de construir un nuevo terminal o un aumento de capacidad resulta algo que es inevitable, sin embargo, antes de que un puerto ponga el plan en ejecución, es de gran importancia que sepa si ha utilizado completamente sus instalaciones existentes y maximizado su producción, es decir, si obtiene el máximo que es posible con los recursos disponibles (Doerr y Sánchez, 2006).

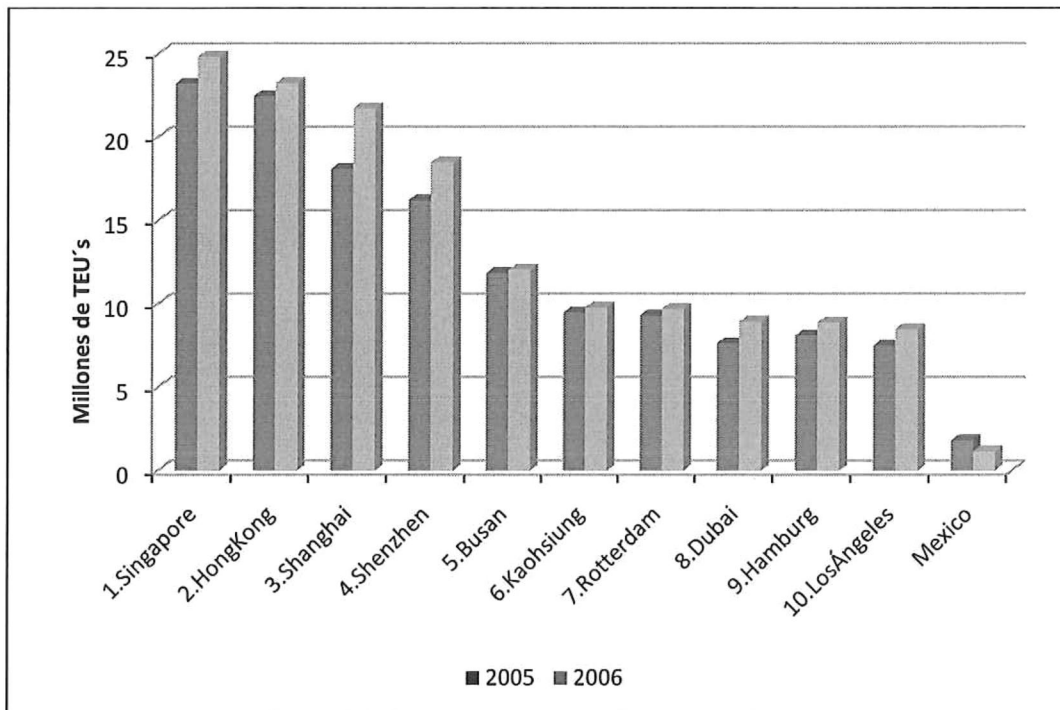
### **1.2.1 TRANPORTE MARITIMO EN MEXICO**

México, a través de sus puertos se encuentra enlazado con **535** destinos geográficos en el mundo, vinculándose con **141** países. 114 son los puertos y terminales habilitados, 56 en el Pacífico y 58 en el Golfo de México; Sólo 66 puertos tienen tráfico de Altura, y los 114 son tráfico de Cabotaje. Tanto exportadores como importadores son beneficiados a través de la utilización de las 82 líneas navieras que

arriban a puertos mexicanos procedentes y con destino a África, América, Asia, Europa y Oceanía (SCT, 2008).

### 1.2.2 TRANSPORTE DE CONTENEDORES

A nivel mundial, para el 2006, entre los 10 principales puertos del mundo, figuran en los primeros Singapur, Honkong y Shanghai, entre otros, con un total de movimientos portuarios que van desde los 8 469 853 TEUs a los 24 792 400 TEUs (Anexo III, tabla X) (Sánchez, 2007).



**Figura 1.** Comparación de Primeros 10 países a nivel mundial y México, movimientos portuarios en TEUs para el 2006.

En tanto que México figura en el 3er lugar dentro de los primeros puertos de Latino América y el Caribe con un total de 2 676 774 movimientos portuarios (Figura 2) (Sánchez, 2007).

## RESUMEN

Ningún país puede pensar en su progreso económico sin el desarrollo de una infraestructura de transporte eficiente. Tomando en consideración el comercio internacional de mercancías, alrededor del 90% del volumen del tráfico de sus cargas es transportado por los mares, en este contexto un puerto está en una primera línea como proveedor de servicios al comercio de su región de influencia, propulsando el desarrollo económico y los vínculos con el mundo. El objetivo de esta investigación fue identificar la situación de la productividad en las operaciones e instalaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., México, a través de indicadores. Para lo cual, para medir productividad de las operaciones e instalaciones se utilizó el modelo propuesto por Tyrrell Consultoría Portuaria (2002). Se recopiló y organizó la información disponible correspondiente a la Terminal de Contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., para el año 2007. Con el propósito de definir el grado de déficit o superávit de productividad de las operaciones e instalaciones en muelle de la Terminal de Contenedores sujeta a estudio, en comparación con la productividad de las operaciones e instalaciones de las terminales modelos, se realizó un análisis de los indicadores seleccionados mediante una adecuación al uso de la matriz de Leopold (1971). Por otra parte, de manera complementaria, también se hizo un análisis basado en una proyección en el tiempo de la terminal modelo, mediante incrementos uniformes de tráfico y una duración de concesión de 20 años para la terminal de contenedores del EIT. Además se identificaron las actividades y/o servicios desarrollados en la terminal de contenedores de dicho puerto y a partir del método de matrices se procedió a evaluar y analizar los efectos ambientales asociados de tales actividades.

Como muestran los resultados obtenidos en esta investigación, entre las variables más relevantes para planificar y controlar las actividades dentro de una terminal de contenedores se encontraron las siguientes: área de la terminal, área de almacenamiento, calado, línea de atraque, tipo de buque, No. y tipo de grúas y No. de TEUs (tráfico). La terminal de contenedores del puerto de Ensenada se asemeja mucho a una TM1, maneja un tráfico de 123 207 TEUs (2007), cuenta con área total de 14.2 Ha, tiene un área de almacenamiento de 12 464 m<sup>2</sup>; el muelle tiene un calado de 13 m y una línea de atraque de 300 m, está equipado con 4 grúas tipo Panamax, atiende buques tipo Feeder y Panamax. Características operacionales: rendimiento de grúas de 24 mov/h y rendimiento máximo de 100 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 0.5 h y 7.5 h respectivamente. En la terminal se realizan 3 jornadas al día con un aprovechamiento de 2.9 h/jornada. El EIT presenta déficit en una de las características más importantes, la capacidad operativa, que es a la que está supeditada principalmente al dimensionamiento de una terminal, también presenta déficit en el área de almacenamiento. Las actividades y/o servicios dentro de la terminal que resultaron de mayor efecto e impacto ambiental son el almacenaje y mantenimiento de maquinaria pesada, la construcción y mantenimiento de infraestructura y la carga y descarga. Por otra parte, los factores ambientales afectados en orden de mayor a menor son principalmente el agua, el suelo y el aire; también se dan, aunque en menor grado, problemas de imagen y de escasez de recursos naturales.

## RESUMEN

Ningún país puede pensar en su progreso económico sin el desarrollo de una infraestructura de transporte eficiente. Tomando en consideración el comercio internacional de mercancías, alrededor del 90% del volumen del tráfico de sus cargas es transportado por los mares, en este contexto un puerto está en una primera línea como proveedor de servicios al comercio de su región de influencia, propulsando el desarrollo económico y los vínculos con el mundo. El objetivo de esta investigación fue identificar la situación de la productividad en las operaciones e instalaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., México, a través de indicadores. Para lo cual, para medir productividad de las operaciones e instalaciones se utilizó el modelo propuesto por Tyrrell Consultoría Portuaria (2002). Se recopiló y organizó la información disponible correspondiente a la Terminal de Contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., para el año 2007. Con el propósito de definir el grado de déficit o superávit de productividad de las operaciones e instalaciones en muelle de la Terminal de Contenedores sujeta a estudio, en comparación con la productividad de las operaciones e instalaciones de las terminales modelos, se realizó un análisis de los indicadores seleccionados mediante una adecuación al uso de la matriz de Leopold (1971). Por otra parte, de manera complementaria, también se hizo un análisis basado en una proyección en el tiempo de la terminal modelo, mediante incrementos uniformes de tráfico y una duración de concesión de 20 años para la terminal de contenedores del EIT. Además se identificaron las actividades y/o servicios desarrollados en la terminal de contenedores de dicho puerto y a partir del método de matrices se procedió a evaluar y analizar los efectos ambientales asociados de tales actividades.

Como muestran los resultados obtenidos en esta investigación, entre las variables más relevantes para planificar y controlar las actividades dentro de una terminal de contenedores se encontraron las siguientes: área de la terminal, área de almacenamiento, calado, línea de atraque, tipo de buque, No. y tipo de grúas y No. de TEUs (tráfico). La terminal de contenedores del puerto de Ensenada se asemeja mucho a una TM1, maneja un tráfico de 123 207 TEUs (2007), cuenta con área total de 14.2 Ha, tiene un área de almacenamiento de 12 464 m<sup>2</sup>; el muelle tiene un calado de 13 m y una línea de atraque de 300 m, está equipado con 4 grúas tipo Panamax, atiende buques tipo Feeder y Panamax. Características operacionales: rendimiento de grúas de 24 mov/h y rendimiento máximo de 100 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 0.5 h y 7.5 h respectivamente. En la terminal se realizan 3 jornadas al día con un aprovechamiento de 2.9 h/jornada. El EIT presenta déficit en una de las características más importantes, la capacidad operativa, que es a la que está supeditada principalmente al dimensionamiento de una terminal, también presenta déficit en el área de almacenamiento. Las actividades y/o servicios dentro de la terminal que resultaron de mayor efecto e impacto ambiental son el almacenaje y mantenimiento de maquinaria pesada, la construcción y mantenimiento de infraestructura y la carga y descarga. Por otra parte, los factores ambientales afectados en orden de mayor a menor son principalmente el agua, el suelo y el aire; también se dan, aunque en menor grado, problemas de imagen y de escasez de recursos naturales.

## RESUMEN

Ningún país puede pensar en su progreso económico sin el desarrollo de una infraestructura de transporte eficiente. Tomando en consideración el comercio internacional de mercancías, alrededor del 90% del volumen del tráfico de sus cargas es transportado por los mares, en este contexto un puerto está en una primera línea como proveedor de servicios al comercio de su región de influencia, propulsando el desarrollo económico y los vínculos con el mundo. El objetivo de esta investigación fue identificar la situación de la productividad en las operaciones e instalaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., México, a través de indicadores. Para lo cual, para medir productividad de las operaciones e instalaciones se utilizó el modelo propuesto por Tyrrell Consultoría Portuaria (2002). Se recopiló y organizó la información disponible correspondiente a la Terminal de Contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., para el año 2007. Con el propósito de definir el grado de déficit o superávit de productividad de las operaciones e instalaciones en muelle de la Terminal de Contenedores sujeta a estudio, en comparación con la productividad de las operaciones e instalaciones de las terminales modelos, se realizó un análisis de los indicadores seleccionados mediante una adecuación al uso de la matriz de Leopold (1971). Por otra parte, de manera complementaria, también se hizo un análisis basado en una proyección en el tiempo de la terminal modelo, mediante incrementos uniformes de tráfico y una duración de concesión de 20 años para la terminal de contenedores del EIT. Además se identificaron las actividades y/o servicios desarrollados en la terminal de contenedores de dicho puerto y a partir del método de matrices se procedió a evaluar y analizar los efectos ambientales asociados de tales actividades.

Como muestran los resultados obtenidos en esta investigación, entre las variables más relevantes para planificar y controlar las actividades dentro de una terminal de contenedores se encontraron las siguientes: área de la terminal, área de almacenamiento, calado, línea de atraque, tipo de buque, No. y tipo de grúas y No. de TEUs (tráfico). La terminal de contenedores del puerto de Ensenada se asemeja mucho a una TM1, maneja un tráfico de 123 207 TEUs (2007), cuenta con área total de 14.2 Ha, tiene un área de almacenamiento de 12 464 m<sup>2</sup>; el muelle tiene un calado de 13 m y una línea de atraque de 300 m, está equipado con 4 grúas tipo Panamax, atiende buques tipo Feeder y Panamax. Características operacionales: rendimiento de grúas de 24 mov/h y rendimiento máximo de 100 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 0.5 h y 7.5 h respectivamente. En la terminal se realizan 3 jornadas al día con un aprovechamiento de 2.9 h/jornada. El EIT presenta déficit en una de las características más importantes, la capacidad operativa, que es a la que está supeditada principalmente al dimensionamiento de una terminal, también presenta déficit en el área de almacenamiento. Las actividades y/o servicios dentro de la terminal que resultaron de mayor efecto e impacto ambiental son el almacenaje y mantenimiento de maquinaria pesada, la construcción y mantenimiento de infraestructura y la carga y descarga. Por otra parte, los factores ambientales afectados en orden de mayor a menor son principalmente el agua, el suelo y el aire; también se dan, aunque en menor grado, problemas de imagen y de escasez de recursos naturales.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Medición de la eficiencia y la producción

Para Wang, Song y Culliane (2002) productividad y eficiencia son dos conceptos importantes que se utilizan con frecuencia para medir el funcionamiento en la industria. Se han tratado equivocadamente como iguales en la mayoría de la literatura. Algunos autores definen el estudio de la productividad como la investigación de la eficiencia y de la eficiencia en la realización de una actividad. Según los mismos autores, la *producción* en una forma simple se puede definir como un proceso mediante el cual los recursos, insumos y la capacidad asignada, las entradas (“inputs”), son combinadas y transformadas en productos o servicios, las salidas (“outputs”). La *productividad* se puede definir como el cociente entre la cantidad de bienes o servicios producidos y la cantidad recursos o insumos, entre output e input. Esta definición es fácil de utilizar en cualquier situación donde hay una sola salida y una sola entrada. Sin embargo, es más común que la producción tenga más bien múltiples recursos, entradas y productos, salidas. En este caso la productividad se refiere a productividad de todos los factores de la producción. La *eficiencia* se ha definido como productividad relativa. Por ejemplo puede ser una medida intra o inter-empresas. Para una misma firma implica medir la eficiencia de la producción en términos relativos a la máxima capacidad de producción de la firma, dada su tecnología actual. Entre empresas se medirá la eficiencia de la firma respecto a la mejor empresa que sea contraparte en la industria (Doerr y Sánchez, 2006).

González y Trujillo (2005) señalan que la medida de la eficiencia es un concepto directamente relacionado con la medida de la productividad. Sin embargo, no se trata de nociones análogas, aunque en ocasiones se emplean como sinónimos, principalmente cuando el interés de las investigaciones se centra en comparar el rendimiento de las empresas. La productividad total de los factores se define como la relación o proporción entre una función que agrega los productos y otra función que agrega los recursos. Por su parte, la eficiencia descansa en la comparación de los valores observados de productos y recursos con unos valores óptimos relativos, que proceden de la evidencia proporcionada por otras empresas.

Contar con mediciones del funcionamiento de una industria conlleva a muchos beneficios. De acuerdo con Wang, Song y Culliane (2002) tales mediciones permiten al

menos: identificar las mejores prácticas de operación, conocer la escala más eficiente de producción, establecer la magnitud de ahorros en el uso de los recursos, orientar a una unidad ineficiente para sus mejoras de producción y determinar el momento en que deberá aplicarse un cambio. Por ejemplo, la demanda de servicios en un puerto es una demanda derivada del transporte marítimo, la eficiencia en sus operaciones puede afectar significativamente los costos y tarifas de ese transporte; por lo que la supervisión de las operaciones en muelle, en depósitos y en el transporte carretero ayuda a tener un mayor control y hacer mejoras en los servicios (Doerr y Sánchez, 2006).

Para Culliane, y colaboradores (2004) la producción de una terminal de contenedores depende del uso eficiente del trabajo, los terrenos y equipos. La medición de la producción de un terminal de contenedores estaría entonces en una adecuada valoración de la eficiencia con la que el sistema utiliza estos tres recursos (Doerr y Sánchez, 2006).

## **2.2 Eficiencia y Producción Portuaria**

La literatura sobre eficiencia en la industria portuaria es relativamente nueva (las primeras investigaciones aparecen a mediados de los años 90) y modesta, sobre todo si se compara con los estudios realizados en otros servicios públicos (González y Trujillo, 2005).

Recientemente para medir su eficiencia, algunos puertos utilizan conceptos de costos, servicio al cliente, manejo de activos y calidad (Marlow y Paixao, 2004; en Doerr y Sánchez 2006).

De acuerdo con Doerr y Sánchez (2006) un sector eficiente será aquel que por tiempo indefinido pueda suministrar los bienes y servicios que le demanda la población a costos ambientales y económicos socialmente aceptados. En este ambiente las mediciones de productividad portuaria son una herramienta esencial para los administradores, gerentes, autoridades, operadores y planificadores portuarios involucrados en las faenas y la programación del transporte marítimo. Para fines de su operación diaria, planificar y controlar las actividades, los puertos realizan mediciones y aplican indicadores de productividad en sus operaciones. Muchos de estos indicadores permiten calificar un puerto en el contexto mundial. Sin embargo, estos indicadores no proporcionan información sobre la calidad de los servicios que

ofrecen o directamente no aportan los datos respecto de cómo los puertos están sirviendo a la cadena de distribución de las mercancías. El desarrollo moderno de los puertos requiere de un enfoque más amplio para medir la productividad portuaria. Por otra parte, la medición de indicadores de eficiencia portuaria no es sólo una herramienta de la autoridad o del operador portuario sino que también es información útil para formular políticas y planes de desarrollo del transporte. Por la multiplicidad de servicios y clientes que tiene un puerto, su funcionamiento no puede ser determinado por un solo parámetro o indicador (Culliane, Song, Ji y Wang, 2004; en Doerr y Sánchez 2006).

González y Trujillo (2005) explican que las actividades y servicios portuarios difieren entre sí en aspectos tales como la naturaleza de las operaciones que realizan, los objetivos que persiguen, el grado de competencia en que se desarrollan o el nivel de regulación al que están sometidos; dadas estas consideraciones se dificulta el estudio de los puertos como una entidad homogénea. Por ello, no es aconsejable estudiar el puerto como un todo, siendo preferible centrar el análisis en una actividad concreta, en un tipo de carga específico y en un número de puertos limitado. Si bien la industria portuaria ha sido analizada con profusión desde diferentes ópticas, el estudio de la eficiencia y la productividad global es una tarea relativamente reciente.

En los puertos los indicadores juegan un rol importante en el desarrollo de sus actividades. Estos indicadores se construyen según los intereses o la perspectiva de quienes los utilizan. Aún cuando se reconoce la importancia que tiene la medición del funcionamiento de un puerto, no existen métodos estándares ampliamente difundidos en todos los puertos. Doerr y Sánchez (2006) mencionan que algunos autores señalan que los indicadores portuarios tienen dificultades para ser medidos y aplicados por los siguientes factores: la gran variedad y número de datos estadísticos de las operaciones que son necesarios, la carencia de datos actualizados y confiables, la ausencia de definiciones, la influencia de factores locales en los datos y la interpretación divergente a resultados idénticos que suele tenerse por intereses distintos.

Según Marlow y Paixao (2004) los indicadores portuarios se han clasificado en dos categorías: financiera y operacional. Para intentar superar las desventajas de controlar múltiples indicadores, algunos estudios han desarrollado modelos con indicadores "únicos" de funcionamiento. También señalan que, al analizar los

indicadores tradicionales, se concluye que estos revelan un acercamiento parcial a la productividad más que dar una medida total sobre la productividad de los recursos empleados. El concepto de definir un indicador total de productividad portuaria que refleje un solo índice de la productividad total del puerto ha sido sugerido por varios autores (Doerr y Sánchez, 2006).

Más recientemente el concepto de Data Envelopment Analysis (DEA) se ha utilizado para analizar la producción portuaria. El DEA tiene la ventaja de que considera los múltiples insumos, recursos y procesos, de entrada y salida, en la actividad portuaria de modo que permite una evaluación más completa del funcionamiento del puerto. En la mayoría de estos estudios de aplicación de indicadores únicos, la dificultad principal ha sido la poca disponibilidad de datos (Culliane, Song, Ji y Wang, 2004; en Doerr y Sánchez 2006).

González y Trujillo (2005) señalan que las actividades más analizadas son las desarrolladas por las autoridades portuarias y por las terminales de manipulación de carga, fundamentalmente, las de contenedores, así mismo que la metodología empleada para analizar la eficiencia en las actividades portuarias se distribuye a partes iguales entre métodos no paramétricos, representados por el DEA, y paramétricos, básicamente fronteras estocásticas. Estos mismos autores sugieren que los estudios sobre la eficiencia y la productividad en los puertos pueden clasificarse en tres grupos principales:

1. Trabajos que emplean indicadores parciales de productividad del sistema portuario. La desventaja de esta metodología es su visión parcial, ya que consiste únicamente en establecer relaciones entre un producto y un factor productivo. Para solventar este inconveniente, surge el análisis de la productividad total de los factores (PTF), es un índice que refleja la contribución global de todos los factores que intervienen en la obtención de todos los productos.
2. Estudios que utilizan un enfoque ingenieril y los que emplean la simulación y teoría de colas. El análisis de la productividad desde este punto de vista surge para tener en cuenta el resultado potencial que no ha explotado la empresa y que le podría servir como fuente para incrementar su productividad.

3. Mucho más recientes, trabajos que comprenden estimaciones de fronteras tecnológicas, de las que se derivan índices de eficiencia de las empresas portuarias. La medida de la eficiencia está unida a la estimación de una frontera, pues para estimar la eficiencia de una unidad productiva es preciso contar con un estándar con el que realizar la evaluación. Existen dos enfoques para estimar la frontera y medir la eficiencia: 1) las fronteras estocásticas y 2) las técnicas de programación lineal. Las diferencias esenciales entre estas metodologías se reducen a las dos características siguientes (Novell, 1993; en González y Trujillo, 2005): por un lado, la aproximación econométrica es estocástica y puede distinguir los efectos del ruido de los efectos de la ineficiencia, mientras que el enfoque de programación lineal es no estocástico y trata conjuntamente el ruido y la ineficiencia, denominando a ambos ineficiencia.

En definitiva, la revisión de la literatura sobre eficiencia portuaria que realizaron González y Trujillo (2005) ha puesto de manifiesto que aún existen oportunidades para profundizar en la importante tarea de evaluar la eficiencia en esta industria. Entre las cuestiones que quedan pendientes figura la dicotomía entre medir la eficiencia del puerto en su conjunto o analizar la eficiencia de cada una de las actividades que se desarrollan en el ámbito portuario. Optar por la primera sería muy interesante, pero se enfrenta a la difícil tarea de unificar el conjunto de variables relevantes del negocio portuario. La segunda opción, si bien menos deseable desde el punto de vista de alcanzar un conocimiento del puerto en su globalidad, es más sencilla a la hora de decidir las variables relevantes y obtener los datos para medirlas.

### **2.3 Indicadores portuarios**

Doerr y Sánchez (2006) proponen un modelo de indicadores de productividad de las operaciones e instalaciones aplicables a puertos de América Latina y el Caribe a partir de datos actualizados para calcular estos indicadores, examinaron más de 30 puertos de la región, concentrándose especialmente en el tráfico y operación de contenedores y en un conjunto limitado de puertos y terminales. Esta serie de indicadores está conformada por seis componentes con un total de 38 factores de productividad, de los cuales cinco descriptores están relacionados a la transferencia de carga; ocho para el movimiento de contenedores, trece indicadores relacionados a los

tiempos de operaciones, seis a las medidas de productividad relacionadas a la nave y el muelle , cuatro para indicar las medidas de productividad relaciona a las grúas y finalmente, dos para describir el depósito (Tabla I y II):

**Tabla I.** Indicadores de productividad utilizados en la industria portuaria (Fuente: Doerr y Sánchez, 2006).

	<b>Factor de la productividad medido</b>	<b>Medida</b>
<b>Transferencia carga</b>	Tonelaje anual	Carga transferida por la terminal en un año.
	Tonelaje anual contendor	Carga transferida por la terminal en un año, incluyendo tara de contenedores cargados y vacíos.
	Tonelaje medio por nave	Transferencia de carga por año dividido por el número de naves atendidas en la terminal.
	Tonelaje medio por nave contendor	Transferencia de carga en naves contendor por año dividido por número de naves contendor atendidas en la terminal
	Tonelaje medio por muelle	Tonelaje total de carga transferida por año dividido por el número de muelles de la terminal.
<b>Movimiento de contenedores</b>	Contenedores transferidos	Número total de contenedores manipulados desde o hacia las naves portacontenedores.
	Contenedores manipulados	Contenedores transferidos más los contenedores re-estibados a bordo de la nave.
	<i>Movimientos de la grúa</i>	<i>Número total de movimientos de la grúa incluyendo: transferencias, re-estibas, estiba a bordo y apertura y cierre de cubierta.</i>
	Re-estibas	Transferencia de contenedores de trasbordo entre la nave y el muelle para posteriormente transferir desde el muelle a la misma nave. Cara re-estiba se cuenta como dos movimientos.
	Estiba a bordo	Movimiento de contenedores entre celdas de la misma nave sin depósito en el muelle.
	Porcentaje de trasbordo	Porcentaje de contenedores transferidos en operaciones de trasbordo respecto del movimiento total de contenedores.
	Porcentaje de contenedores de 40pies	Porcentaje de contenedores de 40 pies sobre el total de contenedores transferidos por operación.

Continuación de tabla I

	Factor de la productividad medido	Medida
<b>Tiempos</b>	Tiempo en puerto de la nave	Tiempo total de una nave en el puerto, tiempo entre la recalada y el zarpe de la nave.
	Tiempo bruto de la nave	Tiempo total que una nave se encuentra atracada en un muelle.
	<i>Tiempo neto de la nave</i>	<i>Tiempo total desde que la nave inicia las operaciones de estiba y desestiba de la carga hasta cuando estas concluyen.</i>
	Tiempo de espera de la nave	Tiempo de espera de la nave antes del atraque al muelle.
	Tiempo medio de naves	Suma del tiempo de las naves dividido por el número de naves atendidas.
	Tasa de espera de la nave	Porcentaje de tiempo de espera de naves respecto del tiempo bruto de la nave en el muelle.
	Ocupación de muelle	Porcentaje del tiempo bruto total de las naves respecto del tiempo total disponible en el muelle.
	Utilización de muelle	Porcentaje del tiempo efectivo de trabajo en el muelle respecto del tiempo que el muelle está ocupado. Es el tiempo neto de la nave dividido por el tiempo bruto de la nave.
	Tiempo bruto de las grúas	Número total de horas asignadas de las grúas.
	<i>Tiempo neto de las grúas</i>	<i>Tiempo efectivo que una grúa esta realmente trabajando.</i>
	<i>Tiempo de permanencia</i>	<i>Tiempo que permanece la carga depositada en áreas de almacenamiento o acopio.</i>
	Tiempo de camiones	Tiempo que toma un camión desde que ingresa al puerto hasta que sale de las instalaciones para dejar o retirar un contendor.
Tiempo medio de camiones	Suma de tiempos de camiones dividido por el número de camiones que ingresan a la terminal.	
<b>Medidas de productividad de la nave/muelle</b>	Tasa bruta de naves	Número total de contenedores manipulados por las naves dividido por el tiempo bruto de las naves.
	Tasa neta de la nave	Número total de contenedores manipulados por las naves dividido por el tiempo neto de las naves.
	<i>Productividad media diaria</i>	<i>Número de movimientos promedio por nave en un día.</i>
	<i>Transferencia por metro lineal</i>	<i>TEUs transferidos por la terminal en un año dividido por la longitud de muelle en metros.</i>
	Tonelaje por metro lineal	Tonelaje total transferido por la terminal en un año dividido por la longitud de muelle en metros.
	<i>Productividad de muelles</i>	<i>TEUs movilizados en la terminal por año dividida por el número de muelles de contendor.</i>

Continuación de tabla I

	<b>Factor de la productividad medido</b>	<b>Medida</b>
<b>Medidas de productividad por grúa</b>	Tasa bruta de las grúas	Número total de movimientos dividido por el tiempo bruto de las grúas.
	<i>Tasa neta de las grúas</i>	<i>Número total de movimientos dividido por el tiempo neto de las grúas.</i>
	<i>Rendimiento neto de grúa</i>	<i>Total de movimientos por las grúas dividido por el tiempo neto de las grúas.</i>
	<i>Transferencia anual por grúa</i>	<i>Total de movimientos al año dividido por el número de grúas utilizadas.</i>
<b>Depósito</b>	Transferencia del área de depósito	TEUs total movilizados dividido por la superficie en hectáreas disponibles para almacenamiento y acopio.
	<i>Capacidad del área de depósito</i>	<i>Capacidad depósito contenedores en patios (TEU) dividido por la superficie en hectáreas disponible para almacenamiento y acopio.</i>

En el libro blanco sobre la Competitividad de las Terminales del Sistema Portuario Español: *Análisis de las Terminales Marítimas de Contenedores*, que en realidad es un informe técnico realizado por una consultora para el ente público Puertos del Estado Español, editado en 2002 por Puertos del Estado (Ministerio de Fomento) se plantea un modelo de terminal portuaria a partir de una serie de infraestructuras que permitan desarrollar esta actividad mediante el uso de indicadores (Tabla III).

**Tabla II.** Resumen de indicadores portuarios (Fuente: Container Terminal Productivity: a Perspectiva, Thomas J. Dowd and Thomas M. Leschine, 1989; en Doerr y Sánchez 2006).

Elemento operativo de la terminal	Factores que influyen en la productividad	Naturaleza de la influencia en la operación	Medida de la productividad	Factor de la productividad medido
Depósito	Área, forma, disposición, explanada, tecnología de acopio, tamaño, composición 20/40, permanencia.	Porcentajes de contenedores que deben ser puestos a tierra, apilados.	TEUs por año y hectárea, TEUs de capacidad en área de acopio neta.	Transferencia de la explanada, capacidad de acopio de la explanada
Grúa muelle	Características grúas, nivel de operadores, habilidad, entrenamiento, disponibilidad de la carga, interrupciones, apoyo en tierra, características de la nave.	Retraso operacional.	Movimientos brutos cuadrilla, horas grúa	Productividad neta y bruta
Accesos	Horas de operación, número de líneas, grado de automatización, disponibilidad de datos.	Extiende el tiempo en el cual el pesaje, control o inspección de documentación es liberada.	Contenedor por hora y línea, tiempo de camiones en la terminal	Transferencia neta y bruta
Muelle	Programa de naves, largo de muelles, número de grúas.	Grado de utilización de la litera.	Contenedores de naves transferidos por año y muelle	Utilización neta
Fuerza laboral	Tamaño de cuadrilla, reglas de seguridad, entrenamiento, motivación, características de la nave.	Velocidad general del tiempo de operaciones.	Número de movimientos por hombre hora	Productividad bruta de la mano de obra.

**Tabla III.** Indicadores base considerados en la modelación de terminales teóricas en el Análisis de Terminales Marítimas de contenedores (Fuente: comunicación personal Ramón Sala Garrido y María Amparo Medal Bartual, 2008).

INDICADORES BASE	Medida
<b>Tráfico</b>	
TEUs inicial	TEUs transferidos en un año por la terminal
TEUs límite	Máximo de TEUs que pueden ser transferidos por la terminal.
Contenedores inicial	No total de contenedores en un año por la terminal
Contenedores límite	Máximo tráfico que la terminal es capaz de atender..
Movimientos inicial	No total de movimientos realizados en un año por la terminal
Movimientos límite	Máximo de movimientos que puede realizarse por la terminal.
<b>Dimensionamiento de grúas</b>	
Rendimiento grúa	Movimientos de las grúas por hora
Aprovechamiento jornada	Tiempo efectivo que esta realmente trabajando una grúa.
Rendimiento jornada	No. de movimientos por jornada, es el aprovechamiento de la jornada por el rendimiento de las grúas.
Días hábiles	Número total de días que labora la terminal.
No de jornadas	Número total de jornadas por día.
	Número total de jornadas al año.
Máximo laboral	Número máximo de jornadas por día
Índice de ocupación de grúas	Porcentaje del aprovechamiento de la jornada con respecto al tiempo que esta disponible la grúa.
No de grúas	No. de grúas de muelle.
Rendimiento anual grúa	Total de movimientos por grúa por año, movimientos inicial dividido por el número de grúas.
<b>Clasificación de grúas y buques. Definición del calado</b>	
Previsión del tipo de buque	Tipo de buque que puede atender la terminal.
Calado	
Tipo de grúas	Tipo de grúa de muelle con la que cuenta la terminal
Media de TEUs día	TEUs transferidos por día, TEUs inicial dividido por el número de días hábiles
Rendimiento máximo de grúas	No. máximo de movimientos que puede realizar una grúa por año.
Rendimiento máximo de la terminal	No. máximo de contenedores que puede tener la terminal por año.
<b>Línea de atraque.- rendimiento medio</b>	
No movimientos /día	Movimientos inicial dividido por el número de días hábiles de la terminal.
No de escalas / día	No. de arribos por día
No de escalas /año	No. de arribos por año
Línea de atraque considerada por grúa	Longitud de muelle en metros dividido por el número de grúas.
Eslora buque	Eslora de los buques que puede atender la terminal.
Eslora media buque	Promedio de la eslora de los buques que puede atender la terminal.
Estancia media del buque en atraque	Tiempo total que la nave esta en operaciones y maniobras.
Atraque anual	
Línea de atraque	Longitud de muelle en metros.
Rendimiento de la línea de atraque	Total de movimientos en un año dividido por la longitud de muelle en metros.
Rendimiento máximo de la línea de atraque	Rendimiento máximo de grúas dividido por la línea de atraque considerada por grúa.

Continuación tabla III.

INDICADORES BASE	Medida
<b>Superficie de la Terminal</b>	
Ocupación media de superficie	Tiempo que permanece la carga depositada en áreas de almacenamiento o acopio.
Ocupación de superficie mínimo	Mínimo de tiempo que permanece la carga depositada en áreas de almacenamiento o acopio.
Altura de apilado	No. de alturas en que se apilan los contenedores.
Área de almacenamiento	Metros cuadrados disponibles para almacenamiento.
Área de la terminal	Superficie total de la terminal
Capacidad máxima de almacenamiento	Capacidad máxima del depósito contenedores en TEUs o en número de contenedores.

## 2.4 Gestión Ambiental Portuaria

La crisis medioambiental sobrevenida a escala global en la segunda mitad del siglo veinte ha obligado a incorporar los puntos de vista medioambientales en todas las actividades. Esta obligación se acentúa cuando la actividad desarrollada es capaz de provocar desequilibrios en los sistemas ecológicos. Los grandes puertos comerciales son cada vez más conscientes de sus responsabilidades medioambientales y de la necesidad de incorporar, como un objetivo prioritario en sus planes estratégicos, el respeto al medio ambiente (Guerra, 2004).

La conveniencia de emplear indicadores ambientales en la gestión ambiental de los puertos y la dificultad de definir un sistema coherente y robusto de indicadores ambientales propició que el ente Público Puertos del Estado (2004) desarrollara un “Sistema de Indicadores Ambientales Portuarios” que pretende ser una herramienta clave de los sistemas de gestión ambiental de los puertos comerciales en el ámbito nacional y una referencia en el ámbito internacional (Tabla IV). El sistema resultante nació con vocación de ser el primer sistema de indicadores ambientales para puertos europeos, y ofrece la posibilidad de obtener información veraz acerca del estado del medio ambiente portuario y de orientar los procesos de toma de decisiones en materia de gestión ambiental portuaria.

**Tabla IV.** Indicadores Ambientales Portuarios (Guerra, 2004).

Nº	NOMBRE DEL INDICADOR
01	Calidad del Aire (Inmisiones)
02	Emisiones de Contaminantes Atmosféricos
03	Emisiones de gases con efecto invernadero

04	Contaminación Acústica
05	Calidad de las aguas interiores del puerto
06	Número y descripción de los vertidos accidentales en aguas portuarias
07	Áreas expuestas a alto riesgo de contaminación del suelo
08	Generación de residuos urbanos y peligrosos
09	Generación de lodos de dragado
10	Consumo del agua
11	Consumo de energía eléctrica
12	Consumo de combustible
13	Ocupación del suelo
14	Alteración del fondo marino
15	Imagen social del puerto
16	Número de incidencias con repercusiones ambientales
17	Comportamiento económico de la Autoridad Portuaria en materia ambiental
18	Formación Ambiental
19	Comunicación Ambiental

## **2.5 Antecedentes del desarrollo marítimo portuario en Ensenada, Baja California**

Los primeros años del tráfico portuario en Ensenada estuvieron estrechamente ligados a la producción de algodón en el valle de Mexicali. Debido a la caída de los precios internacionales del algodón durante el periodo de 1969-1971 las exportaciones del puerto también se redujeron. Aunque a partir de 1985 el atún constituyó lo básico de las exportaciones portuarias fue el atún.

Por otro lado una serie de ineficiencias del puerto, de los bancos mexicanos, de problemas operativos y de altas tarifas portuarias, entre otras cosas, contribuyeron a que los productores escogieran los puertos estadounidenses en lugar de Ensenada.

### **2.5.1 Crisis portuaria**

El inicio de la crisis de la actividad portuaria en Baja California, en los años 70, era atribuible a la falta de competitividad del puerto de Ensenada frente a los puertos vecinos de San Diego y Long Beach; mayores ventajas del transporte carretero frente al marítimo y los problemas de burocracia e ineficiencia en el sistema portuario mexicano. Además el puerto de Ensenada presentaba otros inconvenientes frente a los puertos vecinos, tales como: un costo más elevado de las operaciones y maniobras, la falta de instalaciones adecuadas para la protección de

las mercancías, la ineficiencia y el burocratismo de los bancos mexicanos. Otro aspecto que también contribuyó a esta crisis fue el predominio del transporte carretero frente al marítimo.

Actualmente el transporte marítimo resulta más competitivo por: 1) la aparición del contenedor y con él, del transporte intermodal que significa un traslado eficaz de las mercancías de un medio de transporte a otro y con ello menor pérdida de tiempo; 2) los aumentos en los precios de los combustibles y 3) el incremento de carreteras de cuota.

### **2.5.2 La privatización portuaria**

La API de Ensenada fue constituida formalmente el 30 de junio de 1994, la cual es responsable de administrar y operar el puerto.

La estrategia de privatización tenía como uno de sus objetivos importantes impulsar la construcción de las vías férreas. El esquema de privatización de la API fue el de hacer una sola licitación tanto para la terminal de contenedores como para el ferrocarril. Finalmente, la API decidió someter a licitación únicamente la terminal de contenedores. La compañía que ganó la concesión fue el consorcio filipino "International Container Transport Systeme Intermodal". Hasta ahora ha avanzado de manera significativa la construcción, acondicionamiento y modernización de la terminal de contenedores; pero no se ha realizado nada respecto al ferrocarril.

La privatización del puerto ha mejorado las condiciones de competencia de Ensenada con respecto a los puertos estadounidenses de Long Beach y Los Ángeles. La concesión de la terminal de contenedores en junio de 1997, por un período de 20 años, al consorcio filipino mencionado anteriormente cuya filial en Ensenada lleva por nombre Ensenada International Terminal S.A. de C.V. (EIT), ha favorecido a un aumento en el tráfico portuario de Ensenada. Así mismo, se ha agrandado la infraestructura de la terminal de contenedores, rellenando espacios de la dársena portuaria lo que ha permitido ampliar los patios de descarga y almacenamiento de contenedores.

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Identificar la situación de la productividad en las operaciones e instalaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., México, a través de indicadores.

#### **3.2 OBJETIVOS PARTICULARES**

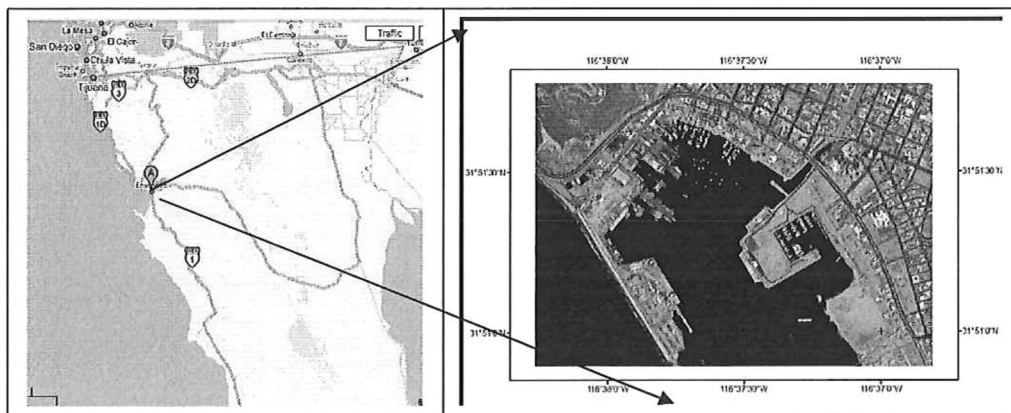
- Describir las características operacionales y de infraestructura en el muelle de la terminal de contenedores.
- Identificar y seleccionar indicadores que describan las características operacionales y de infraestructura en el muelle de la terminal de contenedores.
- Aplicar el sistema de indicadores y evaluar el escenario de productividad de la Terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C. |
- *Definir el grado de déficit o superávit* de productividad de las operaciones e instalaciones en muelle de la Terminal de Contenedores
- Identificar las actividades y/o servicios que se desarrollan en la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C.
- Evaluar los efectos ambientales asociados a las actividades y/o servicios que se desarrollan en la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C.

## 4. ÁREA DE ESTUDIO

### 4.1 Puerto de Ensenada, Baja California

El Puerto de Ensenada se localiza en la esquina noroeste de México, en el estado de Baja California, punto estratégico en la cuenca del pacífico, a sólo 110 kilómetros de la frontera de México con los Estados Unidos de Norteamérica y en la cabecera del Municipio de Ensenada, colindando al norte con los estados de California y Arizona y al sur con Baja California Sur, al este con Sonora y al oeste con el océano Pacífico.

Su posición geográfica se ubica en las coordenadas 31° 51' 30" Latitud Norte y 116° 38' 00" Longitud Oeste (figura 4).



**Figura 4.** Localización del área de estudio, Puerto de Ensenada, B.C. (tomada de <http://www.puertoensenada.com.mx/images/edo.gif>).

El recinto portuario de Ensenada consta de 250,4 hectáreas, 163,3 de agua y 87,1 de superficie terrestre, de los cuales 66 h ya son utilizadas por cesionarios de la API de Ensenada, restando 21 h para futuros desarrollos; de éstas, 12,6 h tienen una vocación náutica-turística y 8,4 h comerciales.

A diferencia del vecino estado de California, que constituye el complejo portuario de contenedores (Long Beach y Los Ángeles) más importante de Estados Unidos de Norte América, Baja California ha presentado un crecimiento limitado en su desarrollo portuario. Ensenada, el puerto más importante del estado, no ha logrado expandir su área de influencia (hinterland) hacia los sectores más dinámicos de la economía regional. La proximidad de Ensenada a los puertos de Long Beach y Los

Ángeles constituye a la vez ventajas y desventajas. Por una parte, la importancia del tráfico que transita por esos puertos constituye una oportunidad para Ensenada de atraer una parte de ese tráfico; pero por otra, esta proximidad constituye una continua competencia (Arámburo-Vizcarra, 2002).

#### 4.2 Cadena Productiva de Carga y Contenedores

La actividad comercial del Puerto se desarrolla en la parte Noroeste del puerto y ocupa un área aproximada de 196 022,96 m<sup>2</sup> de tierra y 51 214,67 m<sup>2</sup> de agua que corresponde al 7,30% del total del recinto portuario (figura 2).



**Figura 5.** Localización de la zona de carga y contenedores en el puerto (tomada de <http://www.puertoensenada.com.mx>)

Las principales cargas comerciales que se manejan están agrupadas en carga contenerizada, compuesta principalmente por insumos y productos de la industria maquiladora regional; carga general integrada principalmente por productos de acero, equipo pesado, ganado, así como trigo, aunque se clasifica como granel agrícola, el manejo y la logística que se le brinda, es de carga (sitio web de API Ensenada). En este trabajo sólo nos enfocaremos a la carga contenerizada.

#### 4.3 Carga contenerizada

El flujo de carga contenerizada que se genera en la ruta transpacífico, es uno de los mercados de mayor dinamismo en el mundo; en el 2004 hubo un movimiento de 21 millones de TEUs entre Asia y Norteamérica, lo que significó un incremento del 10% en relación al 2003 (sitio web de API Ensenada).

Aprovechando su ubicación geoestratégica, el Puerto de Ensenada incursionó en el manejo de carga contenerizada desde 1996, registrando un total de 1 178 TEUs, entre el periodo 2000-2005 se movieron 284 048 TEUs. El desempeño que se registró en el 2002, corresponde a que el puerto manejó una cifra record de contenedores entre 2000-2005, debido a la huelga de los estibadores en los puertos de la costa Oeste de los Estados Unidos, lo que propició que se manejaran alrededor de 18 500 TEUs adicionales en el último trimestre, con respecto a la proyección original de ese 2002 (sitio web de API Ensenada).

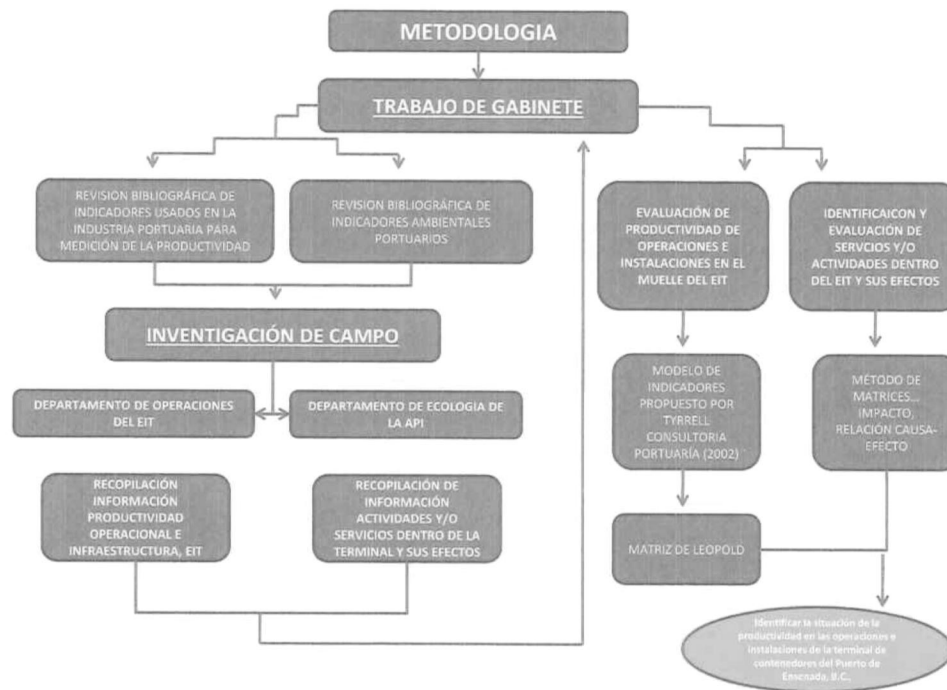
En el 2004, los arribos disminuyeron en un 48,4% respecto al 2000, en ese contexto, la disminución de arribos a partir del 2003 obedece a la salida de la línea naviera Maersk en mayo de ese año, cabe señalar que durante el año 2000, las líneas navieras que arribaron al puerto eran TMM, Maersk Sealand, APL y Cosco (sitio web de API Ensenada).

Ante ese escenario y con el propósito de mejorar la competitividad del puerto se realizaron obras de dragado entre 2004/2005 para incrementar la capacidad de buques, lo que trajo como consecuencia realizar gestiones ante líneas navieras para propiciar más arribos, con excelentes resultados; para el mes de septiembre de 2005 se contó con 4 servicios semanales y 1 quincenal, significando un registro record de 18 arribos mensuales a partir de este mes, lo anterior provocó un cierre en 2005 de 151 arribos. Estas acciones son el resultado de negociaciones con las líneas navieras, mismas que al día de hoy muestran el escenario de operación, frecuencias y rutas; para el mediano plazo se estima el arribo de NYK Line y Mediterranean Shipping Company, entre las más interesadas por hacer escalas en el puerto (sitio web de API Ensenada).

Por otro lado el objetivo de acuerdo con las autoridades portuarias, era realizar el proyecto ferroviario para el 2001 cuando el tráfico de contenedores alcanzara los 100 mil TEU's, proyecto que aún no se ha podido concretar. Cabe señalar que el hecho de que el puerto esté situado en el centro histórico y turístico de la ciudad constituye un reto tanto para el aumento sustancial en el número de camiones como para la introducción de la vía férrea (Arámburo-Vizcarra, 2002).

## 5. MARCO METODOLÓGICO

### 5.1 Diagrama metodológico.



## 5.2 Descripción metodología

Se formuló una revisión bibliográfica de los diversos indicadores tradicionales y más recientes utilizados en la industria de puertos para medir productividad de las operaciones e instalaciones. A partir de dicha revisión los indicadores y los datos utilizados en el presente estudio fueron seleccionados como los más representativos y aptos para los fines de la investigación (ver descripción de indicadores Anexo II). Con base en dicha selección de indicadores, se recopiló y organizó la información disponible correspondiente a la Terminal de Contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., para el año 2007, la cual fue proporcionada por la empresa Ensenada Internacional Terminal, S.A. de C.V., que a su vez forma parte del grupo Hutchison Port Holdings (HPH), líder en inversión, desarrollo y operación portuaria.

A partir de la revisión de indicadores más recientes utilizados en la industria de puertos y de su selección se decidió usar para este trabajo el modelo de indicadores de productividad de las operaciones e instalaciones propuesto por Tyrrell Consultoría Portuaria (2002) en el libro blanco sobre la Competitividad de las Terminales del Sistema Portuario Español: *Análisis de las Terminales Marítimas de Contenedores*, que en realidad es un informe técnico para el ente público Puertos del Estado Español, editado en 2002 por Puertos del Estado (Ministerio de Fomento) y en el cual se plantea un modelo de terminal portuaria a partir de una serie de infraestructuras que permitan desarrollar esta actividad (Figuras B1 a D3). Estas terminales teóricas se consideraron como unidades de referencia y punto comparativo para este trabajo, aunque los indicadores se reclasificaron con base en los siguientes criterios:

1. Tomando en cuenta que el dimensionamiento de las terminales de contenedores está supeditado a la rápida evolución de los tráficos de buques portacontenedores, los elementos y áreas portuarias como los canales de acceso, los calados y longitud de muelles, los atraques, los equipos de carga, descarga y manipulación, las superficies de apilamiento y maniobra y los accesos terrestres han de ser rediseñados constantemente en función de la evolución creciente del tráfico de portacontenedores (Rodríguez, 2004), se separaron en

categorías diferentes los indicadores que miden la capacidad operativa (número de contenedores, movimientos realizados y TEUs correspondientes, movidos durante un año) de los indicadores relacionados con la infraestructura .

2. Dado que la producción de una terminal de contenedores depende del uso eficiente del trabajo, los terrenos y equipos, la medición de la producción de un terminal de contenedores estaría entonces en una adecuada valoración de la eficiencia con la que el sistema utiliza estos tres recursos (Cullinane, Song, Ji y Wang, 2004), los indicadores relacionados a la medición de estos tres aspectos se clasificaron en categorías separadas; los indicadores referentes a terrenos y equipos se agruparon en la categoría de infraestructura y los indicadores relacionados al trabajo en la categoría de rendimiento.
3. Considerando que la longitud total de muelle y la superficie del área de la terminal son variables asociadas al tamaño de una terminal de contenedores (dimensiones de sus terrenos e infraestructura de muelles) y que el número de grúas y su rendimiento son variables asociadas al equipo disponible para las operaciones (Doerr y Sánchez, 2006), los indicadores se reclasificaron según la variable que miden ya sea en la categoría nombrada infraestructura, que incluye tres subcategorías: superficie de la terminal, línea de atraque y tipificación de grúas, o en la categoría nombrada operaciones.
4. Con base en que el espacio y la ubicación del depósito determinan cuán rápido puede ser movilizado un contenedor, de igual modo la altura de apilamiento determina cómo, más rápido o más lento, la mayor parte de los contenedores podrá ser movilizada desde su posición en el apilamiento, en otras palabras si el espacio físico y el equipamiento están siendo usados inadecuadamente las operaciones se pueden ver afectadas (Doerr y Sánchez, 2006), los indicadores se separaron en categorías diferentes de acuerdo a la variable que miden, los asociados al espacio físico y al equipamiento se clasificaron en una categoría y los indicadores que miden las variables de operación se clasificaron en otra.

En modelo de indicadores de productividad de las operaciones e instalaciones de Tyrrell Consultoría Portuaria (2002) cada terminal se define por su capacidad operativa referida a **Indicadores Base**, como número teórico de contenedores, movimientos realizados y TEUs correspondientes, movidos durante un año; y sus **Características Técnicas**, como elementos más significativos que reflejan su capacidad operativa: **Número de Grúas, Línea de Atraque y Superficie**. En el mismo trabajo se consideran como **Características de Explotación**, aquellas que definen los rendimientos de cada una de la **Características Técnicas**. Se tiene en cuenta que, en la vida de una terminal, el tráfico es una variable que puede aumentar o disminuir según las tendencias del mercado, la competencia con otras terminales, la calidad operativa etc., por lo que se define el tráfico límite que es capaz de absorber una terminal en función de sus **Características Técnicas**, esta característica es denominada Variable Límite.

Algunos de los indicadores, que conforman el modelo en el cual se basa este trabajo, no se miden como tal en el EIT (Ensenada Internacional Terminal) por lo que se calcularon a partir de la formulación empleada en dicho modelo. Tales indicadores son los siguientes:

- Movimientos límite
- Aprovechamiento jornada (h/jornada)
- Rendimiento jornada (mov/jornada)
- Máximo laboral (jornadas/día)
- rendimiento máximo de la terminal (contenedores/año)
- No movimientos día
- Atraque anual (metros lineales/año)
- Rendimiento máximo de la línea de atraque (mov/ml/año)
- Área de almacenamiento  $m^2$ .

Con el propósito de definir el grado de déficit o superávit de productividad de las operaciones e instalaciones en muelle de la Terminal de Contenedores sujeta a estudio en comparación con la productividad de las operaciones e instalaciones de las terminales modelos (idealizadas) descritas en el *Libro Blanco*, se realizó un análisis de los

indicadores seleccionados mediante una adecuación al uso de la matriz de Leopold (1971), que usa un sistema numérico de clasificación para señalar la magnitud y la importancia y que fue diseñada para la evaluación de impactos asociados a casi cualquier tipo de proyecto de construcción (Fischer, 1991).

El procedimiento de elaboración e identificación que se siguió fue el siguiente:

1. Se elaboró un cuadro (matriz), en las filas aparecen los indicadores de productividad de operaciones e infraestructura en tanto que en las columnas se ubica la terminal a la que corresponden los valores de los indicadores.
2. Se calculó el porcentaje de déficit (-) o superávit (+) de productividad de las operaciones e instalaciones de la Terminal de Contenedores, sujeta a estudio, esto a partir de considerar como el 100% el valor de los indicadores de las Terminales Idealizadas. Se usó la siguiente fórmula para realizar el cálculo:  
$$(VI_{EIT} * 100 / VI_{TI}) - 100.$$

NOTA: para algunos indicadores el que su valor sea menor es una característica positiva, por lo tanto si el valor del indicador de la terminal en estudio está por arriba del valor del indicador de la terminal modelo se considera una característica negativa, es decir, un déficit; en tanto que si se encuentra por debajo se considera superávit. Por lo que el porcentaje de déficit (-) o superávit (+) en estos indicadores se cálculo a partir de considerar como el 100% el valor de los indicadores de las terminales idealizadas y mediante el uso de la siguiente fórmula:  $[(VI_{EIT} * 100 / VI_{TI}) - 100] * -1.$

Dichos indicadores son los siguientes:

- estancia media del buque en atraque maniobras y operaciones (h),
  - ocupación media de superficie (días),
  - ocupación de superficie mínimo (días).
3. Si el porcentaje del indicador es  $> -15\%$  o  $\leq -15\%$ , con respecto al valor del indicador de la terminal idealizada, se le asignó un valor respectivamente de +1, si cumple con los requerimientos o -1 si no cumple o si no se contempló. Se

- v considero como margen 15%, debido a que es un porcentaje aproximado al promedio de crecimiento en diferentes factores portuarios (Anexo III).
- 4. Para evaluar el carácter y la importancia de cada indicador, se asignó un peso a cada factor de productividad de operaciones e instalaciones, representado con un número entre 1 y 5, siendo 5 el más importante, el cual se multiplica por el valor del indicador; si el valor del indicador tiene signo (-) es perjudicial y si tiene signo (+) es beneficioso.
- 5. Finalmente se suman todos los valores de la matriz tanto horizontal como verticalmente obteniendo como resultado la identificación de los indicadores con mayor déficit o superávit, así como la lejanía o cercanía de la terminal de contenedores, sujeta a estudio, de los modelos teórico.

El modelo de Tyrrell Consultoría Portuaria (2002) usado en este trabajo incluye un análisis basado en una proyección en el tiempo de la terminal modelo mediante incrementos uniformes de tráfico y una duración de concesión de 20 años. Dicho análisis muestra diferentes escenarios de crecimiento tanto de tráfico como de infraestructura, en lo que se refiere a superficie y línea de atraque. Dentro de este análisis existe una zona de decisión, la cual está delimitada por la variable limitante, que no es otra cosa más que la característica técnica con menor capacidad de absorción de tráfico y que condiciona el máximo tráfico que la terminal es capaz de atender, y que separa un escenario de crecimiento de otro. Esta área de decisión es crucial ya que muestra como, en un mayor o menor tiempo y en un determinado coeficiente de crecimiento anual, una terminal puede llegar a un escenario o a otro y los cambios de infraestructura que requeriría. Por lo que de manera complementaria y sin ser parte central de los objetivos de este trabajo, también se hizo este análisis para la terminal de contenedores del EIT (Anexo VI, figura D2-D4).

Por otro lado con base en la importancia que tiene el identificar y evaluar los problemas o impactos generados por los servicios y/o actividades desarrollados dentro de una terminal, para de este modo promover el uso, manejo y explotación racional de

los recursos y del mismo modo el bien planear soluciones y medidas preventivas, para este trabajo se identificaron y evaluaron los servicios y/o actividades desarrolladas en la Terminal de Contenedores del Puerto de Ensenada, B.C., así como del aspecto ambiental que afectan, ya sea de manera positiva o negativa (Anexo IV).

A partir de una lista general de los servicios y/o actividades desarrolladas en el puerto de Ensenada, así como del aspecto ambiental que afectan, proporcionada por el Departamento de Ecología de la API (Asociación Portuaria Integral, comunicación personal); se identificaron sólo las actividades y/o servicios desarrolladas en la terminal de contenedores de dicho puerto; a partir del método de matrices se procedió a evaluar y analizar el impacto de tales actividades.

Posteriormente con las actividades y/o servicios y los factores ambientales que pueden ser afectados, se generó una matriz de impactos, en una dimensión se muestran las actividades con sus productos y en otra dimensión se muestran las categorías ambientales que pueden ser impactadas, de este modo la matriz permite identificar la relación causa-efecto entre estas actividades y los impactos generados sobre el ambiente y que pueden ser estimadas cualitativamente o cuantitativamente (Rau y Wooten, 1980; en González-Barradas, 1999).

Para realizar dicha estimación, a partir de los elementos de la matriz que representan la relación causa-efecto se describen sus posibles características a través del carácter y magnitud.

El procedimiento de elaboración e identificación que se siguió fue el siguiente:

1. Se elaboró un cuadro (matriz), en las filas aparecen las actividades que se desarrollan en la terminal en tanto que en las columnas se ubica el factor ambiental que es impactado.
2. Para evaluar el carácter, se asignó un valor de -1 (impacto negativo) y de 1 (impacto positivo) a cada producto.
3. Finalmente se suman todos los valores de la matriz tanto horizontal como verticalmente obteniendo como resultado la identificación del producto con mayor impacto negativo o positivo, así como la actividad que tiene más impacto,

por otro lado también se identifica el factor ambiental mayor o menormente afectado.

## **6. RESULTADOS**

### **6.1 Descripción de las características operacionales y de infraestructura en el muelle de la terminal de contenedores**

El EIT es una terminal de carga especializada para el manejo de contenedores y prestar servicios al comercio exterior. La terminal de contenedores del puerto de Ensenada maneja un tráfico de 123 207 TEUs (2007), cuenta con área total de 14.2 Ha, de las cuales 12 464 m<sup>2</sup> corresponden al área de almacenamiento; el muelle tiene un calado de 13 m de profundidad y una línea de atraque de 300 m que está equipado con 4 grúas tipo Panamax, dichas características le permiten atender buques tipo Feeder y Panamax. La terminal atiende 2 números de escalas por día de buques con una eslora que va desde los 134 m a los 266 m. En cuanto a las características operacionales se refiere, las grúas tienen un rendimiento de 24 mov/h con un índice de ocupación de 0.76 y un rendimiento máximo de 100 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 0.5 h y 7.5 h respectivamente. En la terminal se realizan 3 jornadas al día con un aprovechamiento de 2.9 h/jornada (Figura A1-A5).

### **6.2 Descripción del modelo de indicadores y de las terminales modelo.**

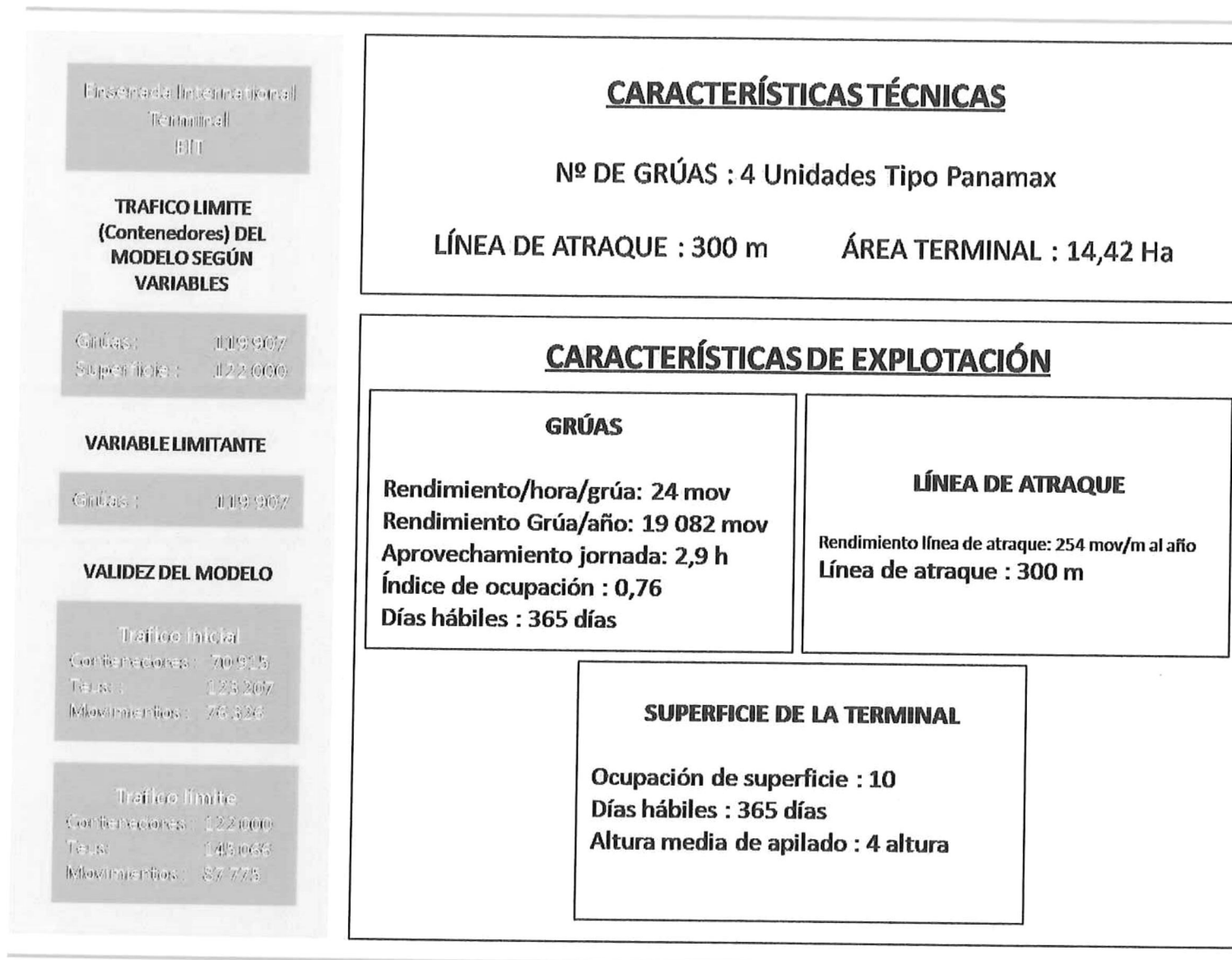
Para evaluar tanto las características operacionales como de infraestructura del muelle se tomó el modelo de indicadores propuesto por Tyrrell Consultoría Portuaria (2002) en el cual se plantean varios modelos teóricos de terminales portuarias (TM1, TM2 y TM3) a partir de una serie de infraestructuras que permitan desarrollar esta actividad (Figuras B1 a D3).

La terminal modelo I maneja un tráfico de 150 000 TEUs, cuenta con área total de 13.35 Ha, de las cuales 33 380 m<sup>2</sup> corresponden al área de almacenamiento; el muelle tiene un calado de 12 m de profundidad y una línea de atraque de 300 m que está equipado con 2 grúas tipo Panamax, dichas características le permiten atender buques tipo Feeder y Panamax. La terminal atiende 2 números de escalas por día de buques con una eslora que va desde los 120 m a los 200 m. En cuanto a las características operacionales se refiere, las grúas tienen un rendimiento de 22 mov/h

con un índice de ocupación de 0.45 y un rendimiento máximo de 75 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 1 h y 7 h respectivamente. En la terminal se realizan 3.01 jornadas al día con un aprovechamiento de 4.4 h/jornada (Figura B1-B5).

La terminal modelo II maneja un tráfico de 300 000 TEUs, cuenta con área total de 25.44 Ha, de las cuales 63 589 m<sup>2</sup> corresponden al área de almacenamiento; el muelle tiene un calado de 12 m de profundidad y una línea de atraque de 600 m que está equipado con 2 grúas tipo Panamax y 2 Postpanamax, dichas características le permiten atender buques tipo Feeder, Panamax y Postpanamax. La terminal atiende 3 números de escalas por día de buques con una eslora que va desde los 120 m a los 270 m. En cuanto a las características operacionales se refiere, las grúas tienen un rendimiento de 22.5 mov/h con un índice de ocupación de 0.47 y un rendimiento máximo de 80 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 1 h y 9 h respectivamente. En la terminal se realizan 5.76 jornadas al día con un aprovechamiento de 4.5 h/jornada (Figura C1-C5).

La terminal modelo III maneja un tráfico de 4500 000 TEUs, cuenta con área total de 34.76 Ha, de las cuales 86 909 m<sup>2</sup> corresponden al área de almacenamiento; el muelle tiene un calado de 14 m de profundidad y una línea de atraque de 750 m que está equipado con 2 grúas tipo Panamax y 3 Postpanamax, dichas características le permiten atender buques tipo Feeder, Panamax y Postpanamax. La terminal atiende 4 números de escalas por día de buques con una eslora que va desde los 120 m a los 270 m. En cuanto a las características operacionales se refiere, las grúas tienen un rendimiento de 23.5 mov/h con un índice de ocupación de 0.49 y un rendimiento máximo de 81 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 1 h y 10 h respectivamente. En la terminal se realizan 8.27 jornadas al día con un aprovechamiento de 4.5 h/jornada (Figura D1-D3).



**Figura A1.** Características generales de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada.

## SUPERFICIE DE LA TERMINAL

Ocupación media de superficie	10 días
Ocupación de superficie mínimo	9 días
Altura de apilado	4
No Slots	844
Área de almacenamiento	12 464 m <sup>2</sup>
Área de la terminal	14,42 Ha
Capacidad máxima de almacenamiento	122 000 contenedores
Capacidad máxima de almacenamiento	206 864 TEUs
Calado	13 m

### ANÁLISIS SUPERFICIE DE LA TERMINAL SEGÚN EL CRECIMIENTO DE TRÁFICO AÑOS DE CONCESIÓN

Coef Crec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20															
1,01	1	1,01	1,0201	1,0303	1,0406	1,05101	1,06152	1,07214	1,08288	1,09369	1,10462	1,11567	1,12683	1,13809	1,14947	1,16097	1,17258	1,1843	1,19615	1,20811															
	70 915 71 624	72 340 73 063,7	73 794,174 532,475 277,7	76 030,8	76 791	77 559 78 334,179	117,779 909,180	707,781 514,782 330,2	83 153,583 984,6	84 825 85 673,1	14,42	8,466	8,5504	8,63589	8,72223	8,80948	8,89758	8,98659	9,07645	9,16722	9,25884	9,35146	9,445	9,53938	9,63477	9,73116	9,82847	9,92671	10,026	10,1263					
1,02	1	1,02	1,0404	1,06121	1,08243	1,10408	1,12616	1,14869	1,17166	1,19509	1,21899	1,24337	1,26824	1,29361	1,31948	1,34587	1,37279	1,40024	1,42825	1,45681															
	70 915 72 333	73 780 75 255,7	76 760,578 295,879 861,681	459,483 088,384 749,886 444,788	173,689 937,291 736,493 570,995 442,497 351,4	99 298	101 284	103 310	1,08243	1,10408	1,12616	1,14869	1,17166	1,19509	1,21899	1,24337	1,26824	1,29361	1,31948	1,34587	1,37279	1,40024	1,42825	1,45681											
1,03	1	1,03	1,0609	1,09273	1,12551	1,15927	1,19405	1,22987	1,26677	1,30477	1,34392	1,38423	1,42576	1,46853	1,51259	1,55797	1,60471	1,65285	1,70243	1,75351															
	70 915 73 042	75 234 77 490,9	79 815,582 209,684 676,187 216,2	89 833 92 527,8 95 304,198 162,7	101 108	104 141	107 265	110 483	113 798	117 212	120 728	124 350	14,42	8,633	8,8924	9,15918	1,16986	1,21665	1,26532	1,31593	1,36857	1,42331	1,48024	1,53945	1,60103	1,66507	1,73168	1,80094	1,87298	1,9479	2,02582	2,10685			
1,04	1	1,04	1,0816	1,12486	1,16986	1,21665	1,26532	1,31593	1,36857	1,42331	1,48024	1,53945	1,60103	1,66507	1,73168	1,80094	1,87298	1,9479	2,02582	2,10685															
	70 915 73 752	76 702 79 769,4	82 960,6	86 278,7	89 730,2	93 319,2	97 052,1	100 934	104 971	109 170	113 537	118 078	122 802	127 714	132 822	138 135	143 661	149 407	155 394	161 654	168 199	175 033	182 171	189 629	197 424	205 575	214 099	223 004	232 311	242 031	252 175				
1,05	1	1,05	1,1025	1,15763	1,21551	1,27628	1,3401	1,4071	1,47746	1,55133	1,62889	1,71034	1,79586	1,88565	1,97993	2,07893	2,18287	2,29202	2,40662	2,52695															
	70 915 74 461	78 184 82 093,3	86 197,990 507,495 033,299 784,5	104 774	110 013	115 513	121 289	127 353	133 721	140 407	147 427	154 798	162 539	170 665	179 199	14,42	8,801	9,2411	9,70316	1,21551	1,27628	1,3401	1,4071	1,47746	1,55133	1,62889	1,71034	1,79586	1,88565	1,97993	2,07893	2,18287	2,29202	2,40662	2,52695
1,06	1	1,06	1,1236	1,19102	1,26248	1,33823	1,41852	1,50363	1,59385	1,68948	1,79085	1,8983	2,0122	2,13293	2,2609	2,39656	2,54035	2,69277	2,85434	3,0256															
	70 915 75 170	79 680 84 461,2	89 528,894 900,6	100 594	106 630	113 028	119 809	126 998	134 618	142 695	151 257	160 332	169 952	180 149	190 958	202 416	214 560	227 409	241 074	255 575	271 033	287 469	304 904	323 459	343 154	364 019	386 075	409 452	434 181	460 284	487 782	516 706			
1,07	1	1,07	1,1449	1,22504	1,3108	1,40255	1,50073	1,60578	1,71819	1,83846	1,96715	2,10485	2,25219	2,40985	2,57853	2,75903	2,95216	3,15882	3,37993	3,61653															
	70 915 75 879	81 191 86 873,7	92 955,499 461,8	106 424	113 874	121 845	130 374	139 500	149 285	159 714	170 895	182 856	195 657	209 352	224 008	239 688	256 466	274 448	293 777	314 582	336 893	360 749	386 199	413 294	442 077	472 589	504 869	538 957	574 804	612 451	651 940				
	14,42	8,969	9,5965	10,2682	10,987	11,7561	12,579	13,4595	14,4017	15,4098	16,4885	17,6427	18,8777	20,1992	21,613	23,126	24,7448	26,477	28,3303	30,3135															

EIT      T12      Área decisión

Figura A2. Características de la superficie de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada.

## TRÁFICO Y TIPIFICACIÓN DE GRÚAS

### TRÁFICO

TEUs inicial	123 207
TEUs límite	145 066
Contenedores inicial	70 915
Contenedores límite	122 000
Movimientos inicial	76 326
Movimientos límite	87 775

### GRÚAS

Tipo de grúa	4 Panamax
No de grúas	4

### ANÁLISIS SEGÚN EL CRECIMIENTO DE TRÁFICO AÑOS DE CONCESIÓN

Coef Crec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1,01	1	1,01	1,0201	1,0303	1,0406	1,05101	1,06152	1,07214	1,08286	1,09369	1,10462	1,11567	1,12683	1,13809	1,14947	1,16097	1,17258	1,1843	1,19615	1,20811
1,02	70 915	71 624	72 340	73 064	73 794	74 532	75 278	76 031	76 791	77 559	78 334	79 118	79 909	80 708	81 515	82 330	83 154	83 985	84 825	85 673
1,03	1	1,02	1,0404	1,06121	1,08243	1,10408	1,12616	1,14869	1,17166	1,19509	1,21899	1,24337	1,26824	1,29361	1,31948	1,34587	1,37279	1,40024	1,42825	1,45681
1,04	70 915	72 333	73 780	75 256	76 761	78 298	79 862	81 459	83 088	84 750	86 445	88 174	89 937	91 736	93 571	95 442	97 351	99 298	101 284	103 310
1,05	1	1,03	1,0609	1,09273	1,12551	1,15927	1,19405	1,22987	1,26677	1,30477	1,34392	1,38423	1,42576	1,46853	1,51259	1,55797	1,60471	1,65285	1,70243	1,75351
1,06	70 915	73 042	75 234	77 491	79 816	82 210	84 676	87 216	89 833	92 528	95 304	98 163	101 108	104 141	107 265	110 483	113 798	117 212	120 728	124 350
1,07	1	1,04	1,0816	1,12486	1,16986	1,21665	1,26532	1,31593	1,36857	1,42331	1,48024	1,53945	1,60103	1,66507	1,73168	1,80094	1,87298	1,9479	2,02582	2,10685
1,08	70 915	73 752	76 702	79 769	82 961	86 279	89 730	93 319	97 052	100 934	104 971	109 170	113 537	118 078	122 802	127 714	132 822	138 135	143 661	149 407
1,09	1	1,05	1,1025	1,15763	1,21551	1,27628	1,3401	1,4071	1,47746	1,55133	1,62889	1,71034	1,79586	1,88565	1,97993	2,07893	2,18287	2,29202	2,40662	2,52695
1,10	70 915	74 461	78 184	82 093	86 198	90 507	95 033	99 784	104 774	110 013	115 513	121 289	127 353	133 721	140 407	147 427	154 798	162 539	170 665	179 199
1,11	1	1,06	1,1236	1,19102	1,26248	1,33823	1,41852	1,50363	1,59385	1,68948	1,79085	1,8983	2,0122	2,13293	2,2609	2,39656	2,54035	2,69277	2,85434	3,0256
1,12	70 915	75 170	79 680	84 461	89 529	94 901	100 594	106 630	113 028	119 809	126 998	134 618	142 695	151 257	160 332	169 952	180 149	190 958	202 416	214 560
1,13	1	1,07	1,1449	1,22504	1,3108	1,40255	1,50073	1,60576	1,71819	1,83846	1,96715	2,10485	2,25219	2,40985	2,57853	2,75903	2,95216	3,15882	3,37993	3,61653
1,14	70 915	75 879	81 191	86 874	92 955	99 462	106 424	113 874	121 845	130 374	139 500	149 265	159 714	170 895	182 856	195 657	209 352	224 008	239 688	256 466

Figura A3. Características de tráfico y tipificación de grúas de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada.

## LÍNEA DE ATRAQUE

Línea de atraque	300 m
Línea de atraque considerada por grúa	75 m/grúa
Previsión del tipo de buque	Feeder y Panamax
No de escalas / día	2
No de escalas /año	730
Eslora buque	134 a 266 m
Eslora media buque	195 m

### ANÁLISIS LINEA DE ATRAQUE SEGÚN EL CRECIMIENTO DE TRÁFICO AÑOS DE CONCESIÓN

Coef Crec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1,01	70 915 71 624 72 340 73 063,7 73 794,1 74 532,4 75 277,7 76 030,8 76 791 77 559 78 334,1 79 117,7 79 909,1 80 707,7 81 514,7 82 330,2 83 153,5 83 984,6 84 825 85 673,1																			
1,02	70 915 72 333 73 780 75 255,7 76 760,5 78 295,8 79 861,6 81 459,4 83 088,3 84 749,8 86 444,7 88 173,6 89 937,2 91 736,4 93 570,9 95 442,4 97 351,4 99 298 101 284 103 310																			
1,03	70 915 73 042 75 234 77 490,9 79 815,5 82 209,6 84 676,1 87 216,2 89 833,9 92 527,8 95 304,1 98 162,7 101 108 104 141 107 265 110 483 113 798 117 212 120 728 124 350																			
1,04	70 915 73 752 76 702 79 769,4 82 960,6 86 278,7 89 730,2 93 319,2 97 052,1 100 934 104 971 109 170 113 537 118 078 122 802 127 714 132 822 138 135 143 661 149 407																			
1,05	70 915 74 461 78 184 82 093,3 86 197,9 90 507,4 95 033,2 99 784,5 104 774 110 013 115 513 121 289 127 353 133 721 140 407 147 427 154 798 162 539 170 665 179 199																			
1,06	70 915 75 170 79 680 84 461,2 89 528,8 94 900,6 100 594 106 630 113 028 119 809 126 998 134 618 142 695 151 257 160 332 169 952 180 149 190 958 202 418 214 560																			
1,07	70 915 75 879 81 191 86 873,7 92 955,4 99 461,8 106 424 113 874 121 845 130 374 139 500 149 265 159 714 170 895 182 856 195 657 209 352 224 008 239 688 256 466																			

Figura A4. Características de la línea de atraque de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada.

<b>OPERACIONES</b>	
<b>Rendimiento</b>	
Rendimiento grúa	23,5 mov/h
Aprovechamiento jornada	4,5 h/jornada
Rendimiento jornada	105,75 mov/jornada
No de jornadas/día	8,27
No de jornadas/año	2 979
Máximo laboral	9,76 jornadas/día
Coficiente de trafico de punta	1,18
Índice de ocupación de grúas	0,49
Rendimiento anual grúa	63 000 mov/grúa al año
Media de TEUs día	1 250
Rendimiento máximo de grúas	81 000 mov/grúa al año
Rendimiento máximo de la terminal	385 714 contenedores/año
No movimientos día	875
Estancia media del buque en atraque maniobras	1 h
Estancia media del buque en atraque operaciones	10 h
Atraque anual	124 028 m/año
Rendimiento de la línea de atraque	420 mov/m al año
Rendimiento máximo de la línea de atraque	540 mov/m al año

**Figura A5.** Descripción de las operaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada.

### **6.3 Aplicación del sistema de indicadores y evaluación del escenario de productividad de la Terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C.**

En la identificación de la productividad en las operaciones e instalaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada (EIT) cabe destacar que sus características son muy similares a las de la terminal modelo uno (TM1), del modelo idealizado de terminales, con 51 puntos. En dicha evaluación el EIT presentó un superávit en infraestructura: con 25 puntos, la superficie de la terminal; con 28 puntos, la línea de atraque y con 3 puntos, la tipificación de grúas. El EIT en comparación con la TM1 también presentó un superávit en operaciones, con 3 puntos. Se observó que donde existe un déficit es en el tráfico de contenedores, con -8 puntos (Tabla V).

Analizando las características del EIT vs. las características de la TM1 se encontró que dentro de la infraestructura en lo que a la superficie de la terminal se refiere, existe un déficit en el número de slots y el área de almacenamiento; mientras que en lo que respecta a la ocupación de la superficie, la altura de apilado, área de la terminal, capacidad de almacenamiento y el calado, existe un superávit. Dentro de la infraestructura, pero en lo que respecta a la línea de atraque, todas las características evaluadas estuvieron por encima de las de la TM1, con 4 puntos cada una, así mismo lo que respecta al número y tipo de grúa, con 3 puntos. Por otro lado, en las operaciones se encontró déficit en el aprovechamiento y rendimiento de jornada, rendimiento anual de grúa, media de TEUs al día, rendimiento máximo de la terminal y el número de movimientos al día. En tanto que el rendimiento grúa, No. de jornadas al día y al año, máximo laboral, índice ocupación grúas, rendimiento máximo de grúas, estancia del buque en atraque y el atraque anual, presentaron un superávit en comparación con la TM1.

Al analizar el EIT con respecto a las terminales idealizadas TM2 y TM3, el EIT presenta un déficit con respecto a estos dos modelos de terminal idealizada, con -29 puntos en ambos casos (Tabla V).

En general, analizando el EIT vs. TM1, TM2 y TM3 en lo que respecta a la capacidad operativa, referida a: número teórico de contenedores, movimientos realizados y TEUs correspondientes, movidos durante un año, esta característica es la que presenta el mayor déficit, con -8 puntos, -12 puntos y -12 puntos respectivamente para cada comparación (Tabla V).

Al comparar el EIT con las TM2 y TM3 se encontró déficit en todas las características: infraestructura, tráfico y operaciones. En orden de mayor a menor y en ambos casos, con un déficit de -5 puntos está la superficie de la terminal y las operaciones; con un déficit de -4 puntos, la línea de atraque y con un déficit de -3 puntos, el No. y tipo de grúa.

En la tabla VI, de diferencias de porcentajes, al analizar el EIT con respecto a la TM2 y TM3, en ambos casos algunas características si las cumple la terminal de contenedores del EIT, por ejemplo en infraestructura cumple los siguientes requerimientos: ocupación media de la superficie, altura de apilado, calado, eslora del buque; operaciones: rendimiento grúa, índice de ocupación de grúas, rendimiento máximo de grúas y estancia media del buque en operaciones.

Al observar la tabla de comparación del EIT con las terminales modelo en términos de diferencias de porcentajes, el EIT está más lejos de las características de la TM3, ya que en este caso las diferencias de porcentaje de las características con déficit son mayores y las características con superávit son menores, en comparación con las diferencias de porcentajes al analizar el EIT vs. la TM2, a la cual se acerca más. Aunque en general, en comparación con las dos terminales el EIT tiene grandes déficits (Tabla VI).

En lo referente a la proyección en el tiempo de la terminal de contenedores del puerto en función de posibles incrementos uniformes de tráfico para una duración de concesión de 20 años, se puede dar un mismo crecimiento de tráfico o muy similar en diferente cantidad de años de concesión y a diferentes coeficientes de crecimiento anual, por ejemplo, se tiene un crecimiento de tráfico similar en 2 años de concesión con un coeficiente de crecimiento anual de 1,07 (75 879 contenedores) que en 4 años de concesión con un coeficiente de crecimiento anual de 1,02 (75 256 contenedores). Considerando los planes futuros de crecimiento del EIT, el contar con un muelle de 600 m (escenario TM2) permitiría atender un tráfico entre 202 416 y 256 466 contenedores/año, correspondiente a un coeficiente de crecimiento anual de 1,06 al 1,07 sobre el tráfico actual que atiende la terminal de contenedores. En lo que a la superficie de la terminal se refiere para atender este tráfico sería necesario contar con un área de 24 Ha a 30 Ha aproximadamente, que corresponde a un coeficiente de crecimiento anual de 1,06 al 1,07 sobre las características actuales (figura A2-A4).

Estas características de tráfico e infraestructura, hablando sólo técnicamente y de acuerdo a la proyección que se realizó en este trabajo, será posible alcanzarlas entre 17 y 20 años de concesión y con un coeficiente de crecimiento anual entre 1,06 y 1,07.

**Tabla V.** Identificación y ponderación de la productividad las operaciones e instalaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada (Fuente: elaboración del autor).

INDICADORES BASE		VALORACION			PESO	VALOR * PESO			EVALUACION		
		EIT vs TM1	EIT vs TM2	EIT vs TM3		EIT vs TM1	EIT vs TM2	EIT vs TM3	EIT vs TM1	EIT vs TM2	EIT vs TM3
<b>INFRAESTRUCTURA</b>											
Superficie de la Terminal	Ocupación media de superficie (días)	+1	+1	+1	5	5	5	5	25	-5	-5
	Ocupación de superficie mínimo (días)	+1	+1	+1		5	5	5			
	Altura de apilado	+1	+1	+1		5	5	5			
	No Slots	-1	-1	-1		-5	-5	-5			
	Área de almacenamiento m2	-1	-1	-1		-5	-5	-5			
	Área de la terminal (Ha)	+1	-1	-1		5	-5	-5			
	Capacidad máxima de almacenamiento (contenedores)	+1	-1	-1		5	-5	-5			
	Capacidad máxima de almacenamiento (TEUs)	+1	-1	-1		5	-5	-5			
	Calado (m)	+1	+1	+1		5	5	5			
Línea de atraque	Línea de atraque (m)	+1	-1	-1	4	4	-4	-4	28	-4	-4
	Previsión del tipo de buque	+1	-1	-1		4	-4	-4			
	No de escalas / día	+1	-1	-1		4	-4	-4			
	No de escalas / año	+1	-1	-1		4	-4	-4			
	eslora buque (m)	+1	+1	+1		4	4	4			
	Eslora media buque (m)	+1	+1	+1		4	4	4			
Tipificación de grúas	No. y tipo de grúa	+1	-1	-1	3	3	-3	-3	3	-3	-3
<b>TRÁFICO</b>											
Tráfico	TEUs inicial	-1	-1	-1	2	-2	-2	-2	-8	-12	-12
	TEUs límite	-1	-1	-1		-2	-2	-2			
	Contenedores inicial	-1	-1	-1		-2	-2	-2			
	Contenedores límite	+1	-1	-1		2	-2	-2			
	Movimientos inicial	-1	-1	-1		-2	-2	-2			
	Movimientos límite	-1	-1	-1		-2	-2	-2			
<b>OPERACIONES</b>											
Rendimiento	Rendimiento grúa (mov/h)	+1	+1	+1	1	1	1	1	3	-5	-5
	Aprovechamiento jornada (h/jornada)	-1	-1	-1		-1	-1	-1			
	Rendimiento jornada (mov/jornada)	-1	-1	-1		-1	-1	-1			
	No de jornadas/ día	+1	-1	-1		1	-1	-1			
	No de jornadas/año	+1	-1	-1		1	-1	-1			
	Máximo laboral (jornadas/día)	+1	-1	-1		1	-1	-1			
	Índice de ocupación de grúas	+1	+1	+1		1	1	1			
	Rendimiento anual grúa (mov/grúa/año)	-1	-1	-1		-1	-1	-1			
	Media de TEUs día	-1	-1	-1		-1	-1	-1			
	Rendimiento máximo de grúas (mov/grúa/año)	+1	+1	+1		1	1	1			
	Rendimiento máximo de la terminal (contenedores/año)	-1	-1	-1		-1	-1	-1			
	No movimientos día	-1	-1	-1		-1	-1	-1			
	Estancia media del buque en atraque maniobras y operaciones (h)	+1	+1	+1		1	1	1			
		+1	+1	+1		1	1	1			
	Atraque anual (metros lineales/año)	+1	-1	-1		1	-1	-1			
	Rendimiento de la línea de atraque (mov/ml/año)	-1	-1	-1		-1	-1	-1			
	Rendimiento máximo de la línea de atraque (mov/ml/año)	+1	+1	+1		1	1	1			
<b>SUMATORIA</b>									<b>51</b>	<b>-29</b>	<b>-29</b>

Tabla VI. Comparación de los indicadores de productividad de infraestructura y operaciones de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada (EIT) y las Terminales Marítimas Idealizadas (TM1,TM2,TM3) (Fuente: elaboración del autor, sobre base de datos proporcionada por el Ing. García Gordillo e Ing. René Galván Belmonte). Nota: en rojo los déficit.

	INDICADORES BASE	EIT	TM1		TM2		TM3	
<b>INFRAESTRUCTURA</b>				%		%		%
Superficie de la Terminal	Ocupación media de superficie (días)	10	11	9.09	11	9.09	10.5	4.76
	Ocupación de superficie mínimo (días)	9	10.5	14.29	10.5	14.29	10	10.00
	Altura de apilado	4	2	100.00	2.1	90.48	2.2	81.82
	No Slots	844	2260	-62.65	4305	-80.39	5884	-85.66
	Área de almacenamiento m2	12464	33380	-62.66	63589	-80.40	86909	-85.66
	Área de la terminal (Ha)	14.42	13.35	8.01	25.44	-43.32	34.76	-58.52
	Capacidad máxima de almacenamiento (contenedores)	122000	115238	5.87	229478	-46.84	329318	-62.95
	Capacidad máxima de almacenamiento (TEUs)	206864	172857	19.67	344218	-39.90	493977	-58.12
	Calado (m)	13	12	8.33	12	8.33	14	-7.14
Línea de atraque	Línea de atraque (m)	300	300	0.00	600	-50.00	750	-60.00
	Previsión del tipo de buque	Feeder	Feeder	0.00	Feeder	-33.33	Feeder	-33.3
		Panamax	Panamax		Panamax			
					Postpanamax			
	No de escalas / día	2	2	0.00	3	-33.33	4	-50.00
	No de escalas /año	730	720	1.39	1080	-32.41	1440	-49.31
	eslora buque (m)	134	120	11.67	120	11.67	120	11.67
		266	200	33.00	270	-1.48	270	-1.48
Eslora media buque (m)	195	160	21.88	197	-1.02	197	-1.02	
Tipificación de grúas	No. y tipo de grúa	4 Panamax	2 Panamax	100.00	2 Panamax	-50.00	2 Panamax	-50.00
					2 Postpanamax		3 Postpanamax	
<b>TRÁFICO</b>								
Tráfico	TEUs inicial	123207	150000	-17.86	300000	-58.93	450000	-72.62
	TEUs límite	145066	172500	-15.90	345000	-57.95	495000	-70.69
	Contenedores inicial	70915	100000	-29.09	200000	-64.54	300000	-76.36
	Contenedores límite	122000	115000	6.09	230000	-46.96	330000	-63.03
	Movimientos inicial	76326	105000	-27.31	210000	-63.65	315000	-75.77
	Movimientos límite	87775	120750	-27.31	241500	-63.65	347000	-74.70
<b>OPERACIONES</b>								
Rendimiento	Rendimiento grúa (mov/h)	24	22	9.09	22.5	6.67	23.5	2.13
	Aprovechamiento jornada (h/jornada)	2.9	4.4	-34.09	4.5	-35.56	4.5	-35.56
	Rendimiento jornada (mov/jornada)	70	96.8	-28.10	101.25	-31.26	105.75	-34.18
	No de jornadas/ día	3	3.01	-0.33	5.76	-47.92	8.27	-63.72
	No de jornadas/año	1,095	1085	0.92	2074	-47.20	2979	-63.24
	Máximo laboral (jornadas/día)	3.54	3.56	-0.56	6.8	-47.94	9.76	-63.73
	Índice de ocupación de grúas	0.76	0.45	69.56	0.47	62.34	0.49	55.71
	Rendimiento anual grúa (mov/grúa al año)	19082	52500	-63.65	52500	-63.65	63000	-69.71
	Media de TEUs día	338	417	-19.05	833	-59.48	1250	-73.00
	Rendimiento máximo de grúas (mov/grúa al año)	100000	75000	33.33	80000	25.00	81000	23.46
	Rendimiento máximo de la terminal (contenedores/año)	119,907	142857	-16.07	304762	-60.66	385714	-68.91
	No movimientos día	209	292	-28.42	583	-64.15	875	-76.11
	Estancia media del buque en atraque maniobras y operaciones (h)	0.5	1	50.00	1	50.00	1	50.00
		7.5	7	-7.14	9	16.67	10	25.00
	Atraque anual (metros lineales/año)	47450	36618	29.58	85331	-44.39	124028	-61.74
	Rendimiento de la línea de atraque (mov/ml al año)	254	350	-27.43	350	-27.43	420	-39.52
Rendimiento máximo de la línea de atraque (mov/ml al año)	1333	500	166.67	533	150.16	540	146.91	

#### **6.4 Actividades y/o servicios que se desarrollan en la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C.**

Por otro lado, en lo que al aspecto ambiental se refiere, se identificaron y definieron las actividades y/o servicios que se llevan a cabo en la terminal de contenedores del EIT, a través de sus efectos e impactos, así como los factores ambientales que pueden ser o son afectados. Dichas actividades y/o servicios son las siguientes: atraque y/o fondeo, almacenaje y mantenimiento de maquinaria pesada, construcción y mantenimiento a infraestructura (incluye dragado y obras), carga y descarga (de mercancías en general), almacenaje (en patios del puerto o áreas de cesionarios), estiba y acarreo dentro del puerto, construcción de estructuras de concreto, actividades en oficinas (incluye cafetería), almacenaje temporal de residuos peligrosos, instalación de barreras de contención de derrames de hidrocarburos en el mar, avituallamiento (víveres e insumos), suministro/consumo de agua potable, suministro/consumo de combustible gases industriales, suministro/consumo de energía eléctrica, emisión/recolección de basura y por último emisión/recolección y disposición de desechos líquidos (aceite gastado, agua oleosa y agua residual).

Los efectos originados por las diferentes actividades pueden ser de consumo, de emisión o efecto potencial; un mismo efecto puede ser causa de diferentes actividades y afectar ya sea el mismo aspecto ambiental u otro según sea el caso. Los efectos son los siguientes: consumo de agua, de combustible, de energía eléctrica, de madera y sus derivados, emisión de agua residual, de gases de combustión, de olores, de polvos, de residuos no peligrosos, de residuos peligrosos, de residuos sólidos no peligrosos, de ruido; potencial derrame de agua residual, potencial derrame de materiales peligrosos, potencial fuga de gases, potencial fuga de gases (freón, amoníaco), potencial fuga de gases/polvos/humo, potencial fuga de polvos y potencial incendio/explosión.

En la tabla VII se muestran las actividades con sus efectos y el factor ambiental que afectan. Las **actividades y/o servicios de mayor efecto e impacto con -20 puntos** fueron el ***almacenaje y mantenimiento de maquinaria pesada*** y la ***construcción y mantenimiento a infraestructura***; la ***carga y descarga*** con **-19 puntos**; por otro lado las de menor impacto con -2 puntos respectivamente son la instalación de barras de contención de derrames de hidrocarburos en el mar y el avituallamiento. Con -11

puntos está el almacenamiento; atraque y fondeo y construcción de estructuras de concreto con -10 y -9 puntos respectivamente; con -8 puntos emisión/recolección y disposición de desechos líquidos. Con -7 puntos están las actividades en oficina y el almacenaje temporal de residuos peligrosos; suministro/consumo de combustible gas industrial, suministro/consumo de energía, estiba y acarreo dentro del puerto y emisión/recolección de basura con -6 puntos; y con -3 puntos suministro/consumo de agua potable.

#### **6.5 Efectos ambientales asociados a las actividades y/o servicios que se desarrollan en la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada, B.C.**

Como se mencionó anteriormente un mismo efecto puede ser causa de una o más actividades y/o servicios así mismo afectar uno o más aspectos ambientales. El efecto con **mayor incidencia** fue el **potencial incendio/explosión** con -28 puntos y los de menor con -1 punto fueron potencial fuga de polvos, potencial fuga de gases/polvos/humo y potencial fuga de gases (freón, amoníaco). En orden de mayor a menor impacto se describen a continuación el resto de los efectos: con -17 puntos emisión de residuos no peligrosos, con -13 puntos potencial derrame de materiales peligrosos, con -9 puntos el potencial derrame de agua residual, con -8 puntos emisión de gases de combustión, con -7 puntos el potencial derrame de residuos peligrosos y consumo de combustibles; la emisión de residuos peligrosos con -6 puntos, con -5 puntos el consumo de energía eléctrica, consumo de madera y sus derivados, emisión de agua residual, emisión de olores, emisión de polvos y potencial derrame de residuos no peligrosos; el consumo de agua, la potencial fuga de gases y la emisión de ruido cada uno con -4 puntos; y con -2 puntos la emisión de residuos (Tabla VIII).

Dichas actividades y/o servicios de la terminal de contenedores del EIT pueden generar escasez de recursos naturales y/o problemas de imagen, en el análisis cada uno resultó con -31 y -26 puntos respectivamente. El **factor ambiental más afectado** fue el **agua** con **-51 puntos**, después con **-48 puntos el suelo** y finalmente con -36 puntos el aire.

En cuanto los impactos que se producen en la terminal de contenedores del puerto, algunos están regulados y otros no, también dependiendo la actividad o servicio del que sean producto un mismo impacto puede estar o no reglamentado, según sea el caso.

La actividad de *atraque y fondeo* tiene asociados 10 efectos de los cuales sólo el 50% está regulado. El *almacenaje y mantenimiento* de maquinaria pesada tiene asociados 17 efectos de los cuales el 41% están regulados. El 41% de los efectos producto de la *construcción y mantenimiento de infraestructura* se encuentra reglamentado. En cuanto a la *carga y descarga* el 29% de sus efectos se encuentran legislados. De los efectos asociados a la *estiba y acarreo dentro del puerto*, sólo el 29% están normados. El 38% de los efectos causados por la *construcción de estructuras de concreto* se encuentra legislado. En cuanto a las *actividades en oficina* el 70% de los efectos producidos se encuentran regulados. La actividad de *almacenaje temporal de residuos* tiene asociados, al igual que la *instalación de barreras de contención de derrames de hidrocarburos en el mar*, 5 efectos de los cuales se encuentran regulados el 60%. De los dos efectos asociados a la actividad de *avituallamiento* uno si está legislado, que es la emisión de residuos no peligrosos. Por otro lado, de los 3 efectos producidos tanto por el *suministro/consumo de combustible* como de *energía eléctrica*, el 33% están legislados. El 50% de los 4 efectos producto de la *emisión/recolección de basura* se encuentra normado. Por último la *emisión/recolección y disposición de desechos líquidos* (aceite gastado, agua oleosa y agua residual) tiene asociados 6 efectos de los cuales el 67% está legislado.

Dentro de los efectos ambientales producto de las actividades de la terminal de contenedores del puerto algunos no están legislados: emisión de gases de combustión, emisión de polvos, emisión de olores, emisión de ruido, fuga de gases y potencial incendio/explosión, aunque cabe mencionar que algunos de estos efectos en general y en diferentes tipos de industria carecen de normalización. Otros efectos si están legislados son: derrame de residuos peligroso, derrame de residuos no peligrosos, derrame de materiales peligrosos, derrame de agua residual, emisión de residuos sólidos no peligrosos, emisión de residuos peligrosos y emisión de agua residual. Por otro lado el consumo de agua, de combustible, de energía eléctrica y de madera y sus derivados sólo está regulado en el caso de las actividades en oficinas, pero no para el resto de las actividades.

**Tabla VII.** Identificación de las actividades y/o servicios de la terminal de contenedores del EIT, así como de sus efectos e impactos y los factores ambientales que pueden ser o son afectados (Fuente: elaboración del autor, a partir de base de datos otorgada por Oc. Melissa Marrón, comunicación personal).

ASPECTOS AMBIENTALES ACTIVIDADES / SERVICIOS	ASPECTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO	CONTAMINACIÓN DEL AGUA	CONTAMINACIÓN DEL AIRE	CONTAMINACIÓN DEL SUELO	ESCASEZ DE RECURSOS NATURALES	PROBLEMAS DE IMAGEN	LEGISLADO		
<b>ATRAQUE Y/O FONDEO</b>									
Emisión de residuos no peligrosos	SI	-1				-1	1	-1	
Consumo de agua	no				-1			-1	
Consumo de energía eléctrica	no				-1			-1	
Consumo de combustibles	no				-1			-1	
Potencial derrame de residuos peligrosos	SI	-1		-1			1	-1	
Potencial derrame de residuos no peligrosos	SI	-1		-1			1	-1	-10
AHÍ Potencial derrame de materiales peligrosos	SI	-1		-1			1	-1	
Potencial fuga de gases (Freón, Amoniaco)	no		-1					-1	
Potencial derrame de agua residual	SI	-1		-1			1	-1	
Potencial incendio / explosión	no		-1					-1	
<b>ALMACENAJE Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA</b>									
Emisión de residuos peligrosos	SI	-1		-1			1	-1	
Emisión de residuos no peligrosos	SI	-1		-1		-1	1	-2	
Emisión de polvos	no		-1					-1	
Emisión de gases de combustión	no		-1					-1	
Emisión de ruido	no		-1					-1	
Emisión de agua residual	SI	-1		-1			1	-1	
Consumo de agua	no				-1			-1	
Consumo de energía eléctrica	no				-1			-1	
Consumo de combustibles	no				-1			-1	
Consumo de madera y sus derivados	no				-1			-1	
Potencial derrame de residuos peligrosos	SI	-1		-1			1	-1	-20
Potencial derrame de residuos no peligrosos	SI	-1		-1			1	-1	
Potencial derrame de materiales peligrosos	SI	-1		-1			1	-1	
Potencial fuga de gases	no		-1					-1	
Potencial derrame de agua residual	SI	-1		-1			1	-1	
Potencial incendio / explosión	SI		-1		-1	-1		-3	
Emisión de olores	no		-1					-1	

Continuación tabla VII.

ACTIVIDADES/SERVICIOS	ASPECTOS AMBIENTALES									
	ASPECTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO	CONTAMINACIÓN DEL AGUA	CONTAMINACIÓN DEL AIRE	CONTAMINACIÓN DEL SUELO	ESCASEZ DE RECURSOS NATURALES	PROBLEMAS DE IMAGEN	LEGISLADO			
<b>CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO A INFRAESTRUCTURA (incluye dragado y obras)</b>										
Emisión de residuos peligrosos	SI	-1		-1			1	-1		
Emisión de residuos no peligrosos	SI	-1		-1		-1	1	-2		
Emisión de polvos	no		-1					-1		
Emisión de gases de combustión	no		-1					-1		
Emisión de ruido	no		-1					-1		
Emisión de agua residual	SI	-1		-1			1	-1		
Consumo de agua	no				-1			-1		
Consumo de energía eléctrica	no				-1			-1		
Consumo de combustibles	no				-1			-1		-20
Consumo de madera y sus derivados	no				-1			-1		
Potencial derrame de residuos peligrosos	SI	-1		-1			1	-1		
Potencial derrame de residuos no peligrosos	SI	-1		-1			1	-1		
Potencial derrame de materiales peligrosos	SI	-1		-1			1	-1		
Potencial fuga de gases	no		-1					-1		
Potencial derrame de agua residual	SI	-1		-1			1	-1		
Potencial incendio / explosión	SI		-1		-1	-1		-3		
Emisión de olores	no		-1					-1		
<b>CARGA Y DESCARGA (de mercancías en general)</b>										
Emisión de residuos no peligrosos	SI	-1		-1		-1		-3		
Emisión de polvos	SI	-1		-1		-1		-3		
Emisión de gases de combustión	no		-1					-1		
Emisión de ruido	no		-1					-1		
Emisión de agua residual	SI	-1		-1			1	-1		
Consumo de energía eléctrica	no				-1			-1		
Consumo de combustibles	no				-1			-1		
Consumo de madera y sus derivados (estiba)	no				-1			-1		-19
Potencial derrame de residuos no peligrosos	SI	-1		-1		-1	1	-2		
Potencial derrame de materiales peligrosos	SI	-1		-1			1	-1		
Potencial fuga de gases			-1					-1		
Potencial derrame de agua residual	SI	-1		-1			1	-1		
Potencial incendio / explosión	SI		-1			-1		-2		
Emisión de olores								0		
<b>ALMACENAJE (en patios del puerto o área de cesionarios)</b>										
Emisión de residuos no peligrosos	SI	-1		-1		-1		-3		
Emisión de gases de combustión	no		-1					-1		
Consumo de combustibles	no				-1			-1		
Consumo de madera y sus derivados (estiba)	no				-1			-1		-11
Potencial derrame de materiales peligrosos	SI	-1		-1				-2		
Potencial fuga de polvos	SI					-1		-1		
Potencial incendio / explosión	SI		-1			-1		-2		

Continuación tabla VII.

ACTIVIDADES/SERVICIOS	ASPECTOS AMBIENTALES									
	ASPECTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO	CONTAMINACIÓN DEL AGUA	CONTAMINACIÓN DEL AIRE	CONTAMINACIÓN DEL SUELO	ESCASEZ DE RECURSOS NATURALES	PROBLEMAS DE IMAGEN	LEGISLADO			
<b>ESTIBA Y ACARREO DENTRO DEL PUERTO</b>										
Emisión de residuos no peligrosos	SI					-1			-1	
Emisión de gases de combustión	No		-1						-1	
Consumo de combustibles	No				-1				-1	
Consumo de madera y sus derivados (estiba)	No				-1				-1	
Potencial derrame de residuos peligrosos	SI	-1		-1			1		-1	-6
Potencial derrame de materiales peligrosos	SI	-1		-1			1		-1	
Potencial incendio / explosión									0	
<b>CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO</b>										
Emisión de residuos peligrosos	SI			-1			1		0	
Emisión de residuos no peligrosos	SI			-1		-1			-2	
Consumo de energía eléctrica					-1				-1	
Consumo de combustibles					-1				-1	
Potencial derrame de residuos peligrosos	SI	-1		-1			1		-1	-9
Potencial derrame de materiales peligrosos	SI	-1		-1			1		-1	
Potencial fuga de gases/ polvos / humo			-1						-1	
Potencial incendio / explosión	SI		-1			-1			-2	
<b>ACTIVIDADES EN OFICINAS (incluye cafetería)</b>										
Emisión de residuos no peligrosos	SI			-1		-1	1		-1	
Emisión de gases de combustión	No		-1						-1	
Emisión de agua residual	SI	-1				-1	1		-1	
Consumo de agua	SI				-1		1		0	
Consumo de energía eléctrica	SI				-1		1		0	-7
Consumo de combustibles	SI				-1		1		0	
Consumo de madera y sus derivados	SI				-1		1		0	
Potencial fuga de gases	No		-1						-1	
Potencial derrame de agua residual	SI	-1		-1			1		-1	
Potencial incendio / explosión	SI		-1			-1			-2	
<b>ALMACENAJE TEMPORAL DE RESIDUOS PELIGROSOS</b>										
Emisión de residuos peligrosos	SI	-1		-1			1		-1	
Potencial derrame de residuos peligrosos	SI	-1		-1			1		-1	-7
Potencial derrame de agua residual	SI	-1		-1			1		-1	
Potencial incendio / explosión	SI		-1		-1	-1			-3	
Emisión de olores	No		-1						-1	
<b>INSTALACIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN EL MAR</b>										
Potencial derrame de residuos peligrosos	SI	-1					1		0	
Potencial derrame de residuos no peligrosos	SI	-1					1		0	-2
Potencial derrame de materiales peligrosos	SI	-1					1		0	
Potencial derrame de agua residual	no	-1							-1	
Potencial incendio / explosión	no		-1						-1	

Continuación tabla VII.

ACTIVIDADES/SERVICIOS	ASPECTOS AMBIENTALES									
	ASPECTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO	CONTAMINACIÓN DEL AGUA	CONTAMINACIÓN DEL AIRE	CONTAMINACIÓN DEL SUELO	ESCASEZ DE RECURSOS NATURALES	PROBLEMAS DE IMAGEN	LEGISLADO			
<b>AVITUALLAMIENTO (Viveres e insumos)</b>										
Emisión de residuos no peligrosos	SI	-1		-1		-1	1	-2		
Potencial derrame de residuos no peligrosos	no							0		-2
<b>SUMINISTRO/CONSUMO DE AGUA POTABLE</b>										
Consumo de agua	no				-1			-1		
Potencial derrame de materiales peligrosos (pipas)	no	-1		-1				-2		-3
<b>SUMINISTRO/CONSUMO DE COMBUSTIBLE GASES INDUSTRIALES</b>										
Emisión de gases de combustión	no		-1					-1		
Potencial derrame de materiales peligrosos	SI	-1		-1		-1	1	-2		-6
Potencial incendio / explosión	SI		-1		-1	-1		-3		
<b>SUMINISTRO/CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (incluye mantenimiento)</b>										
Emisión de residuos peligrosos	no	-1		-1				-2		
Potencial derrame de materiales peligrosos	SI	-1		-1			1	-1		-6
Potencial incendio / explosión	SI		-1		-1	-1		-3		
<b>EMISIÓN/RECOLECCIÓN DE BASURA</b>										
Emisión de residuos solidos no peligrosos	SI	-1		-1		-1	1	-2		
Emisión de gases de combustión	no		-1					-1		-6
Potencial derrame de agua residual	SI	-1		-1		-1	1	-2		
Emisión de olores	no		-1					-1		
<b>EMISIÓN/RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS LÍQUIDOS (aceite gastado, agua oleosa y agua residual)</b>										
Emisión de residuos peligrosos	SI	-1		-1			1	-1		
Emisión de agua residual	SI	-1		-1			1	-1		
Potencial derrame de residuos peligrosos	SI	-1		-1			1	-1		-8
Potencial derrame de agua residual	SI	-1		-1			1	-1		
Potencial incendio / explosión	SI		-1		-1	-1		-3		
Emisión de olores	no		-1					-1		
			-51	-36	-48	-31	-26	50		

**Tabla VIII.** Identificación de los efectos de las actividades y/o servicios de la terminal de contenedores del EIT

	A-F	AMMP	CYM	CYD	ALMACENAJE	EADP	CEC	AO	ATRP	BARRCONT	AVITUALLAMIENTO	SAP	SCGI	SEE	RB	RDDL		
Consumo de agua	-1	-1	-1					0										-4
Consumo de combustibles	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0				-1						-7
Consumo de energía eléctrica	-1	-1	-1	-1			-1	0										-5
Consumo de madera y sus derivados		-1	-1	-1	-1	-1		0										-5
Emisión de agua residual		-1	-1	-1				-1										-5
Emisión de gases de combustión		-1	-1	-1	-1	-1		-1					-1		-1			-8
Emisión de olores		-1	-1	0					-1						-1	-1		-5
Emisión de polvos		-1	-1	-3														-5
Emisión de residuos no peligrosos}	-1	-2	-2	-3	-3	-1	-2	-1			-2							-17
Emisión de residuos peligrosos		-1	-1				0		-1					-2		-1		-6
Emisión de residuos solidos no peligrosos															-2			-2
Emisión de ruido	-1	-1	-1	-1														-4
Potencial derrame de agua residual		-1	-1	-1				-1	-1	-1					-2	-1		-9
Potencial derrame de materiales peligrosos	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1			0		-2	-2	-1				-13
Potencial derrame de residuos no peligrosos	-1	-1	-1	-2						0	0							-5
Potencial derrame de residuos peligrosos	-1	-1	-1			-1	-1		-1	0							-1	-7
Potencial fuga de gases		-1	-1	-1				-1										-4
Potencial fuga de gases (Freón, Amoniaco)	-1																	-1
Potencial fuga de gases/ polvos / humo							-1											-1
Potencial fuga de polvos					-1													-1
Potencial incendio / explosión	-1	-3	-3	-2	-2	0	-2	-2	-3	-1			-3	-3		-3		-28
<b>SUMATORIA</b>	<b>-10</b>	<b>-20</b>	<b>-20</b>	<b>-19</b>	<b>-11</b>	<b>-6</b>	<b>-9</b>	<b>-7</b>	<b>-7</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>-3</b>	<b>-6</b>	<b>-6</b>	<b>-6</b>	<b>-6</b>	<b>-8</b>	

## 7. DISCUSIONES

En un puerto no sólo confluyen los modos marítimos y terrestres de transporte sino que una inmensa variedad de servicios, instituciones y empresas; múltiples recursos e intereses que convergen en diversas operaciones comunes, ya sea de acceso, de circulación, de control, de atención, de manipulación, recepción y despacho de naves, de cargas y medios (Doerr y Sánchez, 2006), etc., por lo que las actividades y servicios portuarios difieren entre sí en una serie de aspectos lo que dificulta el estudio de los puertos como una entidad homogénea, y por ello es aconsejable centrar el análisis en una actividad concreta (González y Trujillo, 2006), por lo que esta investigación sólo se enfocó en la productividad de las operaciones e instalaciones en el muelle de la terminal de contenedores del Puerto de Ensenada.

Para fines de su operación diaria, planificar y controlar las actividades, los puertos realizan mediciones y aplican indicadores en sus operaciones; entre las variables más relevantes que se encontró se usan para este objetivo están las siguientes variables: área de la terminal, área de almacenamiento, calado, línea de atraque, tipo de buque, No. y tipo de grúas y No. de TEUs (tráfico).

Como muestran los resultados obtenidos en esta investigación, la terminal de contenedores del EIT presenta características muy similares a las del escenario TM1 ya que en general presentó un superávit en la superficie de la terminal, la línea de atraque y la tipificación de grúas, estando por encima de los valores de la terminal modelo con 25, 28 y 3 puntos respectivamente. En lo que a la superficie de la terminal se refiere, las características que presenta el EIT superan en su mayoría a las de la TM1 que maneja un mayor tráfico de contenedores (123 207 y 150 000 TEUs respectivamente), sin embargo el área de almacenamiento del EIT con 12 464 m<sup>2</sup>, es casi 2 veces menor que la de la terminal idealizada que cuenta con 33 380 m<sup>2</sup>. En cuanto a la línea de atraque el EIT cumple con todas las características de la TM1, superando en algunos casos dichas características; por otro lado el EIT cuenta con el doble de número de grúas que la TM1, siendo que maneja un menor tráfico.

El EIT presenta déficit en una de las características más importantes y a la que está supeditada el dimensionamiento de las terminales de contenedores, el tráfico o capacidad operativa referida a: número de contenedores, movimientos realizados y TEUs correspondientes, movidos durante un año, con -8 puntos. El EIT para acercarse a

un escenario de TM1 tendría que mover un tráfico de 150 000 TEUs al año, sin embargo está por debajo de este valor idealizado ya que moviliza un tráfico de 123 207 TEUs.

La terminal de contenedores del EIT vs. la TM1 no cumple con algunas de las características de infraestructura, en específico de la superficie de la terminal en lo que se refiere a: número de slots y el área de almacenamiento. Por otra parte, tampoco cumple con algunas características operativas tal es el caso del aprovechamiento y rendimiento de jornada, rendimiento anual de grúa, media de TEUs al día, rendimiento máximo de la terminal y número de movimientos al día. El déficit en las características operativas pudiera estar atribuido a la estrecha relación que existe entre éstas y la variable del tráfico de contenedores, es decir, como existe un déficit en el número de contenedores, movimientos realizados y TEUs movidos durante un año, el valor de dichas variables se ve afectado directamente mostrando un déficit también. Con base en lo anterior no se podría considerar, de momento, un crecimiento en el tráfico de contenedores que atiende de la terminal del EIT debido al déficit de área de almacenamiento que presenta, como lo muestran los resultados obtenidos. Aunque la expansión del área de almacenamiento es un proyecto que está en ejecución actualmente. Por otra parte, el EIT tiene como proyectos a futuro construir 300 m más de muelle y la adquisición de equipo adicional, así como incrementar su capacidad operativa actual a 400 000 TEUs (comunicación personal).

Cabe mencionar que la necesidad de construir un nuevo terminal o un aumento de capacidad resulta algo que es inevitable, sin embargo, antes de que se ponga en ejecución cualquier plan es de gran importancia que se conozca si se han utilizado completamente las instalaciones existentes y si se ha maximizado la producción, es decir, si se ha obtenido el máximo que es posible con los recursos disponibles (Doerr y Sánchez, 2006).

Al analizar el EIT con respecto a las terminales modelo II y III, el EIT dista mucho actualmente de un escenario TM2 y TM3, presentando un déficit de -29 puntos respecto a la terminal modelo en ambos casos. Además en ambos casos, con respecto a las terminales modelo idealizadas II y III, el EIT presenta un déficit tanto en las características de infraestructura como de tráfico y operaciones. Aunque algunas características si las cumple; en orden de mayor a menor y en ambos casos, con un

déficit de -5 puntos está la superficie de la terminal y las operaciones; con un déficit de -4 puntos, la línea de atraque y con un déficit de -3 puntos, el No. y tipo de grúa. Para asemejarse a un escenario de TM2 o TM3 el EIT tendría que manejar un tráfico de 300 000 a 450 000 TEUs que para poder atenderlo sería necesario contar con un área de 25.44 Ha y 34.76 Ha respectivamente, así como con un área de almacenamiento de entre 63 589 m<sup>2</sup> a 86 909 m<sup>2</sup>; una la línea de atraque de 600 m o 750 m respectivamente y un calado de 12 a 14 m, esto permitiría poder atender buques Panamax y Postpanamax. Así mismo el EIT necesitaría tener entre su equipo tanto grúas panamax como postpanamax.

Es así como el transporte marítimo, estrechamente relacionado con el sector portuario, ha demandado y seguirá generando una serie de transformaciones en los puertos y terminales, como la introducción de nuevas tecnologías, especialización y automatización de procesos, cuyo origen se encuentra en los múltiples cambios tecnológicos producidos en los medios y sistemas de transporte y en el incremento del comercio global (Doerr y Sánchez, 2006).

Con base en los proyectos futuros del EIT de construir 300 m más de muelle e incrementar su capacidad operativa a 400 000 TEUs, el EIT tendría que hacer varias adecuaciones a las instalaciones actuales, por ejemplo, ampliar el área de almacenamiento y en sí la superficie de la terminal, proyecto en actual ejecución, así como adquisición de equipo adicional, entre otras cosas. El EIT tendría que asemejarse más al escenario de una terminal modelo II o III.

En cuanto a la proyección en el tiempo de la terminal de contenedores del puerto en función de posibles incrementos uniformes de tráfico para una duración de la concesión de 20 años, en lo que respecta a la línea de atraque, contar con un muelle de 600 m (escenario TM2) permitiría atender un tráfico entre 202 416 y 256 466 contenedores/año, correspondiente a un coeficiente de crecimiento anual de 1,06 al 1,07 sobre el tráfico actual que atiende la terminal de contenedores. En lo que a la superficie de la terminal se refiere para atender este tráfico sería necesario contar con un área de 24 Ha a 30 Ha aproximadamente, que corresponde a un coeficiente de crecimiento anual de 1,06 al 1,07 sobre las características actuales (figura D2-D4). Estas características de tráfico y de infraestructura, hablando sólo técnicamente y de

acuerdo a la proyección que se realizó en este trabajo, será posible alcanzarlas entre 17 y 20 años de concesión y con un coeficiente de crecimiento anual entre 1,06 y 1,07.

En si esta proyección en el tiempo, que es meramente teórica, podría ser una herramienta en la toma de decisiones para crear diferentes escenarios de crecimiento, ya que muestra como, en un mayor o menor tiempo y en un determinado coeficiente de crecimiento anual, el EIT puede llegar a diferentes escenarios de crecimiento (TM1 o TM2, en este caso) y los cambios de infraestructura que requeriría en lo que respecta a superficie y línea de atraque (Figura D2-D4).

En cuanto al crecimiento de tráfico de contenedores, la terminal del EIT ha presentado un coeficiente de crecimiento anual muy variable y mayor, en algunos casos, que el que se utiliza en la proyección teórica a lo largo del tiempo, el cual es constante (Anexo VII). Además cabe mencionar que no sólo la infraestructura portuaria disponible regula esta variable, sino también otros aspectos los cuales intervienen de manera significativa, tales como: la evolución de las distintas actividades económicas, la demanda de productos, la producción industrial, la diversidad y volumen de las exportaciones e importaciones, la burocracia y el costo de las operaciones y maniobras; estos dos últimos aspectos juegan un rol importante en la elección de los productores por un puerto para transportar su mercancía.

La terminal de contenedores del puerto entre los años 1997 y 2007 presentó un crecimiento anual que vario del -14% (2002-2003) al 103% (2001-2002) aproximadamente. Entre el año 2006 y 2007 hubo un decrecimiento en el tráfico de contenedores (TEUs) de -0.07%. Desde 1997 al 2007 el crecimiento de tráfico de contenedores (TEUs) fue de 860%, que corresponde a una diferencia de 112 474 TEUs aproximadamente. Aunque la tendencia en si del tráfico de contenedores (TEUs) de la terminal del EIT ha ido en aumento, a lo largo de estos 10 años (1997-2007), se observan algunos decrecimientos en los años 1998, 2001, 2003, 2004 y 2007 (Véase Anexo VII).

A pesar de que desde la privatización del puerto de Ensenada y la concesión de la terminal de contenedores, han mejorado las condiciones de competencia así como de tráfico portuario e infraestructura de la terminal de contenedores, el puerto de Ensenada presenta ciertos inconvenientes frente a los puertos vecinos de Los Ángeles y Long Beach por diversas razones, entre ellas posiblemente las diferencias de

infraestructura física y las diferencias de la calidad del entorno regulatorio e institucional.

Al examinar la situación del transporte en algunos puertos, se aprecia que en razón a que los puertos desempeñan un papel estratégico y circunstancial en el bienestar económico de la nación, resulta vital que los gobernantes, operadores portuarios y las autoridades portuarias centren el foco de sus esfuerzos en promover y resaltar la competitividad y eficiencia de sus puertos (Doerr y Sánchez, 2006).

Debido a que la competitividad de la economía depende de un sistema de transporte y puertos más eficientes, capaz de mover mercancías de una forma fiable, económica y segura (Cancino *et al.*, 2004); otro nodo conflictivo en la competitividad y eficiencia del puerto de Ensenada lo constituye el problema de la red vial, ya que no podría soportar un aumento en los volúmenes de carga, lo cual se traduce en una mayor movilización de unidades de transporte lo que provocaría la congestión de la red vial intraurbana e interurbana, en particular del acceso norte hacia el puerto. Una posible solución a este conflicto sería la construcción de vías férreas, lo que permitiría aumentar las importaciones y exportaciones entre México y Estado Unidos, aunque cabe mencionar que el desarrollo del proyecto ferroviario constituye un reto por el hecho de que el puerto esté situado en el centro histórico y turístico de la ciudad (Arámburo-Vizcarra, 2002).

Los indicadores y datos utilizados en el estudio fueron seleccionados como los más representativos y aptos para los fines de la investigación. Los resultados obtenidos en este estudio procuran proveer al gobierno, autoridades portuarias y operadores de terminales del Puerto de Ensenada un sistema de indicadores útiles para la evaluación, toma de decisiones y el diseño de políticas tendientes a controlar y mejorar la productividad de la terminal de contenedores.

La importancia de este trabajo radica principalmente en que no se ha llevado a cabo anteriormente una investigación similar en la terminal de contenedores del puerto de Ensenada, además de que el modelo de indicadores empleado en esta investigación, así como sus resultados, pretenden ser una herramienta de diagnóstico para la proyección de futuros planes de desarrollo del transporte de contenedores que sea lo suficientemente sencillo para poder dar seguimiento al funcionamiento de una terminal de contenedores, ya que las mediciones realizadas permiten de cierto modo

identificar las mejores prácticas de operación, conocer la escala más eficiente de producción, establecer la magnitud de ahorros en el uso de los recursos y determinar el momento en que deberá aplicarse algún cambio.

El mayor potencial del modelo aquí aplicado radica en que se pueden simular diferentes situaciones y escenarios si se cambian los valores de los indicadores, para así generar visiones futuras de tal manera que coadyuven a fijar metas y objetivos en la productividad del transporte marítimo de contenedores. En distinta medida permite calificar un terminal de contenedores en el contexto nacional e internacional, sin embargo, los indicadores utilizados en este modelo no proporcionan información sobre la calidad de los servicios que el puerto ofrece o directamente no aportan datos respecto de cómo el puerto está sirviendo a la cadena de distribución de la mercancía. Aun cuando se reconoce la importancia que tiene la medición del funcionamiento de un puerto, no existen métodos ampliamente difundidos en todos los puertos.

Por otro lado, también es deber tanto de las autoridades portuarias como del gobierno asegurar la prosperidad económica y la calidad ambiental (De Leffe *et al.*, 2003). Por lo que promover la gestión ambiental dentro del puerto permite a las autoridades portuarias, operadores y planificadores portuarios, saber cuáles son los impactos que se producen en ellos y cuáles son las medidas correctoras que se pueden utilizar para evitarlos y/o minimizar sus efectos. Contar con un sistema de gestión ambiental en los puertos es una herramienta muy útil y necesaria para conocer en todo momento la situación del puerto en materia ambiental y de este modo generar nuevas legislaciones y facilitar su adecuada adaptación en la materia así como realizar las adecuadas actuaciones de mejora (Cancino *et al.*, 2004).

En el análisis ambiental de la terminal de contenedores las actividades y/o servicios que resultaron ser las de mayor efecto e impacto con -20 puntos, fueron el almacenaje y mantenimiento de maquinaria pesada, que afecta principalmente el agua y el suelo; la construcción y mantenimiento de infraestructura, que impacta también principalmente el agua y el suelo; y con -19 puntos, la carga y descarga que perjudican el agua, el suelo y el aire. Dichas actividades, aunque en menor grado, también provocan escasez de recursos naturales y generan problemas de imagen.

Así mismo, si bien en menor grado, el resto de las actividades y/o servicios tienen un impacto en cada factor ambiental: agua, aire, suelo, escasez de recursos

naturales y problemas de imagen. El factor ambiental más afectado fue el agua con -51 puntos, después con -48 puntos el suelo y finalmente con -36 puntos el aire. Los problemas de imagen y escasez de recursos naturales también son un problema provocado por las actividades y/o servicios que se desempeñan en la terminal de contenedores, pero principalmente los factores mencionados anteriormente son los más perjudicados, de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación.

Por otro lado, con -28 puntos el potencial incendio y/o explosión fue el efecto de mayor impacto, ya que se encontró que eso sería causa de varias actividades y/o servicios que se realizan en la terminal y afecta o pudiera afectar varios factores ambientales a la vez, principalmente el aire. Otros efectos que también son o serían causa de diferentes actividades y/o servicios y que afectan o afectarían varios factores ambientales, y por lo tanto tiene un impacto considerable, resultaron ser la emisión de residuos no peligrosos y el potencial derrame de materiales peligrosos.

En lo que se refiere al aspecto normativo de los efectos ambientales asociados a las actividades y/o servicios de la terminal de contenedores del puerto, se encontraron 21 efectos diferentes, de los cuales 9 que corresponden al 43% no están legislados; 8 que corresponden al 38% si están legislados, en tanto que el 19% restante (correspondiente a 4 efectos) sólo están legislados en lo que a las actividades de oficina se refiere. En general, aunque un mismo efecto puede estar presente en varias actividades, las actividades y/o servicios de la terminal de contenedores del puerto tienen asociados 120 efectos en total que afectan o podrían afectar la condición del medio ambiente y de los cuales sólo el 42% se encuentran legislados.

Con base en los resultados obtenidos se puede decir que cualquier actividad y/o servicio que se lleva a cabo en la terminal de contenedores tiene un impacto ambiental asociado. Cada actividad, ya sea en menor o mayor grado, tiene un efecto de alguna manera en el medio ambiente. Por lo que el reto de las autoridades portuarias, la industria, el gobierno a nivel local, nacional e internacional, es asegurar un balance adecuado entre la prosperidad económica y la calidad ambiental por medio del establecimiento y actualización de medidas normativas y regulatorias.

Considerando todos los aspectos anteriores, resulta vital que los gobernantes, autoridades portuarias y operadores portuarios centren y unan sus esfuerzos en

formular políticas y planes de desarrollo que promuevan un terminal de contenedores, y en sí un puerto, más competitivo.

## 8. CONCLUSIONES

- La terminal de contenedores del puerto de Ensenada tiene un calado de 13 m y una línea de atraque de 300 m, está equipado con 4 grúas tipo Panamax, atiende buques tipo Feeder y Panamax. Características operacionales: rendimiento de grúas de 24 mov/h y rendimiento máximo de 100 000 mov/grúa al año. La estancia media del buque en atraque tanto en maniobras como en operaciones es de 0.5 h y 7.5 h respectivamente. En la terminal se realizan 3 jornadas al día con un aprovechamiento de 2.9 h/jornada.
- Los principales indicadores que describen las características operacionales y de infraestructura para una terminal de contenedores son: área de la terminal, área de almacenamiento, calado, línea de atraque, tipo de buque, número y tipo de grúas y número de unidades equivalentes a un contenedor de 20 pies de longitud (TEUs).
- La terminal de contenedores del puerto de Ensenada presenta características muy similares a las del escenario terminal idealizada tipo I que maneja un tráfico de 150 000 TEUs.
- La terminal de contenedores del puerto de Ensenada presenta déficit en el número de contenedores, movimientos realizados y TEUs, en el área de almacenamiento, rendimiento máximo de la terminal, estancia del buque en atraque por operaciones, rendimiento anual de grúas, entre otros.
- La terminal de contenedores del puerto de Ensenada presenta superávit en el área de la terminal, el calado, número y tipo de grúas, rendimiento de grúas, estancia del buque en atraque para maniobras, entre otros.
- El plan de desarrollo del EIT proyecta un incremento de su capacidad operativa a 400 000 TEUs, ubicándolo en un escenario TM3 para lo cual debe incrementar su área de almacenamiento un cerca del 600 % y el área en su de la terminal un 141 %, contar con 3 grúas postpanamax, para poder atender buques más grandes e incrementar su línea de atraque un 150 %, entre otros aspectos.
- La proyección en el tiempo de la terminal de contenedores muestra que de acuerdo al tráfico actual que atiende la terminal y el área con la que cuenta, ésta podría asemejarse al escenario de la terminal modelo II dentro de 17 y 20 años,

con un coeficiente de crecimiento anual de 1,06 a 1,07. Situación que implicaría un incremento de la línea de atraque del 100 % y el 66 % del área como mínimo y del 108 % como máximo, lo que le permitiría atender un tráfico entre 202 216 y 256 466 contenedores/año.

- Las proyecciones en el tiempo de los modelos idealizados manejan un coeficiente de crecimiento constante en el tráfico de contenedores, situación distinta a la de laterminal del EIT que ha presentado un coeficiente de crecimiento anual variable entre -14 % a 103 % desde el inicio de la concesión hasta el 2007.
- El crecimiento de tráfico entre 1997 y el 2007 fue de 112 474 TEUs aproximadamente, es decir, de 860 %, aunque a lo largo de estos 10 años se presentaron algunos decrecimientos de tráfico para los años 1998, 2001, 2003, 2004 y 2007, posiblemente asociados a la evolución de las distintas actividades económicas, la demanda de productos, la producción industrial, la diversidad y volumen de las exportaciones e importaciones.
- Con el modelo de terminales teóricas es posible generar visiones futuras de tal manera que se puedan fijar metas y objetivos más acertados en cuanto a la productividad del transporte marítimo de contenedores. Sin embargo los indicadores utilizados pueden no proporcionar información sobre todos los aspectos que se involucran en el manejo de la terminal en general.
- Las actividades y/o servicios dentro de la terminal que resultaron de mayor incidencia sobre las condiciones ambientales tales como en la calidad del agua, del aire y del suelo, son el almacenaje y mantenimiento de maquinaria pesada, la construcción y mantenimiento de infraestructura y la carga y descarga.
- Los efectos de las actividades y/o servicios dentro de la terminal de mayor incidencia e impacto potencial son la emisión de residuos no peligrosos y derrame de materiales peligrosos respectivamente.
- Se identificaron 21 efectos diferentes producto de las actividades y/o servicios que se llevan a cabo dentro de la terminal. El 43% no están legislados, el 38% si lo están, en tanto que el 19% restante sólo está legislado en lo que respecta a las actividades de oficina. En total y considerando que un mismo efecto puede ser repetirse en diferentes actividades, se encontraron 120 efectos asociados a las

actividades y/o servicios que se llevan a cabo dentro del a terminal, de los cuales el 42% se encuentran regulados.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

### 9.1 Literatura

- Arámburo-Vizcarra, G., 2002, "El potencial marítimo portuario de Baja California: el caso de Ensenada", En: Guillen, Tonatiuh (Coord.), Los Estados de México: Baja California, Instituto de Investigaciones Interdisciplinarias de la UNAM, México.
- Arredondo-García, Ma. C., 1995, Análisis del sistema portuario de Ensenada, B.C.: sectores, problemática y alternativas preferentes de utilización, Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México.
- Cancino, R., Cupul-Magaña, L., Samaniego-Hernández, R., Rojas-Marín, J. y R., Rodríguez-Veliz, 2004, Evaluación Ambiental en la calidad del agua del Puerto de Tarragona y su impacto en la costa adyacente, Universidad Politécnica de Cataluña y Fundación Politécnica De Cataluña, Barcelona, España.
- Clliane, K., Song, D., Ji P. y Wang, T., 2004, An Application of DEA Window Analysis to Container Port Production Efficiency, Review of Network Economics School of Marine Science & Technology, University of Newcastle, Volume 3, Issue 2-junio.
- De Lefte, A., Luk'yanchuk, S., Michail, A., Panasevich, S., Shelest, K., Shevchenko, N. y Van Duursen, J., 2003, Environmental Performance Indicators in European Ports, IVAM Research and Consultancy on Sustainability, Report number: 2003-2 April.
- Doerr, O. y Sánchez, R., 2006, Indicadores de productividad para la industria portuaria. Aplicación en América Latina y Caribe, Recursos naturales e infraestructura, CEPAL, Santiago de Chile, Naciones Unidas, Vol. 112, 79 pp.
- González-Barradas, R., 1999, Consideraciones Ambientales y Socioeconómicas que Sustentan la Actividad Acuícola en Bahía San Quintín, Baja California, Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México.
- González-Serrano, M. y Trujillo, L., 2005, La medición de la eficiencia en el sector portuario: revisión de la evidencia empírica, Departamento de Análisis Económico Aplicado, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 42 pp.
- González-Villagran, A., 1992, Reevaluación de los estudios utilizados para el diseño del Puerto de Ensenada, B.C., Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México.
- Guerra-Sierra, A., 2004, INDAPORT: Sistemas de Indicadores Ambientales para el Sistema Portuario Español, Ente Público Puertos del Estado, Madrid, España, 12 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y el Instituto Nacional de Ecología (INE), 2000, Indicadores de desarrollo sustentable en México, México, 84 pp.
- Marí, R., Souza, A., Martín, J. y Rodrigo, J., 2003, El transporte de contenedores: Terminales, operatividad y casuística, Ediciones de la Universidad de Catalunya, Barcelona, POLITEXT 146, 282 pp.
- Marlow, P. y Paixao A., 2004, Measuring Lean Ports Performance, International Journal of Tranports Management.

- Martín-Bofarull, M., 2002, Eficiencia, corto plazo y costes hundidos: evidencia empírica para el sistema portuario español, Economía Aplicada, Terragona, España, Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Murcia, 25 pp.
- Montero, L., 2002, Logística e intermodalidad. LogisBook, Valencia, Barcelona.
- Moreno-Gómez, A., 2007, Puerto Valparaíso: tendencias e ideas para su desarrollo, Hutchison Port Holdings Group, 34 p.
- Rodríguez, A., 2004, El Transporte Marítimo en el Contexto Europeo y Mundial, Módulo 1, Curso 2003-2004, 2ª Edición, Máster Internacional en Gestión Portuaria, Universidad Politécnica de Cataluña.
- Rodríguez-Ramírez, A., 2007, Evaluación de la Sustentabilidad Costero Terrestre a través de Indicadores en La Bahía San Francisco en Guaymas, Sonora, Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México.
- Sala, R. y Medal, A., 2004, "Estudio de la eficiencia técnica y económica de las terminales de contenedores", Universidad de Valencia, Rect@ Actas\_12(1), 27 pp.
- Sánchez, R., 2007, Estadísticas Portuarias: Informe provisional 2001 – 2006, CEPAL, Naciones Unidas, 14 pp.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2008, Guía de Servicios de Transporte Marítimo en México, Coordinación General de Puertos y Marina Mercante, Dirección General de Marina Mercante, 164 pp.
- Secretaría de Marina, 1974, "Estudio Geográfico de la Región de Ensenada, B.C.", Publicado por la Dirección General de Señalamientos Marítimos, México, D.F., 131-156.
- Shearlock, C., James, P. y Phillips J., 2000, "REGIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT: ARE THE NEW AGENCIES ARMED WITH THE INFORMATION THEY REQUIRE?", Sustainable Development 8: 79-88.
- Sierra, P., 2004, Impacto Ambiental Portuario, Master INTERNACIONAL EN GESTIÓN PORTUARIA, Cursos 2003-2004, 2da. Edición, Universidad Politécnica de Catalunya.
- Winogard, M. y Messias, R., 1995, "Marco Conceptual para el Desarrollo y Uso de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad para Toma de Decisiones en Latinoamerica y el Caribe", México, D.F. , 22 pp.

## 9.2 Sitios de internet

1. <http://www.puertoensenada.com.mx>
2. [http://www.gob.mx/wb/egobierno/egob\\_Puerto\\_de\\_Ensenda](http://www.gob.mx/wb/egobierno/egob_Puerto_de_Ensenda)
3. <http://www.apb.es>
4. <http://www.anp.com.uy>

## 9.3 Comunicación personal

### **Ocean. Melissa Marrón Cabrera**

Coordinador de Ecología

Administración Portuaria Integral de Ensenada, S.A. de C.V.

Blvd. Tte. Azueta #224 Recinto Portuario

Ensenada, B.C. C.P. 22800  
Tel. (646) 178 28 60, 178 27 75 ext. 153  
Fax. (646) 174 03 70  
ecologia@apiensenada.com.mx

**Manuel Garcia Gordillo**

Operations Manager  
Ensenada International Terminal  
Tel. +52 (646) 1788801 ext. 227  
Fax. +52 (646) 1788804  
E-Mail: [garcia.manuel@enseit.com](mailto:garcia.manuel@enseit.com)  
[www.enseit.com](http://www.enseit.com)

**Ing. René Galván Belmonte**

Operations Junior Manager  
Ensenada International T.Tel. +52 (646) 1788801 ext. 105  
Fax. +52 (646) 1788804  
E-Mail: [galvan.rene@enseit.com](mailto:galvan.rene@enseit.com)  
[www.enseit.com](http://www.enseit.com)

**Ramón Sala Garrido**

Departament de Matemàtiques per a l'Economia i l'Empresa  
Facultat d'Economia  
Universitat de Valencia  
Av. Tarongers s/n 46071 Valencia  
Tfo: 963828398 (69)  
Fax: 963828370  
[Ramon.Sala@uv.es](mailto:Ramon.Sala@uv.es)

**Maria Amparo Medal Bartual**

PDI TITULAR D ESCOLA UNIVERSITARIA  
*Finances Empresariales, Facultat d'Economia*  
Universitat de Valencia  
Av. Tarongers s/n 46071 Valencia  
Tfo: 963828398  
Fax: 963828370  
[Amparo.Medal@uv.es](mailto:Amparo.Medal@uv.es)

## **ANEXOS**

---

## **ANEXO I**

## **GLOSARIO**

**Almacenaje:** La guarda de mercancías en almacén, patios o cobertizos.

**Estiba:** El acomodo de bienes o mercancías.

**Transporte intermodal:** designa el movimiento de mercancías en una misma unidad o vehículo usando sucesivamente dos o más modos de transporte sin manipular la mercancía en los intercambios de modo (Ministerio de Fomento, 2004).

**Contenedor:** término genérico utilizado para designar una caja que transporta mercancías, suficientemente resistente para su reutilización, habitualmente apilable y dotada de elementos para permitir las transferencias entre diferentes modos de transporte. Se considera un elemento unificador y básico del transporte intermodal que se utiliza en todo tipo de modos (Ministerio de Fomento, 2004).

**TEU:** unidad equivalente a un contenedor de 20 pies de longitud (Doerr y Sánchez, 2006).

**Unidad de transporte intermodal (UTI):** es el contenedor (Ministerio de Fomento, 2004).

**Apilar:** designa el almacenamiento de UTI colocadas unas encima de otras (Ministerio de Fomento, 2004).

**Buque portacontenedores:** el más usado hoy en día para el transporte de contenedores, diseñado y construido de tal manera que puede transportar en sus bodegas o sobre cubierta. En función de su tamaño se establecen diferentes categorías de buques portacontenedores (Ministerio de Fomento, 2004).

**Buque panamax:** buque con dimensiones que permiten su paso a través del canal de Panamá, eslora máxima 295 m, calado máximo 13,50 m (Ministerio de Fomento, 2004).

**Buque postpanamax:** buque con una dimensión, por lo menos, mayor que el panamax (Ministerio de Fomento, 2004).

**Grúa:** aparato de elevación, soportado por dos patas, que puede desplazar cargas, vertical, horizontal o lateralmente maniobrando dentro de una superficie limitada (Ministerio de Fomento, 2004).

**ISO:** International Standardisation Organization (Ministerio de Fomento, 2004).

**Residuo:** material o producto en estado sólido o semisólido, líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere

sujetarse a tratamiento o disposición final (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 2006).

**Residuo:** cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó (LEGEEPA, 2006).

**Residuos peligrosos:** todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente (LEGEEPA, 2006).

**Aguas Residuales:** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas (Ley de Aguas Nacionales, 2004).

**Dragado:** Retiro, movimiento y/o excavación de suelos cubiertos o saturados por agua. Acción de ahondar y limpiar para mantener o incrementar las profundidades de puertos, vías navegables ó terrenos saturados por agua; sanear terrenos pantanosos, abriendo zanjas que permitan el libre flujo de las aguas; eliminar en las zonas donde se proyectan estructuras, los suelos de mala calidad (Ley de Navegación y Comercio Marítimos, 2006).

**Tratamiento:** Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 2006).

**Contaminante:** Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural (LEGEEPA, 2006).

**Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico (LEGEEPA, 2006).

**Material peligroso:** elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (LEGEEPA, 2006).

**Prevención:** conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente (LEGEEPA, 2006).

**ANEXO II**  
**DESCRIPCIÓN DE INDICADORES**

Cada modelo de terminal que incluye el presente trabajo se ha realizado siguiendo las mismas pautas, en orden a facilitar la comparación de sus diferentes características. Dichos modelos abarcan diferentes tipologías de terminales, que operan desde 100 000 contenedores/año (Modelo 1) a 300 000 de contenedores/año (Modelo 3). A continuación se describen los datos de entrada requeridos para la base de cálculo de los indicadores de productividad de estudio.

### **Capacidad Operativa de la Terminal**

Cada modelo se define por su capacidad operativa referida a sus **Indicadores Base**: número teórico de contenedores, movimientos realizados y TEUs correspondientes, movidos durante un año. La relación contenedores, movimientos y TEUs se basa en un trabajo de campo realizado en diferentes terminales analizadas.

### **Características Técnicas y de Explotación.**

En cada modelo de terminal se describen sus **Características Técnicas**, como elementos más significativos que reflejan su capacidad operativa: **Número de Grúas, Línea de Atraque y Superficie**. Éstas varían en relación con los Indicadores Base de cada uno de los modelos.

Se consideran **Características de Explotación**, aquellas que definen los rendimientos de cada una de la **Características Técnicas**, y cuyos valores están basados en el trabajo de campo realizado en diferentes terminales analizadas. Se tiene en cuenta que, en la vida de una terminal, el tráfico es una variable que puede aumentar o disminuir según las tendencias del mercado, la competencia con otras terminales, la calidad operativa etc., por lo que se define en los diferentes modelos, el tráfico límite que es capaz de absorber cada terminal en función de las **Características Técnicas** definidas.

Para poder conocer el tráfico límite de cada modelo, sin variar ninguna de **Características Técnicas** es necesario determinar cuál de ellas tiene mayor limitación en capacidad de absorción de tráfico.

Esta característica, denominada Variable Límite es distinta según el modelo, y condiciona el máximo tráfico que la terminal es capaz de atender.

Los límites máximos considerados, no son los teóricos, sino los que realmente se han observado en el Sistema Portuario y que, por razones intrínsecas a la actividad analizada, son inferiores a los valores teóricos.

## DIMENSIONAMIENTO DE GRÚAS

**Rendimiento/hora de la grúa ( $\rho_h$ ):** Su elección está basada en el Análisis Previo de las Terminales del sistema portuario español (En adelante A.P.T.), en las bases de datos y en los datos facilitados por los suministradores del material portuario. Su valor varía entre 22 mov/h y 26 mov/h. Para la EIT su valor varía entre 24 mov/h y 32 mov/h.

**Aprovechamiento de jornada ( $A_j$ ):** Variable que no depende solamente de la eficiencia de la terminal, sino también del personal portuario de cada puerto. La elección de su valor se ha basado en el A.P.T., considerándose un mayor aprovechamiento de la jornada cuanto mayor es el movimiento de la terminal.

**Rendimiento de la jornada ( $\rho_j$ ):** dato derivado de los dos anteriores  $\rho_j = \rho_h / A_j$

**Días Hábiles:** Días de utilización del muelle en las terminales.

**Número de Jornada /Año ( $J_a$ ):** Se calcula a partir de los datos previos:  $J_a = M_A / \rho_j$

$M_A$  = No. de movimientos anuales de la terminal.

**Rendimiento máximo de la terminal:** se calcula a partir de  $A_j * \rho_h$   
(máximo) \* máximo laboral \* días hábiles

## TIPIFICACIÓN DE GRÚAS, BUQUES Y CALADO

Independientemente de la **Variable Límite** que corresponda a cada terminal modelo, se ha realizado una proyección en el tiempo de validez de la capacidad de las

grúas en función de posibles incrementos uniformes de tráfico y para una duración de la concesión de 20 años.

Para este análisis se ha considerado un incremento máximo del 7 % anual, crecimiento estimado en los próximos 10 años para el tráfico mundial de contenedores.

Las zonas delimitadas determinan una toma de decisiones sobre el dimensionamiento del número de grúas en función de los incrementos de tráfico.

## CÁLCULO DE LA LÍNEA DE ATRAQUE

**Movimientos/día ( $M_d$ ):** Número de movimientos diarios que realiza la terminal, en función del número de movimientos anuales del modelo y del número de días hábiles:

$$M_d = M_A / \text{días hábiles.}$$

**Nº Escalas Previstas/día ( $ES_d$ ):** Valor establecido a partir del A.P.T., que varía entre 2 y 10.

**Nº Escalas Previstas/Año ( $ES_A$ ):**  $ES_A = ES_d \times \text{Días hábiles.}$

**Eslora Media del Buque ( $EL$ ):** valor medio de la eslora con base en las dimensiones de los buques según su tipo que arriban a la terminal. Dato basado en el A.P.T. y en las dimensiones de los buques según su tipo (Feeder, Panamax,..etc.).

**Tiempo de Descarga ( $T_o$ ):** Tiempo de operativa del buque en muelle. Es función del rendimiento horario de las grúas ( $\rho_h$ ), y del número de operaciones que se van a trabajar en el barco ( $ES_d$  y de  $M_d$ ).  $T_o = (M_d / \rho_h) / ES_d$ .

**Estancia Media del Buque ( $T_B$ ):** Tiempo estimado de estancia del buque en muelle. Se considera el tiempo de maniobras (1 hora) y el tiempo de descarga.  $T_o + T_B = 1$

**Windows Berth ( $WB$ ):** Índice de saturación de los atraques. Los datos utilizados han sido deducidos del A.P.T., y varía entre el 0.4 y 0.7.

**Atraque anual ( $LA_A$ ):** Número de metros de atraque anuales necesarios para poder cubrir la demanda prevista, que resulta de aplicar la siguiente igualdad:

$$LA_A = EL \times (T_B/24) \times ES_A$$

**Línea de Atraque Necesaria ( $LA_n$ ):** Longitud mínima del muelle necesaria para dar servicio a la terminal del modelo propuesta, con un umbral mínimo de calidad. Se calcula como sigue:

$$LA_n = LA_A / (\text{días hábiles} \times WB)$$

**Línea de Atraque Propuesta ( $LA_p$ ):** Se considera una longitud mínima entre las distintas grúas, de 150 m, según el A.P.T. La línea de atraque debe tener la capacidad suficiente para cubrir las necesidades de atraque calculadas anteriormente. Debe verificarse siempre la siguiente desigualdad:  $LA_p \geq LA_n$

**Rendimiento de la Línea de Atraque ( $\rho_{LA}$ ):** Es el número de movimientos año por cada metro de la línea de atraque, y que muestra el nivel de actividad del muelle.  $\rho_{LA} = M_A / LA_p$

El análisis de la validez de **la Línea de Atraque** en función de los posibles incrementos uniformes de tráfico y para la duración de la concesión, tiene el mismo tratamiento que el resto de las Características Técnicas.

## CALCULO DE LA SUPERFICIE DE LA TERMINAL

**Ocupación de Superficie ( $O_{SUP}$ ):** Tiempo que permanece un contenedor en la terminal. Es un dato que depende de muchos factores (tipo de puerto, propietario de la mercancía, tipo de contenedor,..), la gran mayoría de ellos ajenos a la propia terminal. Se ha observado en el A.P.T. que a medida que aumenta la actividad de la terminal, disminuye el tiempo de estancia del contenedor en la misma. Las ocupaciones de superficie consideradas varían entre 11 días y 8,5 días, según modelo.

**Altura Media de Apilado ( $A_{AP}$ ):** Variable que depende fundamentalmente de la terminal, y está limitada por el tipo de tráfico del contenedor apilado (Si se tiene en cuenta la reserva de espacio para los contenedores destinados a la carga, la altura media de la terminal se limita mucho). Del análisis previo de las terminales, se ha deducido una altura media de apilado variable entre 2 y 2,6 alturas, creciente a medida que el modelo de la terminal opera más contenedores.

**Área del Slot ( $S$ ):** Es el área ocupada por un contenedor de 20', que es de 14,77 m<sup>2</sup>.

**Nº Slots ( $NS$ ):** Número de huellas que debe tener la terminal para poder operar correctamente sus tráficos, que es función de la ocupación de superficie y de la altura media de apilado. Su cálculo es:  $NS = (No. TEUs \times O_{sup}) / (365 \times A_{AP})$

**Área de almacenamiento ( $S_{AL}$ ):** Área correspondiente a las huellas de los slots. No están incluidos en esta área los pasillos, viales ni demás superficies de la terminal.

El análisis de la validez de **la Superficie de la Terminal** en función de los posibles incrementos uniformes de tráfico y para la duración de la concesión, tiene el mismo tratamiento que el resto de las Características Técnicas.

**Fuente:** comunicación personal

**Ramón Sala Garrido**

Departament de Matemàtiques per a l'Economia i l'Empresa

Facultat d'Economia

Universitat de Valencia

Av. Tarongers s/n 46071 Valencia

Teléfono: 963828398 (69)

Fax: 963828370

[Ramon.Sala@uv.es](mailto:Ramon.Sala@uv.es)

**María Amparo Medal Bartual**

PDI TITULAR D ESCOLA UNIVERSITARIA

*Finances Empresariales, Facultat d'Economia*

Universitat de Valencia

Av. Tarongers s/n 46071 Valencia

Tfo: 963828398

Fax: 963828370

[Amparo.Medal@uv.es](mailto:Amparo.Medal@uv.es)

**ANEXO III**  
**FACTORES DE CRECIMIENTO EN LA**  
**INDUSTRIA PORTUARIA**

En los últimos años la mayoría de los puertos de América Latina y el Caribe, cuyo transporte principal son los contenedores, han experimentado un vigoroso crecimiento. En la mayoría de los casos este crecimiento con el mayor desarrollo del comercio exterior de las respectivas economías, pero también ha habido un crecimiento substancial en la oferta por servicios de contenedores, tanto navieros como en puertos (Doerr y Sánchez, 2006).

Con la finalidad de conocer el factor de crecimiento de algunos puertos se recopilaron datos de estadísticas portuarias de dos trabajos desarrollados una por la CEPAL, Naciones Unidas.

<b>FACTOR</b>	<b>CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL</b>
Tráfico de contenedores	13%
Productividad anual de grúas	10%
Tamaño de los embarques	31%
Estadía de la nave (mejoras por reducción de tiempo)	15%

**Tabla IX.** Crecimiento anual promedio, puertos de América Latina, Periodo 2000-2004 (Fuente: Doerr y Sánchez, 2006).

<b>Posición</b>	<b>Puerto</b>	<b>Total TEUs 2005</b>	<b>Total TEUs 2006</b>	<b>Variación 06/05 (%)</b>
1	Singapore	23 192 200	24 792 400	6,9
2	Hong Kong	22 427 000	23 230 000	3,58
3	Shanghai	18 084 000	21 702 000	20,05
4	Shenzhen	16 197 173	18 468 900	14,03
5	Busan	11 843 151	12 030 000	1,58
6	Kaohsiung	9 470 000	9 774 670	3,22
7	Rotterdam	9 288 349	9 690 052	4,32
8	Dubai	7 619 219	8 923 465	17,12
9	Hamburg	8 087 545	8 861 545	9,57
10	Los Ángeles	7 484 624	8 469 853	13,16

**Tabla X.** Movimientos Portuarios en TEUs, 2001-2006, primeros 10 del mundo (Fuente: R. J. Sánchez y Maricel Ulloa, sobre la base del Perfil Marítimo de la CEPAL, en Sánchez, 2007)

PAIS	TEU 2001	TEU 2002	TEU 2003	TEU 2004	TEU 2005	TEU 2006	2006/2001**
Brasil	2948128	3522765	4167277	4977180	5302242	7122054	19.6%
Panamá	1590165	1851627	1991659	2428762	2731705	2949072	14.0%
México	1358178	1564544	1685303	1902754	2133476	2676774	16.7%
Jamaica	983401	1065001	1249075	1356034	1670800	2150408	23.6%
Chile	1209067	1174215	1249075	1544935	1715999	2041145	17.8%
Argentina	1321329	1102950	1332976	1251895	1490378	180000	10.5%
Bahamas	570000	860000	1057879	1059581	1121285	1390000	9.5%
Colombia	718778	723829	782489	875415	953331	1333764	19.5%
Venezuela	924646	780657	592010	920884	1069008	1218798	27.2%
Perú	537907	578633	669259	806567	991681	1085040	20.1%
Costa Rica	577621	602568	725976	734088	778651	828781	7.4%
Guatemala	526634	364929	515550	750343	785868	809348	3.7%
Ecuador	484019	500471	515550	564093	632237	670237	9.1%
Trinidad y Tobago	352759	385233	396368	449468	322466	632266	16.8%
Honduras	406359	413842	470340	555703	553013	593800	8.1%
Uruguay	301.642	292962	333871	423343	454517	519218	15.9%
República Dominicana	583391	541933	480650	537316	355404	366255	-8.7%
Guadalupe	122558	109152	110073	108658	154263	154506	12.0%
El Salvador	17674	43135	66216	45315	49151	124331	23.4%
Barbados	67203	68260	70146	82028	88758	98511	12.0%
Antillas Neerlandesas	78439	80741	81212	82087	89229	90759	3.8%
Nicaragua	n.d./n.a.	10447	n.d./n.a.	16983	18951	47854	n.d./n.a.
Bélice	27074	30312	33789	35565	35891	38005	4.0%
Santa Lucía	22836	23067	25000	24965	60747	30656	7.0%

**Tabla XI.** Movimientos Portuarios en TEUs, 2001-2006, por país (Fuente: R. J. Sánchez, sobre la base del Perfil Marítimo de la CEPAL, en Sánchez, 2007).

Nota: \* corresponde al crecimiento medial anual entre 2002 y 2006

\*\* tasa anual media de crecimiento

## **ANEXO IV**

**A)**

**ACTIVIDADES/SERVICIOS DEL PUERTO  
DE ENSENDADA Y SUS PRODUCTOS**

**B)**

**ACTIVIDADES/SERVICIOS DE LA  
TERMINAL DE CONTENDORES DEL EIT  
(ENSENADA INTERNATIONAL  
TERMINAL)**

**A)**

<b>SERVICIOS Y/O ACTIVIDADES</b>
ATRAQUE Y/O FONDEO
EMBARQUE Y DESEMBARQUE (Cruceros)
<b>ALMACENAJE Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA</b>
CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO A INFRAESTRUCTURA (incluye dragado y obras)
INSTALACIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN EL MAR
REMOLQUE (incluye mantenimiento)
LANCHAJE
AVITUALLAMIENTO (Víveres e insumos)
SUMINISTRO DE AGUA POTABLE
SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE GASES INDUSTRIALES
SUMINISTRO DE LUBRICANTES
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (incluye mantenimiento)
RECOLECCIÓN DE BASURA
RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS LÍQUIDOS (aceite gastado, agua oleosa y agua residual)
REPARACIÓN DE EMBARCACIONES A FLOTE (y en astillero y reparación de redes)
FUMIGACIÓN
CARGA Y DESCARGA (de mercancías en general - pescado, granos, animales, pétreos, escoria, varilla y alambón)
<b>ALMACENAJE (en patios del puerto o área de cesionarios)</b>
<b>ESTIBA Y ACARREO DENTRO DEL PUERTO</b>
CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO
MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE CONTENEDORES
SERVICIOS TURÍSTICOS (Venta de alimentos)
SERVICIOS TURÍSTICOS (paseos en barco y pesca deportiva)
OPERACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO
ACTIVIDADES EN OFICINAS (incluye cafetería)
Almacenaje temporal de residuos peligrosos

<b>PRODUCTOS</b>
Consumo de agua
Consumo de combustibles
Consumo de energía eléctrica
Consumo de madera y sus derivados
Emisión de agua residual
Emisión de gases de combustión
Emisión de olores
Emisión de polvos
Emisión de residuos no peligrosos
Emisión de residuos peligrosos
Emisión de residuos sólidos no peligrosos
Emisión de ruido
Potencial derrame de agua residual
Potencial derrame de materiales peligrosos
Potencial derrame de residuos no peligrosos
Potencial derrame de residuos peligrosos
Potencial fuga de gases
Potencial fuga de gases (Freón)
Potencial fuga de gases (Freón, Amoniaco)
Potencial fuga de gases/ polvos / humo
Potencial fuga de polvos
Potencial incendio / explosión

**Fuente:** comunicación personal

**Ocean. Melissa Marrón Cabrera**

Coordinador de Ecología

Administración Portuaria Integral de Ensenada, S.A. de C.V.

Blvd. Tte. Azueta #224 Recinto Portuario

Ensenada, B.C. C.P. 22800

Tel. (646) 178 28 60, 178 27 75 ext. 153

Fax. (646) 174 03 70

[ecologia@apiensenada.com.mx](mailto:ecologia@apiensenada.com.mx)

**B)**

SERVICIOS Y/O ACTIVIDADES
ATRAQUE Y/O FONDEO
ALMACENAJE Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA
CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO A INFRAESTRUCTURA (incluye dragado y obras)
CARGA Y DESCARGA (de mercancías en general)
ALMACENAJE (en patios del puerto o área de cesionarios)
ESTIBA Y ACARREO DENTRO DEL PUERTO
CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO
ACTIVIDADES EN OFICINAS (incluye cafetería)
Almacenaje temporal de residuos peligrosos
INSTALACIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN EL MAR
AVITUALLAMIENTO (Viveres e insumos)
SUMINISTRO/CONSUMO DE AGUA POTABLE
SUMINISTRO/CONSUMO DE COMBUSTIBLE GASES INDUSTRIALES
SUMINISTRO/CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (incluye mantenimiento)
EMISIÓN/RECOLECCIÓN DE BASURA
EMISIÓN/RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS LÍQUIDOS (aceite gastado, agua oleosa y agua residual)

**Fuente:** comunicación personal

**Ing. Manuel García Gordillo**

Operations Manager

Ensenada International Terminal

Tel. +52 (646) 1788801 ext. 227

Fax. +52 (646) 1788804

E-Mail: [garcia.manuel@enseit.com](mailto:garcia.manuel@enseit.com)

[www.enseit.com](http://www.enseit.com)

**Ing. René Galván Belmonte**

Operations Junior Manager

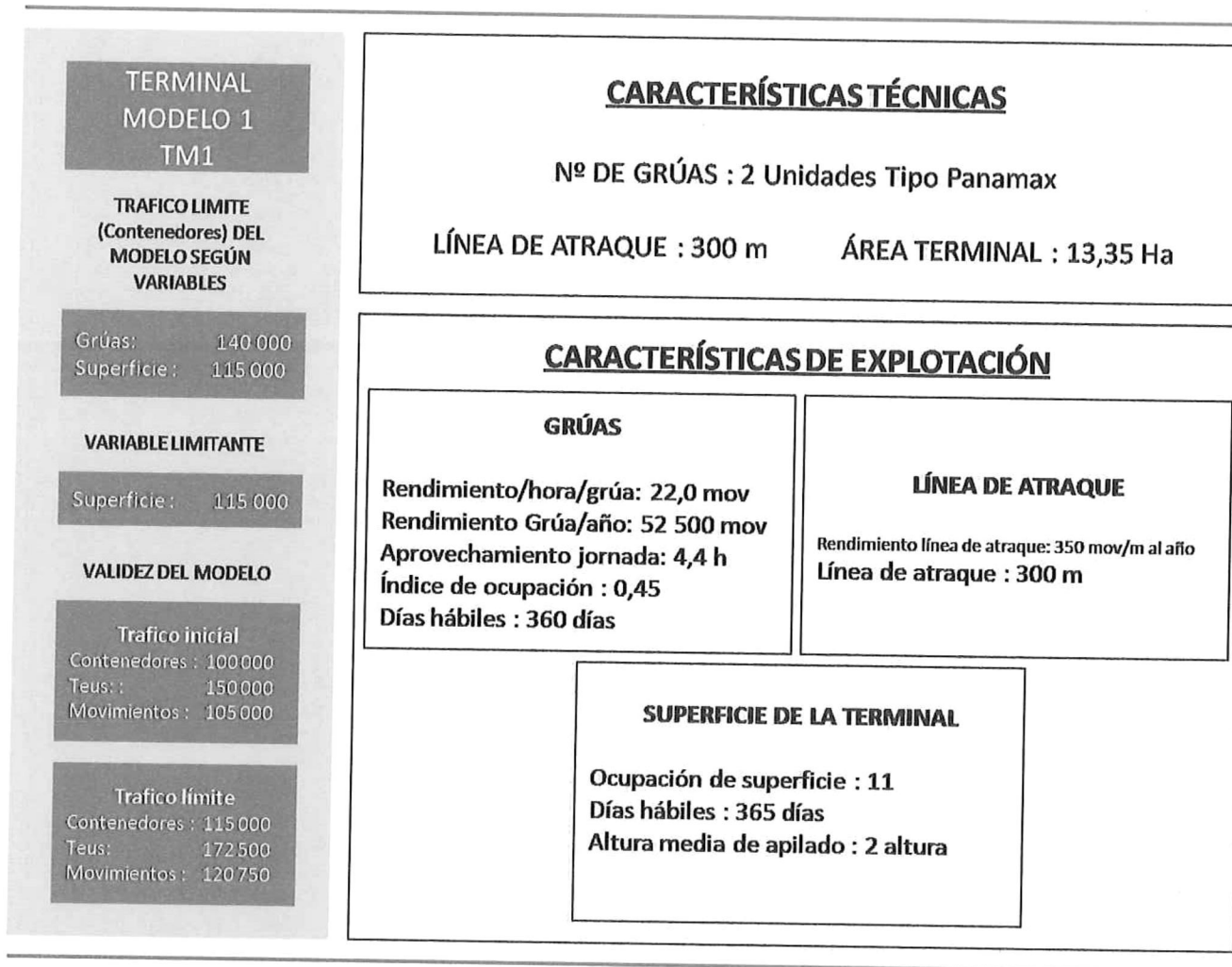
Ensenada International T.Tel. +52 (646) 1788801 ext. 105

Fax. +52 (646) 1788804

E-Mail: [galvan.rene@enseit.com](mailto:galvan.rene@enseit.com)

[www.enseit.com](http://www.enseit.com)

**ANEXO V**  
**DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS**  
**DE LAS TERMINALES MODELO**



**Figura B1.** Características generales de la Terminal Modelo 1.

## SUPERFICIE DE LA TERMINAL

Ocupación media de superficie	11 días
Ocupación de superficie mínimo	10,5 días
Altura de apilado	2
No Slots	2 260
Área de almacenamiento	33 380 m <sup>2</sup>
Área de la terminal	13,35 Ha
Capacidad máxima de almacenamiento	115 238 contenedores
Capacidad máxima de almacenamiento	172 857 TEUs
Calado	12 m

**ANÁLISIS SUPERFICIE DE LA TERMINAL SEGÚN EL CRECIMIENTO DE TRÁFICO**

**AÑOS DE CONCESIÓN**

Coef. Crec.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1,01	100 000	1,010	1,020	1,030	1,041	1,051	1,062	1,072	1,083	1,094	1,105	1,116	1,127	1,138	1,149	1,161	1,173	1,184	1,196	1,208
	13,35	101 000	102 010	103 030	104 060	105 101	106 152	107 214	108 286	109 369	110 462	111 567	112 683	113 809	114 947	116 097	117 258	118 430	119 615	120 811
1,02	100 000	1,020	1,040	1,061	1,082	1,104	1,126	1,149	1,172	1,195	1,219	1,243	1,268	1,294	1,319	1,346	1,373	1,400	1,428	1,457
	13,35	102 000	104 040	106 121	108 243	110 408	112 616	114 869	117 166	119 509	121 899	124 337	126 824	129 361	131 948	134 587	137 279	140 024	142 825	145 681
1,03	100 000	1,030	1,061	1,093	1,126	1,159	1,194	1,230	1,267	1,305	1,344	1,384	1,426	1,469	1,513	1,558	1,605	1,653	1,702	1,754
	13,35	103 000	106 090	109 273	112 551	115 927	119 405	122 987	126 677	130 477	134 392	138 423	142 576	146 853	151 259	155 797	160 471	165 285	170 243	175 351
1,04	100 000	1,040	1,082	1,125	1,170	1,217	1,265	1,316	1,369	1,423	1,480	1,539	1,601	1,665	1,732	1,801	1,873	1,948	2,026	2,107
	13,35	104 000	108 160	112 486	116 986	121 665	126 532	131 593	136 857	142 331	148 024	153 945	160 103	166 507	173 168	180 094	187 298	194 790	202 582	210 685
1,05	100 000	1,050	1,103	1,158	1,216	1,276	1,340	1,407	1,477	1,551	1,629	1,710	1,796	1,886	1,980	2,079	2,183	2,292	2,407	2,527
	13,35	105 000	110 250	115 763	121 551	127 628	134 010	140 710	147 746	155 133	162 889	171 034	179 586	188 565	197 993	207 893	218 287	229 202	240 662	252 695
1,06	100 000	1,060	1,124	1,191	1,262	1,338	1,419	1,504	1,594	1,689	1,791	1,898	2,012	2,133	2,261	2,397	2,540	2,693	2,854	3,026
	13,35	106 000	112 360	119 102	126 248	133 823	141 852	150 363	159 385	168 948	179 085	189 830	201 220	213 293	226 090	239 656	254 035	269 277	285 434	302 560
1,07	100 000	1,070	1,145	1,225	1,311	1,403	1,501	1,606	1,718	1,838	1,967	2,105	2,252	2,410	2,579	2,759	2,952	3,159	3,380	3,617
	13,35	107 000	114 490	122 504	131 080	140 255	150 073	160 578	171 819	183 846	196 715	210 485	225 219	240 985	257 853	275 903	295 216	315 882	337 993	361 653
		13,82	14,32	14,86	15,43	16,04	16,70	17,40	18,15	18,95	19,81	20,73	21,71	22,77	23,89	25,10	26,39	27,77	29,24	30,82

III

II2

Área decisión

Figura B2. Características de la superficie de la terminal modelo 1.

## TRÁFICO Y TIPIFICACIÓN DE GRÚAS

### TRÁFICO

TEUs inicial	150 000
TEUs límite	172 500
Contenedores inicial	100 000
Contenedores límite	115 000
Movimientos inicial	105 000
Movimientos límite	120 750

### GRÚAS

Tipo de grúa	Panamax
No de grúas	2

#### ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE TRÁFICO AÑOS DE CONCESIÓN

Coef Crec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1,01	100 000	1,010	1,020	1,030	1,041	1,051	1,062	1,072	1,083	1,094	1,105	1,116	1,127	1,138	1,149	1,161	1,173	1,184	1,196	1,208
1,02	100 000	1,020	1,040	1,061	1,082	1,104	1,126	1,149	1,172	1,195	1,219	1,243	1,268	1,294	1,319	1,346	1,373	1,400	1,428	1,457
1,03	100 000	1,030	1,061	1,093	1,126	1,159	1,194	1,230	1,267	1,305	1,344	1,384	1,426	1,469	1,513	1,558	1,605	1,653	1,702	1,754
1,04	100 000	1,040	1,082	1,125	1,170	1,217	1,265	1,316	1,369	1,423	1,480	1,539	1,601	1,665	1,732	1,801	1,873	1,948	2,026	2,107
1,05	100 000	1,050	1,103	1,158	1,216	1,276	1,340	1,407	1,477	1,551	1,629	1,710	1,796	1,886	1,980	2,079	2,183	2,292	2,407	2,527
1,06	100 000	1,060	1,124	1,191	1,262	1,338	1,419	1,504	1,594	1,689	1,791	1,898	2,012	2,133	2,261	2,397	2,540	2,693	2,854	3,026
1,07	100 000	1,070	1,145	1,225	1,311	1,403	1,501	1,606	1,718	1,838	1,967	2,105	2,252	2,410	2,579	2,759	2,952	3,159	3,380	3,617

T11      T12      Área decisión

Figura B3. Características de tráfico y tipificación de grúas de la terminal modelo 1.

## LÍNEA DE ATRAQUE

Línea de atraque	300 m
Línea de atraque considerada por grúa	150 m/grúa
Previsión del tipo de buque	Feeder y Panamax
No de escalas / día	2
No de escalas /año	720
Eslora buque	120 a 200 m
Eslora media buque	160 m

**ANÁLISIS LÍNEA DE ATRAQUE SEGÚN EL CRECIMIENTO DE TRÁFICO**

**AÑOS DE CONCESIÓN**

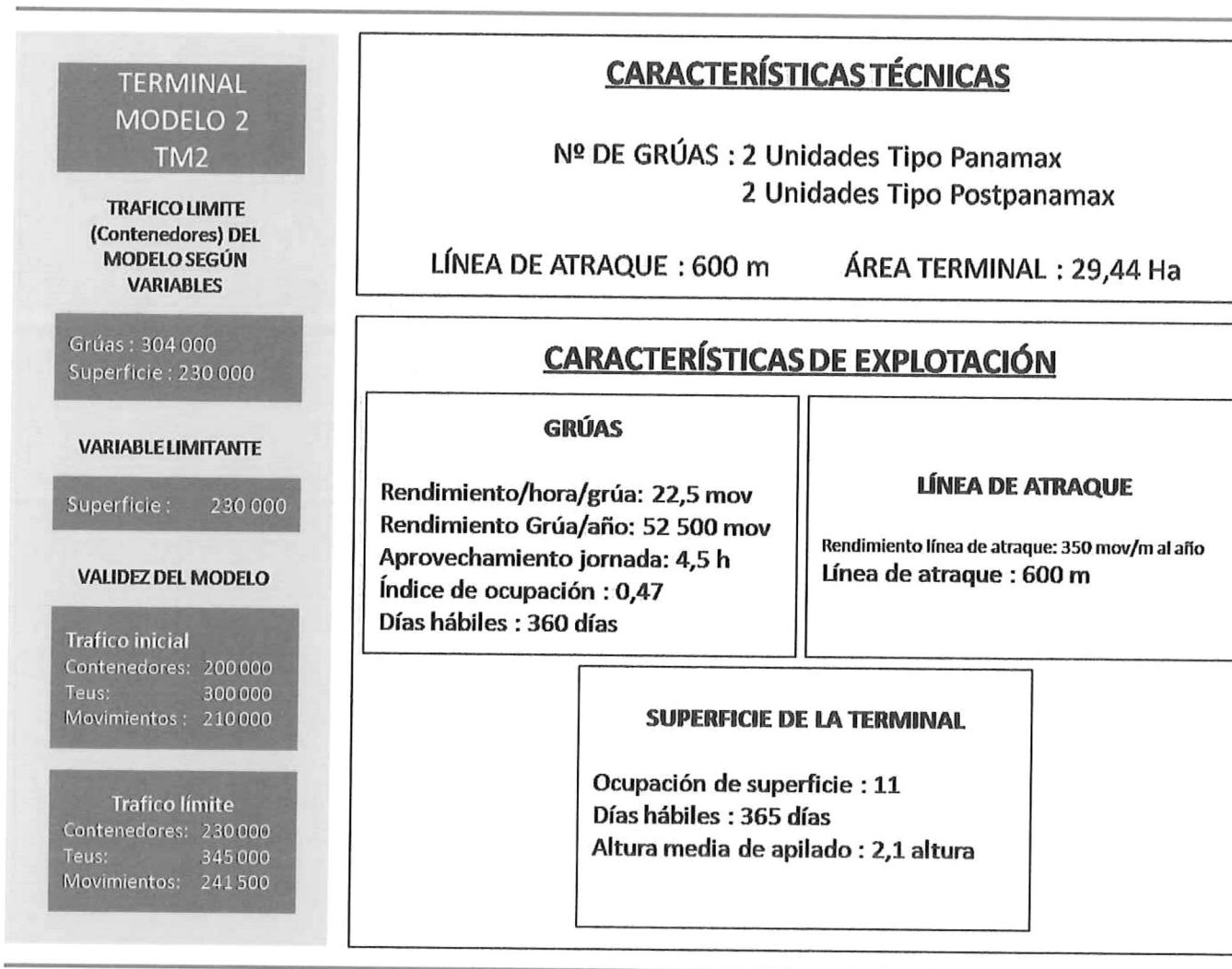
Coef. Crec.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1,01	100 000 101 000 102 010 103 030	1,010	1,020	1,030	1,041	1,051	1,062	1,072	1,083	1,094	1,105	1,116	1,127	1,138	1,149	1,161	1,173	1,184	1,196	1,208	
	300 300 300 300				104 060 105 101 106 152 107 214 108 286 109 369 110 462 111 567 112 683 113 809 114 947 116 097 117 258 118 430 119 615 120 811																
		1,020	1,040	1,061	1,082	1,104	1,126	1,149	1,172	1,195	1,219	1,243	1,268	1,294	1,319	1,346	1,373	1,400	1,428	1,457	
1,02	100 000 102 000 104 040 106 121				108 243 110 408 112 616 114 869 117 166 119 509 121 899 124 337 126 824 129 361 131 948 134 587 137 279 140 024 142 825 145 681																
	300 300 300 300				1,126	1,159	1,194	1,230	1,267	1,305	1,344	1,384	1,426	1,469	1,513	1,558	1,605	1,653	1,702	1,754	
1,03	100 000 103 000 106 090 109 273				112 551 115 927 119 405 122 987 126 677 130 477 134 392 138 423 142 576 146 853 151 259 155 797 160 471 165 285 170 243 175 351																
	300 300 300 300				1,170	1,217	1,265	1,316	1,369	1,423	1,480	1,539	1,601	1,665	1,732	1,801	1,873	1,948	2,026	2,107	
1,04	100 000 104 000 108 160 112 486				116 986 121 665 126 532 131 593 136 857 142 331 148 024 153 945 160 103 166 507 173 168 180 094 187 298 194 790 202 582 210 685																
	300 300 300 300				1,216	1,276	1,340	1,407	1,477	1,551	1,629	1,710	1,796	1,886	1,980	2,079	2,183	2,292	2,407	2,527	
1,05	100 000 105 000 110 250 115 763				121 551 127 628 134 010 140 710 147 746 155 133 162 889 171 034 179 586 188 565 197 993 207 893 218 287 229 202 240 662 252 695																
	300 300 300 300				1,262	1,338	1,419	1,504	1,594	1,689	1,791	1,898	2,012	2,133	2,261	2,397	2,540	2,693	2,854	3,026	
1,06	100 000 106 000 112 360 119 102				126 248 133 823 141 852 150 363 159 385 168 948 179 085 189 830 201 220 213 293 226 090 239 656 254 035 269 277 285 434 302 560																
	300 300 300 300				1,311	1,403	1,501	1,606	1,718	1,838	1,967	2,105	2,252	2,410	2,579	2,759	2,952	3,159	3,380	3,617	
1,07	100 000 107 000 114 490 122 504				131 080 140 253 150 073 160 578 171 819 183 846 196 715 210 485 225 219 240 985 257 853 275 903 295 216 315 882 337 993 361 653																
	300 300 300 300				300	300	315	337	361	386	413	600	600	600	600	600	620	663	710	759	

T11
T12
Área de decisión

Figura B4. Características de la línea de atraque de la terminal modelo 1.

<b>OPERACIONES</b>	
<b>Rendimiento</b>	
Rendimiento grúa	22 mov/h
Aprovechamiento jornada	4,4 h/jornada
Rendimiento jornada	96,8 mov/jornada
No de jornadas/día	3,01
No de jornadas/año	1 085 jornadas/día
Máximo laboral	3,56
Coefficiente de trafico de punta	1,18
Índice de ocupación de grúas	0,45
Rendimiento anual grúa	52 500 mov/grúa al año
Media de TEUs día	417
Rendimiento máximo de grúas	75 000 mov/grúa al año
Rendimiento máximo de la terminal	142 857 contenedores/año
No movimientos día	292
Estancia media del buque en atraque maniobras	1 h
Estancia media del buque en atraque operaciones	7 h
Atraque anual	36 618 m/año
Rendimiento de la línea de atraque	350 mov/m al año
Rendimiento máximo de la línea de atraque	500 mov/m al año

**Figura B5.** Descripción de las operaciones de la terminal modelo 1.



**Figura C1.** Características generales de la terminal modelo 2.

## SUPERFICIE DE LA TERMINAL

Ocupación media de superficie	11 días
Ocupación de superficie mínimo	10,5 días
Altura de apilado	2,1
No Slots	4 305
Área de almacenamiento	63 589m <sup>2</sup>
Área de la terminal	25,44 Ha
Capacidad máxima de almacenamiento	229 487 contenedores
Capacidad máxima de almacenamiento	344 218 TEUs
Calado	12 m

### ANÁLISIS SUPERFICIE DE LA TERMINAL SEGÚN EL CRECIMIENTO DE TRÁFICO AÑOS DE CONCESIÓN

Coef Crec	AÑOS DE CONCESIÓN																																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																
1,01	200 000 202 000 204 020 206 060	1,010 1,020 1,030	1,041 1,051 1,062 1,072 1,083 1,094 1,105 1,116 1,127 1,138 1,149 1,161 1,173 1,184 1,196 1,208	208 121 210 202 212 304 214 427 216 571 218 737 220 924 223 134 225 365 227 619 229 895 232 194 234 516 236 861 239 229 241 622	25,44 25,56 25,69 25,82	25,95 26,08 26,22 26,35 26,49 26,63 26,77 26,91 27,05 27,19 27,34 27,48 27,63 27,78 27,93 28,08	1,020 1,040 1,061	1,082 1,104 1,126 1,149 1,172 1,195 1,219 1,243 1,268 1,294 1,319 1,346 1,373 1,400 1,428 1,457	216 486 220 816 225 232 229 737 234 332 239 019 243 799 248 675 253 648 258 721 263 896 269 174 274 557 280 048 285 649 291 362	25,44 25,69 25,95 26,21	26,48 26,76 27,04 27,33 27,62 27,92 28,22 28,53 28,85 29,17 29,50 29,83 30,18 30,53 30,88 31,25	1,030 1,061 1,093	1,126 1,159 1,194 1,230 1,267 1,305 1,344 1,384 1,426 1,469 1,513 1,558 1,605 1,653 1,702 1,754	225 102 231 855 238 810 245 975 253 354 260 955 268 783 276 847 285 152 293 707 302 518 311 593 320 941 330 570 340 487 350 701	25,44 25,82 26,21 26,61	27,03 27,46 27,90 28,36 28,83 29,31 29,81 30,32 30,85 31,39 31,95 32,53 33,13 33,74 34,37 35,02	1,040 1,082 1,125	1,170 1,217 1,265 1,316 1,369 1,423 1,480 1,539 1,601 1,665 1,732 1,801 1,873 1,948 2,026 2,107	233 972 243 331 253 064 263 186 273 714 284 662 296 049 307 891 320 206 333 015 346 335 360 189 374 596 389 580 405 163 421 370	25,44 25,94 26,47 27,02	27,60 28,19 28,81 29,45 30,12 30,82 31,54 32,30 33,08 33,89 34,74 35,62 36,54 37,49 38,48 39,51	1,050 1,103 1,158	1,216 1,276 1,340 1,407 1,477 1,551 1,629 1,710 1,796 1,886 1,980 2,079 2,183 2,292 2,407 2,527	243 101 255 256 268 019 281 420 295 491 310 266 325 779 342 068 359 171 377 130 395 986 415 786 436 575 458 404 481 324 505 390	25,44 26,07 26,74 27,44	28,18 28,95 29,76 30,61 31,51 32,45 33,43 34,47 35,56 36,70 37,90 39,16 40,48 41,87 43,32 44,86	1,060 1,124 1,191	1,262 1,338 1,419 1,504 1,594 1,689 1,791 1,898 2,012 2,133 2,261 2,397 2,540 2,693 2,854 3,026	252 495 267 645 283 704 300 726 318 770 337 896 358 170 379 660 402 439 426 586 452 181 479 312 508 070 538 555 570 868 605 120	25,44 26,20 27,01 27,86	28,77 29,74 30,76 31,84 32,99 34,20 35,49 36,86 38,31 39,84 41,47 43,20 45,03 46,96 49,02 51,20	1,070 1,145 1,225	1,311 1,403 1,501 1,606 1,718 1,838 1,967 2,105 2,252 2,410 2,579 2,759 2,952 3,159 3,380 3,617	262 159 280 510 300 146 321 156 343 637 367 692 393 430 420 970 450 438 481 969 515 707 551 806 590 433 631 763 675 986 723 306	25,44 26,33 27,28 28,30	29,39 30,56 31,80 33,14 34,57 36,10 37,74 39,49 41,36 43,37 45,51 47,81 50,26 52,89 55,70 58,71

T12      T13      Área decisión

Figura C2. Características de la superficie de la terminal modelo 2.

## TRÁFICO Y TIPIFICACIÓN DE GRÚAS

### TRÁFICO

TEUs inicial	300 000
TEUs límite	345 000
Contenedores inicial	200 000
Contenedores límite	230 000
Movimientos inicial	210 000
Movimientos límite	241 500

### GRÚAS

Tipo de grúa	2 Panamax
	2 Postpanamax
No de grúas	4

#### ANÁLISIS SEGÚN EL CRECIMIENTO DE TRÁFICO AÑOS DE CONCESIÓN

Coef Crec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.01	200 000	202 000	204 000	206 060	208 121	210 202	212 304	214 427	216 571	218 737	220 924	223 134	225 365	227 619	229 895	232 194	234 516	236 861	239 229	241 622
1.02	200 000	204 000	208 080	212 242	216 486	220 816	225 232	229 737	234 332	239 019	243 799	248 675	253 648	258 721	263 896	269 174	274 557	280 048	285 649	291 362
1.03	200 000	206 000	212 180	218 545	225 102	231 855	238 810	245 975	253 354	260 955	268 783	276 847	285 152	293 707	302 518	311 593	320 941	330 570	340 487	350 701
1.04	2000 000	208 000	216 320	224 973	233 972	243 331	253 064	263 186	273 714	284 662	296 049	307 891	320 206	333 015	346 335	360 189	374 596	389 580	405 163	421 370
1.05	200 000	210 000	220 500	231 525	243 101	255 256	268 019	281 420	295 491	310 266	325 779	342 068	359 171	377 130	395 986	415 786	436 575	458 404	481 324	505 390
1.06	200 000	212 000	224 720	238 203	252 495	267 645	283 704	300 726	3318 770	337 896	358 170	379 660	402 439	426 586	452 181	479 312	508 070	538 555	570 868	605 120
1.07	200 000	214 000	228 980	245 009	262 159	280 510	300 146	321 156	343 637	367 692	393 430	420 970	450 438	481 969	515 707	551 806	590 433	631 763	675 986	723 306

T12      T13      Área decisión

Figura C3. Características de tráfico y tipificación de grúas de la terminal modelo 2.

## LÍNEA DE ATRAQUE

Línea de atraque	600 m
Línea de atraque considerada por grúa	150 m/grúa
Previsión del tipo de buque	Feeder , Panamax y Postpanamax
No de escalas / día	3
No de escalas /año	1 080
Eslora buque	120 a 270 m
Eslora media buque	197 m

**ANÁLISIS LINEA DE ATRAQUE SEGÚN EL CRECIMIENTO DE TRÁFICO**  
AÑOS DE CONCESIÓN

Coef Crec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		1,01	1,02	1,03	1,041	1,051	1,062	1,072	1,083	1,094	1,105	1,116	1,127	1,138	1,149	1,161	1,173	1,184	1,196	1,208
1,01	200 000 202 000 204 020 206 060	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
		1,02	1,04	1,061	1,082	1,104	1,126	1,149	1,172	1,195	1,219	1,243	1,268	1,294	1,319	1,346	1,373	1,4	1,428	1,457
1,02	200 000 204 000 208 080 212 242	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
		1,03	1,061	1,093	1,126	1,159	1,194	1,23	1,267	1,305	1,344	1,384	1,426	1,469	1,513	1,558	1,605	1,653	1,702	1,754
1,03	200 000 206 000 212 180 218 545	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
		1,04	1,082	1,125	1,17	1,217	1,265	1,316	1,369	1,423	1,48	1,539	1,601	1,665	1,732	1,801	1,873	1,948	2,026	2,107
1,04	200 000 208 000 216 320 224 973	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
		1,05	1,103	1,158	1,216	1,276	1,34	1,407	1,477	1,551	1,629	1,71	1,796	1,886	1,98	2,079	2,183	2,292	2,407	2,527
1,05	200 000 210 000 220 500 231 525	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
		1,06	1,124	1,191	1,262	1,338	1,419	1,504	1,594	1,689	1,791	1,898	2,012	2,133	2,261	2,397	2,54	2,693	2,854	3,026
1,06	200 000 212 000 224 720 238 203	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
		1,07	1,145	1,225	1,311	1,403	1,501	1,606	1,718	1,838	1,967	2,105	2,252	2,41	2,579	2,759	2,952	3,159	3,38	3,617
1,07	200 000 214 000 228 980 245 009	600	642	687	735	786	842	750	750	750	750	775	829	887	949	1016	1087	1163	1245	1332

T12

T13

Área decisión

Figura C4. Características de la línea de atraque de la terminal modelo 2.

<b>OPERACIONES</b>	
Rendimiento	
Rendimiento grúa	22,5 mov/h
Aprovechamiento jornada	4,5 h/jornada
Rendimiento jornada	101,25 mov/jornada
No de jornadas/día	5,76
No de jornadas/año	2 074
Máximo laboral	6,8 jornadas/día
Coficiente de trafico de punta	1,18
Índice de ocupación de grúas	0,47
Rendimiento anual grúa	52 500 mov/grúa al año
Media de TEUs día	833
Rendimiento máximo de grúas	80 000 mov/grúa al año
Rendimiento máximo de la terminal	304 762 contenedores/año
No movimientos día	583
Estancia media del buque en atraque maniobras	1 h
Estancia media del buque en atraque operaciones	9 h
Atraque anual	85 331 m/año
Rendimiento de la línea de atraque	350 mov/m al año
Rendimiento máximo de la línea de atraque	533 mov/m al año

**Figura C5.** Descripción de las operaciones de la terminal modelo 2.

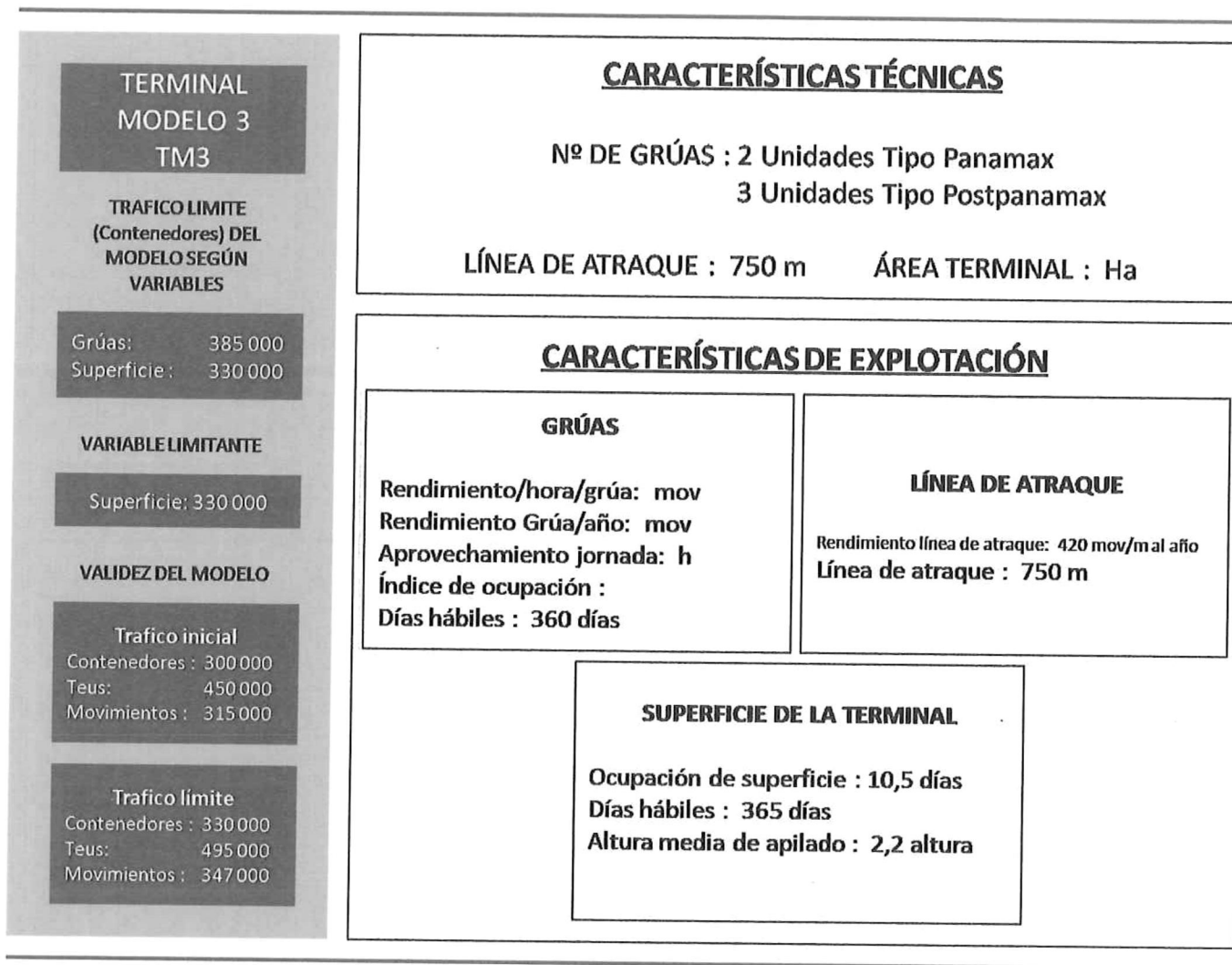


Figura D1. Características generales de la terminal modelo 3.

<b>SUPERFICIE DE LA TERMINAL</b>		
Ocupación media de superficie		10,5 días
Ocupación de superficie mínimo		10 días
Altura de apilado		2,2
No Slots		5 844
Área de almacenamiento		86 909 m <sup>2</sup>
Área de la terminal		34,76 Ha
Capacidad máxima de almacenamiento		329 318 contenedores
Capacidad máxima de almacenamiento		493 977 TEUs
Calado		14 m
<b>TRÁFICO Y TIPIFICACIÓN DE GRÚAS</b>		
<b>TRÁFICO</b>		<b>GRÚAS</b>
TEUs inicial	450 000	Tipo de grúa 2 Panamax
TEUs límite	495 000	3 Postpanamax
Contenedores inicial	300 000	No de grúas 5
Contenedores límite	330 000	
Movimientos inicial	315 000	
Movimientos límite	347 000	
<b>LÍNEA DE ATRAQUE</b>		
Línea de atraque		750 m
Línea de atraque considerada por grúa		150 m/grúa
Previsión del tipo de buque		Feeder , Panamax y Postpanamax
No de escalas / día		4
No de escalas /año		1 440
Eslora buque		120 a 270 m
Eslora media buque		197 m

**Figura D2.** Características de la superficie, de la línea de atraque, de tráfico y tipificación de grúas de la terminal modelo 3.

<b>OPERACIONES</b>	
Rendimiento	
Rendimiento grúa	23,5 mov/h
Aprovechamiento jornada	4.5 h/jornada
Rendimiento jornada	105.75 mov/jornada
No de jornadas/día	8,27
No de jornadas/año	2 979
Máximo laboral	9,76 jornadas/día
Coefficiente de trafico de punta	1,18
Índice de ocupación de grúas	0,49
Rendimiento anual grúa	63 000 mov/grúa al año
Media de TEUs día	1 250
Rendimiento máximo de grúas	81 000 mov/grúa al año
Rendimiento máximo de la terminal	385 714 contenedores/año
No movimientos día	875
Estancia media del buque en atraque maniobras	1 h
Estancia media del buque en atraque operaciones	10 h
Atraque anual	124 028 m/año
Rendimiento de la línea de atraque	420 mov/m al año
Rendimiento máximo de la línea de atraque	540 mov/m al año

**Figura D3.** Descripción de las operaciones de la terminal modelo 3.

**Fuente:** comunicació personal

**Ramón Sala Garrido**

Departament de Matemàtiques per a l'Economia i l'Empresa

Facultat d'Economia

Universitat de Valencia

Av. Tarongers s/n 46071 Valencia

Tfo: 963828398 (69)

Fax: 963828370

[Ramon.Sala@uv.es](mailto:Ramon.Sala@uv.es)

**Maria Amparo Medal Bartual**

PDI TITULAR D ESCOLA UNIVERSITARIA

*Finances Empresariales, Facultat d'Economia*

Universitat de Valencia

Av. Tarongers s/n 46071 Valencia

Tfo: 963828398

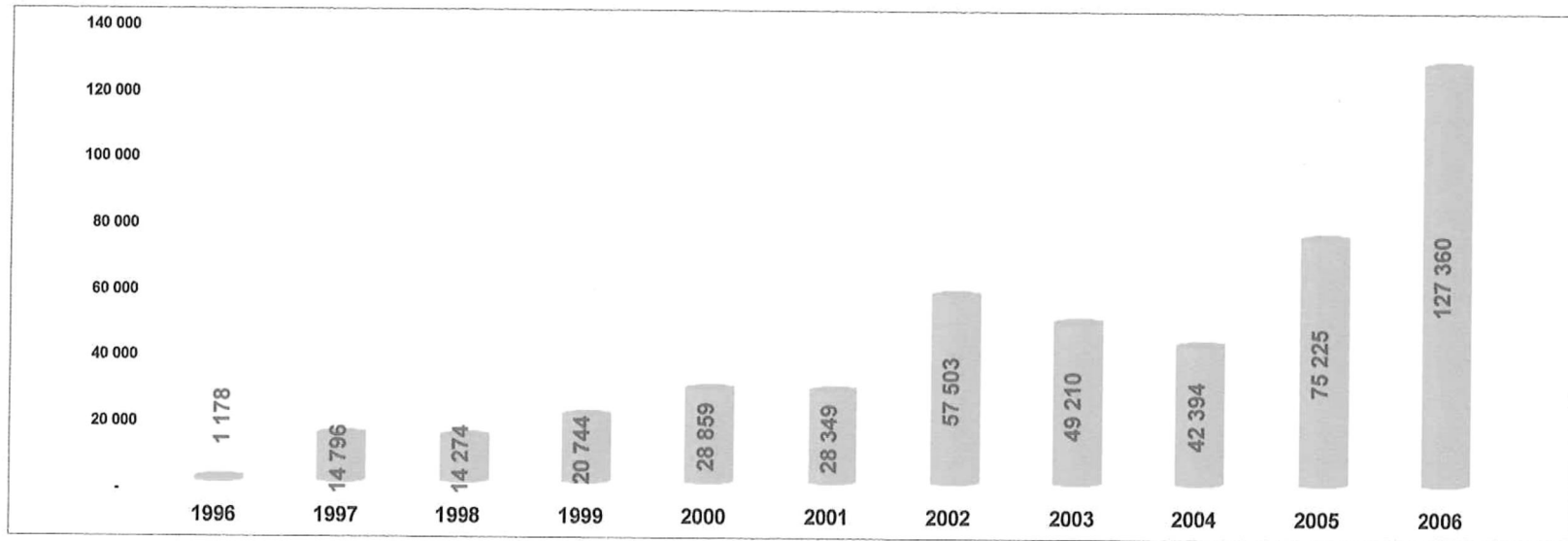
Fax: 963828370

[Amparo.Medal@uv.es](mailto:Amparo.Medal@uv.es)

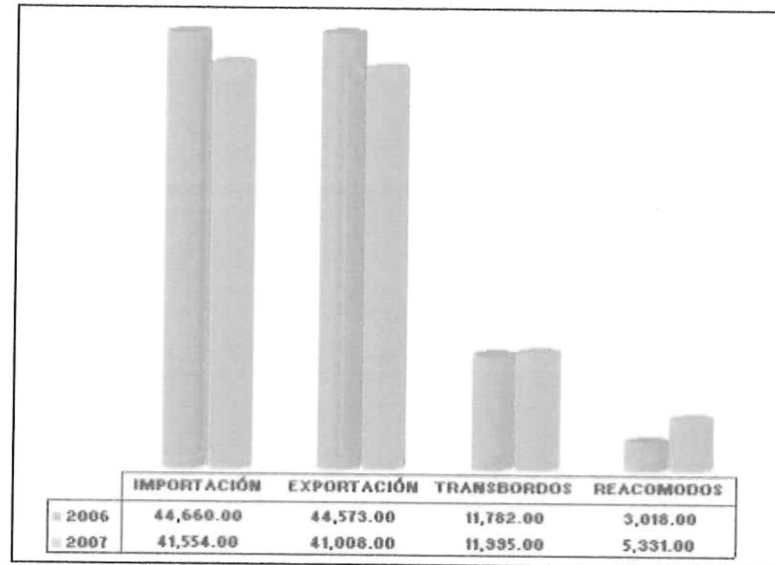
**ANEXO VI**  
**HISTORIAL DEL MOVIMIENTO ANUAL  
DE CONTENEDORES DEL PUERTO DE  
ENSENADA**

### MOVIMIENTO ANUAL DE CONTENEDORES (TEUs)

CONCEPTO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	ACUM.
TEUs	1 178	14 796	14 274	20 744	28 859	28 349	57 503	49 210	42 394	75 225	127 360	127 271	<b>587 163</b>
CRECIMIENTO		1 156,03%	-3,53%	45,33%	39,12%	-1,77%	102,84%	-14,42%	-13,85%	77,44%	69,31%	-0,07%	
COEF CREC		12.56	0.96	1.45	1.39	0.98	2.03	0.86	0.86	1.77	1.69	0.99	



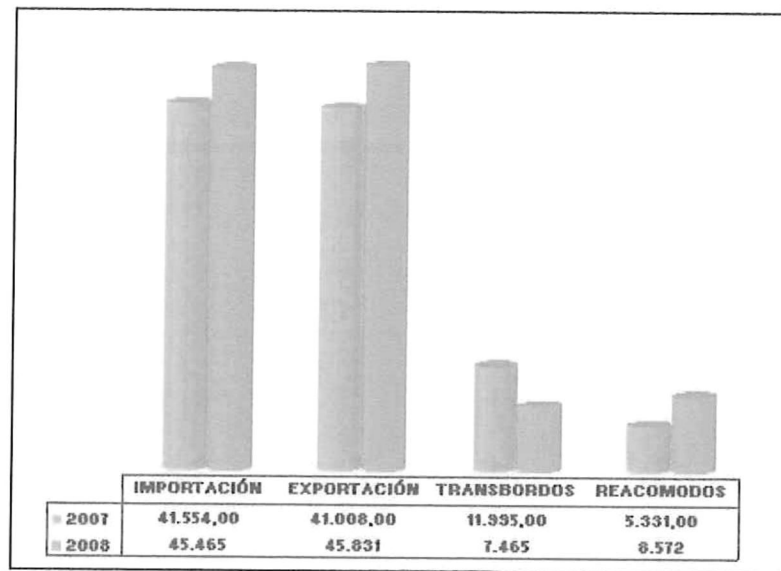
**MOVIMIENTO ACUMULADO DE TEUs**  
Período Enero-Octubre 2007



CONCEPTO	2006	2007	% variación
IMPORTACIÓN	44 660,00	41 554,00	-7,0%
EXPORTACIÓN	44 573,00	41 008,00	-8,0%
TRANSBORDOS	11 782,00	11 995,00	1,8%
REACOMODOS	3 018,00	5 331,00	76,6%
ACUMULADO	104 033,00	99 888,00	-4,0%

**MOVIMIENTO ACUMULADO DE TEUs**  
**Período Enero - Septiembre 2008**

CONCEPTO	2007	2008	% variación
IMPORTACIÓN	41 554,00	45 465,00	9,4%
EXPORTACIÓN	41 008,00	45.831,00	11,8%
TRANSBORDOS	11 995,00	7 465,00	-37,8%
REACOMODOS	5 331,00	8 572,00	60,8%
ACUMULADO*	99 888	107 333,00	7,5%



Fuente: <http://www.puertoensenada.com.mx/estadisticas.htm>