



Memoria del trabajo final de graduación para optar al grado de Magíster en Administración y Gestión Portuaria y el título profesional de Ingeniera Civil Oceánica

**“Medición de la competitividad de la actividad marítima portuaria en el Puerto de Valparaíso con relación a la construcción del Puerto de gran escala en San Antonio.”**

**Victoria Paz Gajardo Ortega**

Julio 2022

**“MEDICIÓN DE LA COMPETITIVIDAD DE LA ACTIVIDAD MARÍTIMA PORTUARIA EN  
EL PUERTO DE VALPARAÍSO CON RELACIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DEL  
PUERTO DE GRAN ESCALA EN SAN ANTONIO.”**

Victoria Paz Gajardo Ortega

**COMISIÓN REVISORA**

**NOTA**

**FIRMA**

SERGIO BIDART L.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Profesor guía

JAIME LEYTON E.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Profesor co-referente

FELIPE CASELLI B.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Revisor

## **DECLARACIÓN**

Este trabajo, o alguna de sus partes, no ha sido presentado anteriormente en la Universidad de Valparaíso, institución universitaria chilena o extranjera u organismo de carácter estatal, para evaluación, comercialización u otros propósitos. Salvo las referencias citadas en el texto, confirmo que el contenido intelectual de este Proyecto de Título es resultado exclusivamente de mis esfuerzos personales. La Universidad de Valparaíso reconoce expresamente la propiedad intelectual del autor sobre esta Memoria de Titulación. Sin embargo, en caso de ser sometida a evaluación para los propósitos de obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil Oceánico, el autor renuncia a los derechos legales sobre la misma y los cede a la Universidad de Valparaíso, la que estará facultada para utilizarla con fines exclusivamente académicos.

---

Sergio Bidart Loyola

Profesor guía

---

Victoria Gajardo Ortega

Alumna

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y hermanas por todo el esfuerzo realizado durante todos estos años, por su apoyo incondicional y por siempre confiar en mí, quizás más de lo que yo misma lo hacía. A mi madre por no permitir que desistiera cuando sentí que no podía y por enseñarme que la constancia y el esfuerzo son el mejor aliado a la hora de querer lograr un objetivo. También a mi padre por impulsarme y darme la posibilidad de tomar nuevos desafíos, como lo fue el Magíster en Administración y Gestión portuaria.

A mi Titi por todo su apoyo e infinito amor durante los años de carrera en que me acompañó de forma física y por seguir haciéndolo aun estando en el cielo...

A mi Tata por siempre confiar en mí y por ser uno de los motores fundamentales en mi vida.

A toda mi familia y quienes de una u otra forma estuvieron conmigo y me apoyaron en esta etapa de mi vida.

También a mi profesor guía Sergio Bidart por estar cada vez que necesitaba algo y ayudarme a lograr terminar esta etapa de buena forma.

A todos los que mencioné muchas gracias por acompañarme durante este proceso.

# **ÍNDICE.**

DECLARACIÓN .....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
RESUMEN .....	8
1. INTRODUCCIÓN .....	9
2. OBJETIVOS .....	10
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
3. MARCO TEÓRICO .....	11
3.1. POLÍTICA PORTUARIA EN CHILE .....	11
3.1.1. ACTIVIDAD MARÍTIMA PORTUARIA EN CHILE .....	12
3.1.2. COMPETITIVIDAD .....	13
3.2. PRODUCTIVIDAD .....	16
3.2.1. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD (KPI) DE DESEMPEÑO PORTUARIO ...	17
3.2.2. ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL .....	22
3.3. PUERTO DE VALPARAÍSO .....	23
3.3.1. PUERTO DE VALPARAÍSO EN CIFRAS .....	27
3.4. PUERTO DE SAN ANTONIO .....	30
3.4.1. PUERTO DE SAN ANTONIO EN CIFRAS .....	33
3.4.2. PROYECTO PUERTO DE GRAN ESCALA SAN ANTONIO .....	36
3.4.3. ECONOMÍAS DE ESCALA GENERADA POR PGE SAN ANTONIO .....	39
4. METODOLOGÍA .....	40
4.1. ETAPA 1: MEDICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	40
4.1.1. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD DE DESEMPEÑO PORTUARIO .....	40
4.1.2. ENCUESTA A PANEL DE EXPERTOS .....	42
4.1.3. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL .....	42
4.2. ETAPA 2: ESTIMACIÓN DE LA SITUACIÓN FUTURA .....	43
5. RESULTADOS .....	46
5.1. RESULTADOS SITUACIÓN ACTUAL .....	46
5.2. RESULTADOS SITUACIÓN FUTURA .....	48
5.2.1. EPV MANTIENE SU INFRAESTRUCTURA .....	48
5.2.2. EPV CUENTA CON EL T2 .....	49

5.2.3. EPSA CON PGE (1° FASE) .....	50
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	51
6.1. SITUACIÓN ACTUAL.....	51
6.2. SITUACIÓN FUTURA .....	53
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
8. GLOSARIO .....	59
9. REFERENCIAS.....	61
ANEXOS .....	62
ANEXO 1: ENCUESTA A EXPERTOS .....	62
ANEXO 2: NAVE DE DISEÑO MÍNIMA Y MÁXIMA EN EPV .....	65
ANEXO 3: RESULTADOS ECUESTA A EXPERTOS .....	68

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.**

Ilustración 1: Cantidad de carga transferida por puertos chilenos [MMton] .....	13
Ilustración 2: Modelo integrado de factores de la productividad de una empresa. ....	17
Ilustración 3: Cuadro resumen de indicadores según CEPAL .....	22
Ilustración 4: Terminal 1, EPV .....	24
Ilustración 5: Terminal 2, EPV .....	25
Ilustración 6: ZEAL, EPV .....	25
Ilustración 7: Terminal de pasajeros, EPV.....	26
Ilustración 8: Tiempo de espera, acumulado anual [hr], EPV. ....	27
Ilustración 9: Horas de ocupación de naves, acumulado anual EPV.....	28
Ilustración 10: Número de naves, EPV. ....	28
Ilustración 11: Carga transferida por EPV [MMton].....	29
Ilustración 12: Tiempo de espera, acumulado anual EPSA [hr].....	33
Ilustración 13: Número de naves, EPSA.....	33
Ilustración 14: Horas de ocupación de las naves, acumulado anual EPSA.....	34
Ilustración 15: Carga transferida por EPSA [MMton] .....	34
Ilustración 16: Layout PGE, San Antonio .....	36
Ilustración 17: Intervalos de inoperatividad en PGE San Antonio .....	38
Ilustración 18: Economía de escala.....	39

## **ÍNDICE DE TABLAS.**

Tabla 1: Infraestructura EPV.....	23
Tabla 2: Tipo de carga transferida en los últimos 10 años por EPV [ton] .....	29
Tabla 3: Infraestructura EPSA.....	31
Tabla 4: Tipo de carga transferida en los últimos 10 años por EPSA.....	35
Tabla 5: Fases PGE, Puerto San Antonio [MMTEU/año] .....	37
Tabla 6: Participación de EPV en la transferencia de carga .....	44
Tabla 7: Ind. de productividad seleccionados para su medición según panel de expertos.....	46
Tabla 8: Resultados indicadores de productividad EPV vs EPSA.....	47
Tabla 9: Indicadores de productividad multifactorial EPV .....	47
Tabla 10: Indicadores de productividad multifactorial EPSA .....	48
Tabla 11: Capacidades por tipo de sitio en EPV al 2035 [Mton].....	48
Tabla 12: Déficit de sitios al 2035 en EPV.....	48
Tabla 13: Proyección de demanda para EPV al 2035 [Mton].....	49
Tabla 14: Balance de capacidad por tipo de sitios al 2035, EPV [Mton] .....	49
Tabla 15: Déficit de sitios en EPV al 2035.....	50
Tabla 16: Proyección de carga transferida por EPSA al 2035 [Mton].....	50
Tabla 17: Proyección de carga transferida por EPSA al 2035 [TEU].....	50
Tabla 18: Índice de productividad multifactorial, EPV vs EPSA.....	52
Tabla 19: Naves de diseño para EPV y EPSA al año 2035 .....	53
Tabla 20: Proyección de demanda para EPV vs EPSA al 2035.....	54
Tabla 21: Balance de capacidad por sitio EPV al 2035, considerando 2 escenarios [Mton] .....	54
Tabla 22: Déficit de sitios en EPV al 2035, considerando 2 escenarios.....	56
Tabla 23: Nave de diseño para sitio de contenedores considerando que EPV mantiene su infraestructura .....	65
Tabla 24: Nave de diseño para sitio multipropósito considerando que EPV mantiene su infraestructura .....	66
Tabla 25: Nave de diseño para sitio de contenedores considerando que EPV cuenta con el T267	
Tabla 26: Jerarquización sobre la transferencia de carga .....	68
Tabla 27: Jerarquización sobre movimiento de contenedores.....	68
Tabla 28: Jerarquización sobre tiempos en el puerto .....	68
Tabla 29: Jerarquización sobre medidas de productividad nave/muelle .....	68
Tabla 30: Jerarquización sobre la productividad de grúas .....	69
Tabla 31: Jerarquización sobre el área de depósito .....	69
Tabla 32: Jerarquización sobre las tarifas de los servicios.....	69

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS.**

Gráfico 1: Variación porcentual anual por tipo de carga transferida por EPV .....	30
Gráfico 2: Variación porcentual anual por tipo de carga transferida EPSA.....	35
Gráfico 3: EPV mantiene su infraestructura vs EPV cuenta con T2, considerando un escenario de crecimiento inferior al proyectado en 2035 [Mton/año] .....	55
Gráfico 4: EPV mantiene su infraestructura vs EPV cuenta con T2, considerando un escenario de crecimiento superior al proyectado en 2035 [Mton/año] .....	56

## **RESUMEN**

En Chile el 95% de la carga movilizada es transportada por vía marítima debido a sus condiciones naturales. Lo anterior significa que los puertos tienen una importancia estratégica para la economía del país. En la actualidad existen proyecciones realizadas por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones que revelan una deficiencia en la capacidad de transferencia de carga para un escenario futuro. Es por esto, que se propone el desarrollo del Puerto de Gran Escala en San Antonio con el fin de cumplir con la cantidad de carga proyectada y la infraestructura necesaria para esto, ya que de no ser así esto afectaría al desarrollo económico del país. Bajo este contexto la presente memoria tiene por objetivo evaluar la competitividad actual y futura, de la actividad marítima portuaria en el Puerto de Valparaíso y el Puerto de San Antonio, considerando la construcción del PGE. Para llevar a cabo lo anterior, se diseña una metodología que pueda implementarse en cualquier puerto, independiente de su tamaño y su ubicación geográfica. Dicha metodología propone indicadores de productividad para determinar la situación actual y luego se utiliza un estudio de proyección de demanda realizado por Fernández y de Cea Ingenieros Consultores (FDC) por encargo de la Subsecretaría de Transportes, para el estudio “Análisis de la demanda de largo plazo en puertos estatales de la Región de Valparaíso” correspondiente al año 2015 (Consultores, 2015).

En cuanto al resultado obtenido es importante destacar que el Puerto de San Antonio en la actualidad tiene una mayor productividad que el Puerto de Valparaíso, esto se vería incrementado con la construcción del puerto a gran escala en San Antonio de acuerdo a las proyecciones de demanda realizadas. A raíz de esto es de suma importancia que el Puerto de Valparaíso concrete la construcción del Terminal 2 para así ser capaz de recibir la carga proyectada para la situación futura. Además, se concluye que no solo la pérdida de competitividad sería una dificultad para EPV, sino que también existirían complicaciones bajo el punto de vista estratégico, en el ámbito económico e internacional.

# **1. INTRODUCCIÓN.**

Bajo el marco de la modernización portuaria en Chile, se establece que debe aumentar la eficiencia de los puertos estatales para atender en forma oportuna y mejorada la demanda de los servicios portuarios. Lo anterior, tiene como uno de sus objetivos principales incentivar la competitividad entre puertos para que todo el ámbito portuario se sienta impulsado a innovar, aumentar su productividad y reducir los costos, con el fin de mejorar su propia situación y, al mismo tiempo, la de los clientes.

En Chile el 95% de la carga movilizada es transportada por vía marítima debido a sus condiciones naturales. Los principales puertos de la zona central en Chile están ubicados en la V región (Región de Valparaíso), estos son el Puerto de Valparaíso y el Puerto de San Antonio, separados por una distancia aproximada de 90 kilómetros entre sí.

En la actualidad existen proyecciones realizadas por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones que revelan una deficiencia en la capacidad de transferencia de carga para un escenario futuro. Es por esto, que se propone el desarrollo del puerto a gran escala (en adelante PGE) en San Antonio con el fin de cumplir con la cantidad de carga proyectada y la infraestructura necesaria para esto, ya que de no ser así esto afectaría el desarrollo económico del país. La inversión realizada es de US\$3.300 millones (INTECSA-INARSA, 2014), lo que a su vez provocará una diferencia de competitividad entre ambos puertos.

Este trabajo relaciona los escenarios actuales (de línea base) y el escenario futuro con la implementación del PGE de San Antonio, con el propósito de evidenciar qué puerto se encuentra mejor posicionado en la actualidad y en el año 2035, mediante una proyección de demanda realizada por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Lo anteriormente descrito se realizará mediante la evaluación e implementación de indicadores de productividad de desempeño portuario que permitan adecuarse al caso chileno. Posteriormente, se utilizará un estudio de proyección de demanda realizada por Fernández y de Cea Ingenieros Consultores (FDC) por encargo de la Subsecretaría de Transporte, para el estudio “Análisis de la demanda de largo plazo en puertos estatales de la Región de Valparaíso” correspondiente al año 2015 (Consultores, 2015), el cual fue modificado el año 2020 a raíz de la pandemia mundial COVID-19.

Se espera que los resultados de este trabajo entreguen datos específicos acerca de los parámetros de competitividad en que el Puerto de Valparaíso se encontrará cuando comience a funcionar la primera fase del PGE, además del diseño de una metodología que permita realizar una comparación entre 2 o más puertos, independiente de su ubicación geográfica y su tamaño.

Para la realización de este trabajo la data utilizada para la situación actual serán los valores correspondientes al año 2019, ya que posterior a dicho año los resultados se pueden ver alterados producto de la pandemia mundial COVID-19 y para la estimación de la situación futura se considera la proyección de demanda realizada por FDC consultores al año 2035.

## **2. OBJETIVOS.**

Evaluar la competitividad actual y futura, de la actividad marítima portuaria en el Puerto de Valparaíso y el Puerto de San Antonio, considerando la construcción del PGE, mediante la implementación de indicadores de productividad y proyecciones de demanda.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Caracterizar las actividades marítimas portuarias del Puerto de Valparaíso y Puerto de San Antonio.
- Proponer indicadores de productividad para la medición de la situación actual mediante parámetros relacionados a la actividad marítima portuaria.
- Utilizar proyecciones de demanda portuaria para estimar la situación futura de los puertos en cuestión.
- Relacionar los resultados de la situación actual y futura para su posterior análisis.

### **3. MARCO TEÓRICO.**

#### **3.1. POLÍTICA PORTUARIA EN CHILE.**

El año 1960 se fundó la Empresa Portuaria de Chile (EMPORCHI), su objetivo era la explotación y administración de los puertos estatales, luego en el año 1981 se implementó la ley 18.032, la que establece normas sobre trabajadores portuarios. Durante esos años se estaba en presencia de un aumento en la transferencia de carga, lo que implica un aumento de la capacidad de las naves, y un requerimiento del mercado en la disminución de los tiempos de operación, lo que hace necesaria la modernización de la infraestructura. Lo que para el sistema de ese entonces era un problema ya que no se contaba con la tecnología necesaria para enfrentar estos nuevos desafíos, por lo que posteriormente en diciembre de 1997 se publica la ley 19.542, la cual tiene como objetivo promover el desarrollo de los puertos estatales, para así mejorar su posición en el comercio exterior, mejorando su eficiencia y reduciendo costos mediante la modernización del sector portuario e introduciendo el mecanismo de concesión portuaria mono-operador. Este sistema de concesiones le permitiría a las empresas portuarias estatales promover la participación de privados en tareas como administrar, gestionar y explotar los frentes de atraque bajo condiciones de competitividad entre los operadores privados de distintos terminales de un puerto e inclusive entre los propios puertos estatales. (CARRILLO & SANTANDER, 2017)

Para materializar lo anterior es que EMPORCHI se divide en 10 empresas portuarias autónomas, las cuales son:

- 1) Empresa portuaria Arica
- 2) Empresa portuaria Iquique
- 3) Empresa portuaria Antofagasta
- 4) Empresa portuaria Coquimbo
- 5) Empresa portuaria Valparaíso
- 6) Empresa portuaria San Antonio
- 7) Empresa portuaria Talcahuano - San Vicente
- 8) Empresa portuaria Puerto Montt
- 9) Empresa portuaria Chacabuco
- 10) Empresa portuaria Austral

En lo que refiere a la naturaleza de estas empresas, se establece que son personas jurídicas de derecho público, las cuales constituyen una empresa del estado con patrimonio propio, de duración indefinida y se relacionan con el gobierno por intermedio del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

El artículo 50 de la Ley 19.542 sobre la modernización del sector portuario estatal establece que al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones le corresponde entre otras: (MTT, 1997)

- a) Proponer acciones conjuntas entre organismos públicos y privados, destinadas a potenciar la eficiencia, capacidad y competitividad del sistema portuario nacional, así como su desarrollo comercial.
- b) Proponer planes estratégicos del sistema portuario estatal, velando por el mejoramiento de sus niveles de eficiencia y competitividad.
- c) Incentivar, apoyar y promover la introducción de nuevas tecnologías en la explotación de los servicios portuarios.
- d) Procurar un desarrollo armónico entre los puertos y la ciudad, cuidando en especial el entorno urbano, las vías de acceso y el medio ambiente.

Además, cada una de las empresas portuarias conformadas tendrá como objetivo:

- Administrar, explotar, desarrollar y conservar los puertos y terminales
- Licitaciones competitivas mediante licitación pública
- Frentes de atraque
- Inversión privada
- Incentivar la competencia
- Calidad del servicio entregado

### **3.1.1. ACTIVIDAD MARÍTIMA PORTUARIA EN CHILE.**

Según López, la industria portuaria se puede definir como un conjunto de actividades económicas, las cuales pueden estar relacionadas directa o indirectamente con el embarque y desembarque de pasajeros, mercancías, almacenamiento o trasbordo en los puertos. En esta industria intervienen distintos agentes económicos, los cuales pueden ser públicos o privados, con distintos niveles de competencia y regulación para garantizar la conectividad física y la transferencia intermodal entre el transporte marítimo y terrestre. La actividad portuaria se sitúa principalmente dentro de un recinto portuario, el cual debe conectar los modos de transporte terrestre y marítimo mediante muelles y zonas de almacenamiento de la carga. La conexión del recinto portuario con el exterior se da mediante accesos marítimos y terrestres. (López López, 2016)

Existen distintos elementos que componen la actividad portuaria, estos son:

- i. Contexto económico que condiciona la demanda
- ii. Tecnología y factores de producción que condicionan la oferta
- iii. Regulación

En Chile existen distintos tipos de puertos, por ejemplo puertos públicos de uso público, puertos privados de uso privado y puertos privados de uso público. Los puertos privados de uso privado prestan sus servicios a usuarios específicos, mientras que los puertos públicos prestan servicios sin importar quién sea el usuario que lo requiera. En el caso de la V región, los puertos de Valparaíso y San Antonio por definición son puertos públicos de uso público, por lo que tienen

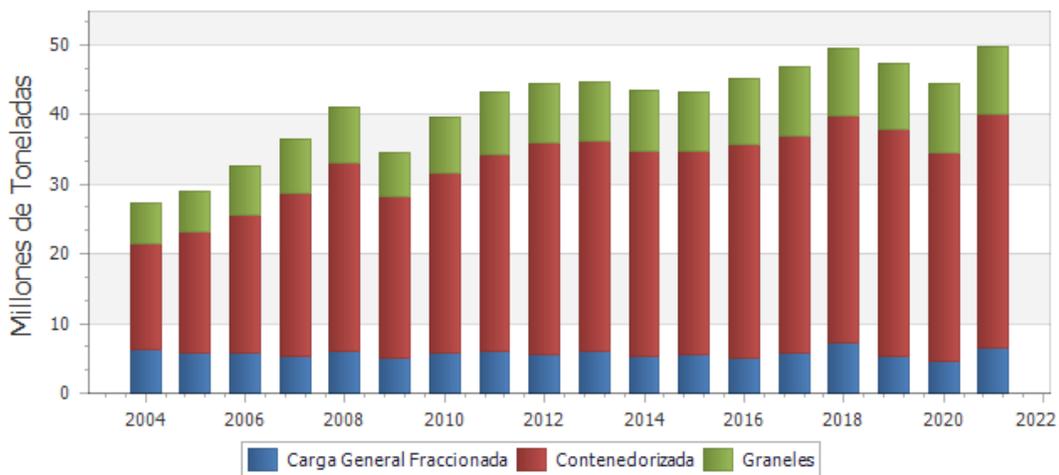
propiedad estatal y prestan servicios a cualquiera que lo requiera, deben entregar sus servicios de forma ininterrumpida y cumpliendo exigencias relacionadas a la velocidad de transferencia, tiempos de espera, etc. (Villena, 2014)

Los puertos reciben y entregan cargas de distinta naturaleza y forma, éstas se pueden clasificar de la siguiente forma:

- i. Carga general (contenedorizada o fraccionada)
- ii. Cargas a granel (sólidas o líquidas)

En la ilustración 1 se presenta la cantidad de toneladas transferidas anualmente por las empresas portuarias chilenas, a simple vista se observa que la mayor cantidad de carga transferida corresponde a carga de tipo contenedorizada, seguida por graneles y finalmente carga general fraccionada.

Ilustración 1: Cantidad de carga transferida por puertos chilenos [MMton]



Fuente: Estadísticas portuarias, SEP.

### 3.1.2. COMPETITIVIDAD.

Según la RAE la competitividad se define como la capacidad de competir. (RAE, 2021a)

Otra definición de competitividad es la entregada por el foro económico mundial, el cual mide la competitividad entre países desde 1979, define que “es el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país” (Cann, 2017)

Según Gutiérrez la competitividad se entiende como la capacidad de una empresa para generar un producto o servicio de mejor manera que sus competidores. (Gutiérrez Pulido, 2010)

Para Gutiérrez existen factores críticos de la competitividad, los cuales son:

**i. Calidad del producto**

- Atributos
- Tecnología
- Funcionalidad
- Durabilidad
- Prestigio
- Confiabilidad

**ii. Calidad en el servicio**

- Tiempo de entrega
- Flexibilidad en capacidad
- Disponibilidad
- Actitudes y conductas
- Respuestas a la falla
- Asistencia técnica

**iii. Precio:**

- Precio directo
- Descuentos/ventas
- Términos de pagos
- Valor promedio
- Costo servicio posventa
- Margen de operación
- Costos totales

Es necesario saber que los elementos significativos para la satisfacción del cliente y para la competitividad de una empresa están determinados por la calidad y atributos del producto, su precio y la calidad del servicio. Cuando se ofrece una mejor calidad a bajo precio y entregando un buen servicio se es más competitivo. La calidad de un producto está dada por sus características, atributos y su tecnología, en cambio la calidad del servicio está determinada por la forma en que el cliente es atendido. (Gutiérrez Pulido, 2010)

Gutiérrez mantiene que para realizar un análisis de competitividad en una organización se tendría que contrastar sus indicadores de competitividad contra los correspondientes de otras empresas del mismo ramo industrial o comercial, y así responder preguntas como (Gutiérrez Pulido, 2010):

- ¿Cómo es la calidad de su producto y servicio comparado con la de sus competidores?
- ¿En qué se distingue su producto y servicio?
- ¿Cuáles son las ventajas competitivas a desarrollar o fortalecer?
- ¿Cómo es el precio de su producto y los términos de pago en comparación con la competencia?
- ¿Tiene calidad, cumplimiento y flexibilidad en los tiempos de entrega?

Los puertos se encuentran continuamente analizando estrategias con el objetivo de alejarse de sus competidores, mediante el desarrollo y aplicación de estrategias alternativas para atraer nuevos clientes. La innovación en el uso de contenedores, cambios estructurales con economías de escala, integración de empresas y mejoras en los costos han fortalecido la competitividad entre puertos y modos de transporte. Los avances tecnológicos en la logística y en el transporte intermodal, junto con la globalización y la liberación económica, tanto en la producción de bienes y servicios de transporte como en su consumo, han cambiado radicalmente el entorno portuario, exigiendo mayor eficiencia, valor añadido, capital y tecnología, generando economías de escala y ampliando el abanico de puertos al crecer la elasticidad de la demanda de sus servicios y reducir el dominio de mercado y la cautividad (Trujillo y Nombela, 1999; Winkelmann, 2003; Valverde, 2005; García y Sánchez, 2006; Pontet y Silva, 2009, como se citó en (López López, 2016)

Según López la competencia entre puertos o servicios portuarios se refiere a la competencia que existe con los puertos cercanos que tengan características similares y donde el hinterland portuario se vincula. Se destaca la competencia producida por el tráfico de trasbordos de navieras que operan en líneas regulares de larga distancia con puertos altamente competitivos y terminales con gran competitividad en lo que se refiere a tiempos y precios. Otra de las fuentes de competencia es la que proviene de grandes puertos que compiten por ser puerta de entrada de importantes zonas comerciales. Otro punto señalado por López se refiere a que la competencia entre puertos se da principalmente donde existe tráfico de mercancía general, contenedores y trasbordo. (López López, 2016)

### **3.1.2.1. COMPETITIVIDAD SEGÚN EPV Y EPSA**

El Puerto de Valparaíso en su memoria anual del año 2020 considera como uno de sus temas principales la competitividad, donde busca promover el desarrollo de acciones que permitan focalizar la propuesta de valor en cada uno de los servicios y procesos de la cadena logística hacia los requerimientos de los clientes y usuarios del Puerto, fortaleciendo el modelo logístico del mismo, de la mano con el desarrollo de una comunidad activa en su rol. (E. P. Valparaíso, 2020)

En cuanto al Puerto de San Antonio, en su memoria anual del año 2020 indica que la competitividad comercial para ellos se focaliza en concretar gestiones comerciales y de promoción con clientes finales y líneas navieras, a fin de monitorear y facilitar el posicionamiento y la competitividad del puerto, especialmente en los servicios de transferencia de mercancías que proveen los actores de la cadena logística. (Antonio, 2020)

La principal diferencia que se puede observar entre las 2 visiones planteadas es que para EPSA la competitividad se basa en la relación con sus clientes y en concretar asuntos comerciales, en cambio, EPV además de lo anterior busca el desarrollo de una comunidad activa en su rol.

## 3.2. PRODUCTIVIDAD.

La definición entregada por la RAE sobre la productividad está definida como “Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, etc.” (RAE, 2021b)

La productividad también puede definirse como el uso eficiente de recursos (trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información) en la producción de diversos bienes y servicios. Una mayor productividad significa la obtención de un mayor beneficio con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo. (Prokopenko, 1989)

Según Prokopenko la productividad también puede definirse como la relación existente entre los resultados y el tiempo que toma conseguirlos. La productividad podría considerarse como una medida global de la forma en que las organizaciones satisfacen los siguientes criterios:

- Objetivos
- Eficiencia
- Eficacia
- Comparabilidad

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. (Gutiérrez, 2010)

Aunque existen muchas definiciones diferentes de productividad, para Prokopenko el criterio más común para designar un modelo de productividad consiste en identificar los componentes del producto y del insumo correcto de acuerdo con las metas de desarrollo en largo, mediano y corto plazo de la empresa, el sector o el país. (Prokopenko, 1989)

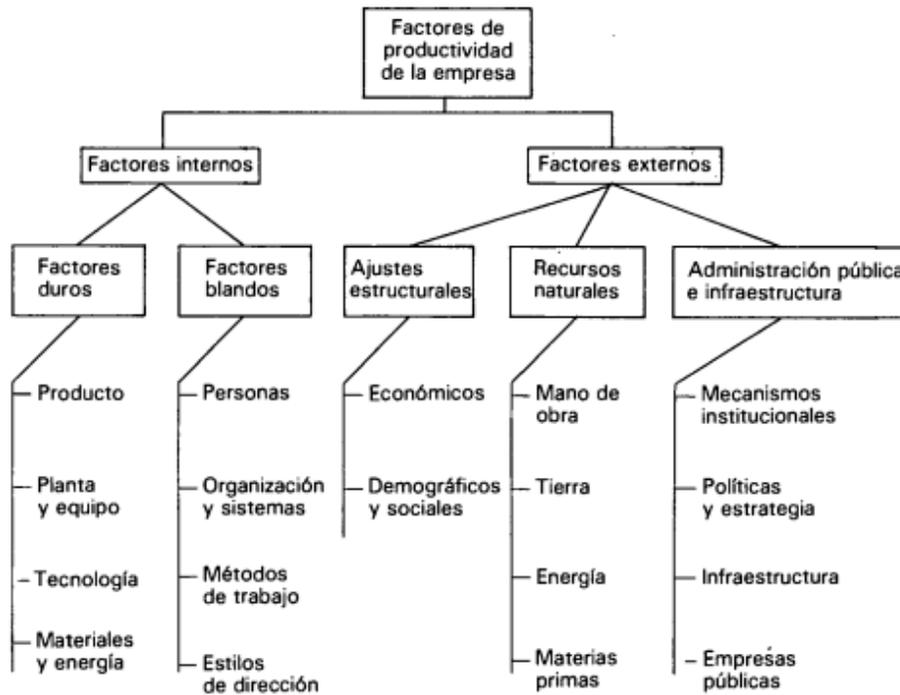
Según Prokopenko la productividad va a determinar el grado de competitividad internacional de los productos de un país. Si la productividad del trabajo en un país se reduce en relación con la productividad en otros países que fabrican los mismos bienes, se crea un desequilibrio competitivo.

Las principales categorías de factores de productividad son:

- Externos (no controlables)
- Internos (controlables)

Para trabajar en estos factores se requiere de distintas instituciones, personas, técnicas y métodos, los cuales se presentan en la ilustración 2.

Ilustración 2: Modelo integrado de factores de la productividad de una empresa.



Fuente: Adaptado de S. K. Mukherjee y D. Singh, 1975.

### 3.2.1. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD (KPI) DE DESEMPEÑO PORTUARIO.

Según (Porter, 1998) la competitividad está determinada por la productividad, ya que una mayor productividad va a generar una mayor competitividad, es por esto que se van a considerar indicadores utilizados para medir tanto la productividad como la competitividad.

Para esto es necesario definir qué es un KPI (key performance indicator), se puede conocer como indicador clave de rendimiento o medidor de desempeño, este indicador es una medida del nivel de rendimiento de un proceso. El valor que tenga este indicador está relacionado con un objetivo fijado previamente y por lo general se expresa en valores porcentuales. (Parmenter, 2015)

Los indicadores están definidos en la norma ISO 11620, la cual señala que los indicadores son una expresión utilizada para describir actividades en términos cualitativos y cuantitativos con el fin de evaluarlas de acuerdo con un método antes establecido. (Ibáñez & Navarro, 2013)

A continuación se presentan distintos estudios donde se formulan indicadores para medir el desempeño portuario:

### **3.2.1.1. Un modelo para el análisis de la competitividad portuaria.**

Según la tesis doctoral “Un modelo para el análisis de la competitividad portuaria: una aplicación a los puertos de Las Palmas y Santa Cruz de Tenerife” realizada por (López López, 2016) para definir los principales factores que influyen en la competitividad de la industria portuaria, deben diferenciarse entre aquellos de tipo exógeno, los cuales no dependen de su actuación y que pueden llegar a obstaculizar la competitividad, y aquellos de tipo endógeno, los cuales permiten medir la competitividad e impulsarla directamente, ya que se puede generar crecimiento de la competitividad con una buena gestión. Los elementos que configuran la industria portuaria son: oferta, demanda y la regulación.

A partir de lo anterior se establece una relación entre los elementos que configuran la actividad portuaria y los factores determinantes de la competitividad.

#### **i. Oferta.**

Exógenos:

- Localización geográfica del Puerto y red de distribución.
- Características económicas del mercado en que se compite.

Endógenos:

- Mínimo coste generalizado.
- Calidad de gestión, control y eficiencia de operaciones y servicios.
- Máxima contribución al valor añadido para clientes y sociedad.
- Innovación y especialización: los requerimientos específicos de cada tipo de tráfico y terminales portuarias existentes y potenciales.

#### **ii. Demanda.**

Exógenos:

- Características del mercado en que se compite.
- Factores demográficos y culturales.

#### **iii. Regulación:**

Exógenos:

- Factores políticos y sociales.

### 3.2.1.2. Modelo para estimar la competitividad portuaria.

Según la tesis “Modelo para estimar la competitividad portuaria: Lázaro Cárdenas, Michoacán en la Cuenca del Pacífico” de (Solís Navarrete, 2009) se presentan factores de competitividad sistémica portuaria, los cuales se dividen en los siguientes aspectos:

- i. **Competitividad Micro:** Según Solís este aspecto se refiere a las diferencias que existen con otros puertos, ya sea nacionales o internacionales. Por ejemplo la localización o ventajas de productividad, las variables relacionadas a este factor tienen como objetivo lograr ventajas competitivas internas.

VARIABLES A CONSIDERAR:

- Equipamiento básico
- Otros equipamientos
- Servicios
- Tecnología
- Infraestructura
- Localización

- ii. **Competitividad Meso:** Se basa en estructurar y/o articular procesos de aprendizaje entre la sociedad, estado y puerto.

VARIABLES A CONSIDERAR:

- Convenios con centros de investigación
- Convenios con instituciones de educación superior
- Convenios con organizaciones
- Proyectos de investigación científica y tecnológica
- Parques industriales asociados al puerto
- Proveedores regionales (%)
- Índice de desarrollo logístico
- Industria palanca

- iii. **Competitividad Macro:** Son aquellos factores externos al puerto que generen un contexto favorable para el desarrollo portuario.

VARIABLES A CONSIDERAR:

- Apertura al exterior
- Financiamiento
- Perfil económico

**iv. Competitividad Meta:** Se basa en la estructura que impulsa la competitividad.

VARIABLES A CONSIDERAR:

- Conflictos laborales y armados
- Ataques y/o bloqueos civiles
- Capital social
- Índice de desarrollo humano

### **3.2.1.3. Formulación de indicadores de eficiencia y servicio del sistema portuario colombiano.**

En el documento “Formulación de indicadores de eficiencia y servicio del sistema portuario colombiano” (Sarmiento, 2018) se busca determinar la línea de base y niveles de exigencia para la eficiencia en las operaciones con carga a granel sólido limpio en los terminales públicos de Colombia.

Donde se destacan 3 grupos de indicadores, los cuales están tipificados por la naturaleza de su unidad de medición, éstos son:

- i. **Rendimientos (Toneladas/día):** Estos indicadores miden el desempeño del total de la parte operativa de las sociedades portuarias respecto al nivel de eficiencia en el servicio de transferencia de carga a los buques.

Los tiempos considerados para el cálculo de estos indicadores son:

- Tiempo en puerto: Tiempo transcurrido desde el arribo del buque a la primera boya del canal de acceso, hasta el paso del buque por la misma boya al salir.
- Tiempo en muelle: Se cuenta a partir del inicio de operaciones de atraque a la línea de muelle y concluye una vez que las maniobras de desatraque hayan terminado.
- Tiempo bruto de operaciones: Corresponde al intervalo comprendido entre el inicio y el fin de las mismas.

Los indicadores de rendimiento presentados son los siguientes:

- Rendimiento buque/día/muelle
- Rendimiento buque/día/puerto
- Rendimiento buque/día/tiempo bruto de operaciones
- Rendimiento buque/día/muelle con despacho directo

ii. **Porcentajes (%):** Comparan variables que inciden en las operaciones a partir de relaciones porcentuales. Tales como:

- Porcentaje de lluvias
- Ocupación de muelle
- Disponibilidad de muelle
- Porcentaje de carga directa

iii. **Promedios:** Determinan la relación entre un número de variables.

Se encuentran los siguientes indicadores:

- Promedio de permanencia de la carga en almacenamiento
- Promedio de permanencia de vehículos en el terminal
- Promedio de espera acceso vehículos

iv. **Financieros:** Se refiere a los costos que pueden ser generados por retrasos en las operaciones, generalmente esto afecta directamente al usuario o al consumidor.

#### 3.2.1.4. **Indicadores de productividad para la industria portuaria, CEPAL.**

Según (Doerr & Sánchez, 2006) al medir productividad en una terminal portuaria el foco está en 2 indicadores centrales; la interfase con el transporte terrestre y la interfase con la nave, denominadas como: el tiempo en la terminal de los camiones y la tasa de contenedores por hora de carga o descarga de la nave.

En este estudio se discuten los principales indicadores usados por los puertos, los cuales se presentan a continuación:

- i. Transferencia por metro lineal
- ii. Transferencia o productividad del área de depósito
- iii. Transferencia o productividad de grúa pórtico
- iv. Tamaño y tiempo de embarque
- v. Productividad de nave

En la ilustración 3 se presenta un resumen de estos indicadores.

Ilustración 3: Cuadro resumen de indicadores según CEPAL

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.	Porcentaje 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 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 grúas	Productividad neta; Productividad 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, equipo por hora y línea, tiempo de camiones en la terminal	Transferencia neta; Transferencia bruta
Muelle	Programa de naves, largo de muelles, número de grúas.	Grado de la utilización de la litera	Contenedores de naves transferidos por año y muelle	Utilización neta
Fuerza laboral	Tamaño de cuadrilla, reglas de seguridad, habilidad de la cuadrilla, 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

Fuente: Container Terminal Productivity

### 3.2.2. ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL

Según el artículo “Analizando la calidad directiva, la importancia de la productividad multifactorial” escrito por el autor Miguel Álvarez Casasola, se define la productividad multifactorial como una medida comúnmente utilizada para medir la productividad de las empresas. El objetivo de este índice de productividad es reflejar las variaciones existentes en el nivel de producción de una empresa. (Casasola, 2021)

La fórmula utilizada para obtener este índice de productividad se presenta a continuación:

$$\text{Índice de productividad multifactorial} = \frac{\text{Producto final}}{\sum \text{Insumos utilizados para la obtención del producto final}}$$

### 3.3. PUERTO DE VALPARAÍSO.

Según (transportes, 2013) el Puerto de Valparaíso es considerado como uno de los principales puertos de servicio público de la macro-zona central de Chile, el cual comparte hinterland con el Puerto de San Antonio.

Se localiza en la región, provincia, comuna y ciudad del mismo nombre y es administrado por la Empresa Portuaria Valparaíso (EPV).

Las características mencionadas a continuación fueron obtenidas del Plan Nacional de Desarrollo Portuario. (transportes, 2013)

- **Infraestructura.**

Puerto Valparaíso cuenta en la actualidad con ocho sitios de atraque distribuidos en dos terminales; el Terminal 1 que incluye los sitios N°1, 2, 3, 4 y 5 y el Terminal 2 con los sitios N°6, 7 y 8.

Tabla 1: Infraestructura EPV

Terminal	1				2			
Sitios de Atraque								
Características sitio de atraque	1	2	3	4	5	6	7	8
Long. Parcial [m]	188,5	200	231,5	230,5	152,2	245	127,5	240
Long. Continua [m]	620		382,7		245	127,5	240	
Calado autorizado [m]	13,8	13,8	13,8	9,4	9,4-8,5	8,5	6,2	8,8-8,4
Eslora máxima autorizada [m]	142	200	229,5	230,5	107,5	185	125	235
Tipo estructura	Tablero hormigón armado sobre pilotes tubulares metálicos				Muro de bloques de hormigón			
Año de construcción					1922-1932			
Año de construcción Año mejoramiento-ampliación-reconstrucción	1998-1999				No aplica			
Equipamiento de Muelle	5 grúas gantry + 2 grúas móviles tipo gottwald				No aplica			
Explanadas								
Superficie total [ha]	9,6		5,5		3,1			
Superficie cubierta	10.800				0			
Carga granel [m2]					0			
Carga general [m2]	10.800				0			

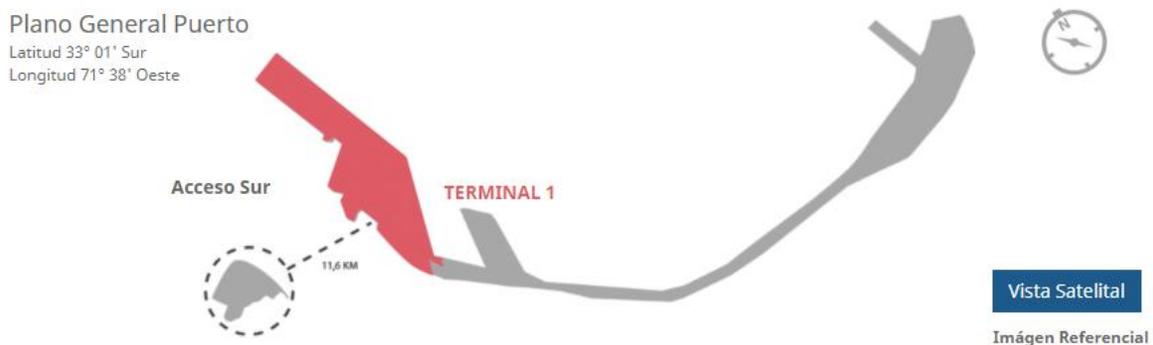
Fuente: Plan nacional de desarrollo portuario

A continuación se describe cada zona perteneciente al Puerto de Valparaíso:

- **Terminal 1:** Cuenta con un área total de 14,62 [ha], la cual contiene 5 frentes de atraque. Este terminal puede recibir naves full container, refrigeradas, multipropósito y cruceros.

En cuanto a su operación y administración es un terminal mono-operado bajo concesión por Terminal Pacífico Sur Valparaíso S.A. (TPS), cuya adjudicación se realizó en agosto de 1999 y se extendió hasta el año 2030 con el proyecto de inversión de extensión del sitio 3 y mejoramiento estructural de los sitios 4 y 5.

Ilustración 4: Terminal 1, EPV



Fuente: Empresa Portuaria Valparaíso

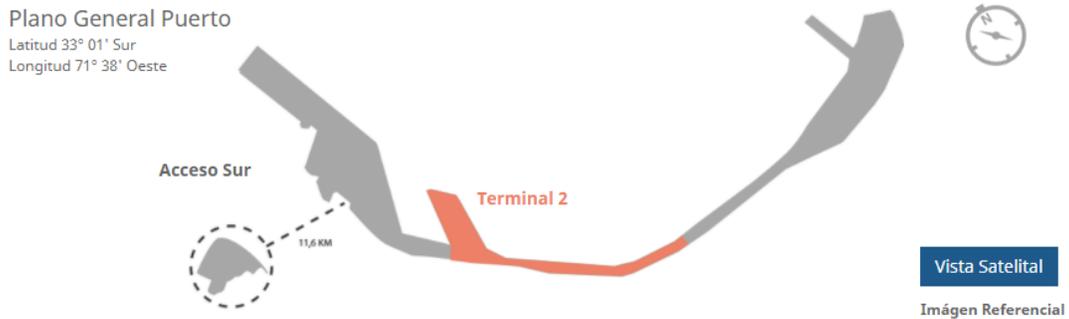
- **Terminal 2:** Cuenta con un área total de 6,4 [ha], la cual contiene el sitio 6, 7 y 8.

Es un terminal de carga y pasajeros, recibe naves full container, refrigeradas, multipropósito y cruceros.

En cuanto a su operación y administración es un terminal mono-operado bajo concesión adjudicada por Terminal Cerros de Valparaíso (TCVAL) en abril del año 2013 por un plazo de 30 años. Dicha contrato de concesión expiró el 15 de abril de 2021, debido a que TCVAL decide ejercer su derecho contractual para no continuar el contrato de concesión debido a excesivas demoras en la tramitación ambiental del proyecto. (LT, 2019)

Posterior a lo descrito con anterioridad, la empresa Terminal Portuario Valparaíso (TPV) en diciembre del año 2021 se adjudica por un plazo de 4 años la concesión del terminal 2.

Ilustración 5: Terminal 2, EPV



Fuente: Empresa Portuaria Valparaíso

- Zeal: La zona de extensión y apoyo logístico tiene un área total de 29 [ha], es donde se coordina la entrada y salida de la carga transferida. Además, se realizan los chequeos de documentos y las inspecciones relacionadas al servicio público.

En cuanto a su operación y administración es concesionado por ZEAL Sociedad Concesionaria S.A. (ZSC), cuya adjudicación se realizó en diciembre de 2007 y tiene una duración de 30 años.

Ilustración 6: ZEAL, EPV



Fuente: Empresa Portuaria Valparaíso

- Terminal de pasajeros: Este terminal se encuentra a cargo del embarque y desembarque de pasajeros que arriban desde Puerto de Valparaíso para viajes en crucero. Cuenta con un área total de 10.200 [m<sup>2</sup>], la cual se distribuye en área de edificio y área de estacionamiento.

Ilustración 7: Terminal de pasajeros, EPV



Fuente: Empresa Portuaria Valparaíso

- **Obras de defensa.**

El puerto de Valparaíso cuenta con ocho sitios de atraque, los cuales se encuentran emplazados en una dársena artificial protegida por un molo, obra que se inicia desde la Punta Duprat, se interna en dirección NE hasta una distancia de 300 [m] y continúa en dirección SE en una longitud de 700 [m].

- **Obras de atraque y servicios.**

Los sitios N° 1, 2 y 3 conforman un frente de atraque de 620 [m] de longitud y los sitios N°4 y 5 otro frente de 383 [m].

Adicionalmente, el puerto cuenta con una longitud aproximada de 1.000 [m] de malecones con profundidades de hasta 4 [m] para embarcaciones menores, de los cuales 215 [m] corresponden al Muelle Prat y el resto se sitúa en el sector costanera al oriente del espigón.

- **Accesibilidad vial.**

El acceso al Puerto de Valparaíso se realiza mayoritariamente por la Ruta 60-CH, más conocida como Camino La Pólvara, que conecta la Ruta 68 con la entrada/salida a los terminales de Puerto Valparaíso. Dicho acceso concentra la mayor parte de los flujos de camiones y los aísla de la interacción con otro tipo de vehículos. A 8,7 [km] de la Ruta 68 se encuentra la ZEAL, donde se coordina y controla el flujo de camiones que circulan por dicha ruta en dirección al puerto.

El camino La Pólvara tiene una extensión de 19,3 [km] entre su conexión a la Ruta 68 y el ingreso a puerto e incluye tres túneles:

- Túnel 1 (acceso al puerto), ubicado a 0,4 [km] del Terminal 1 y de 2,2 [km] de extensión
- Túnel 2 (Sector Loma Larga), ubicado a 1,3 [km] del Túnel 1 y de 310 [m] de extensión
- Túnel 3 (Sector Las Ánimas), ubicado a 0,1 [km] del Túnel 2 y de 440 [m] de extensión

- **Accesibilidad ferroviaria.**

La infraestructura ferroviaria que conecta al puerto con su hinterland, la conforma la red centro sur de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE). El trazado desde el puerto hasta Santiago suma 186,9 [km] de longitud en trocha ancha.

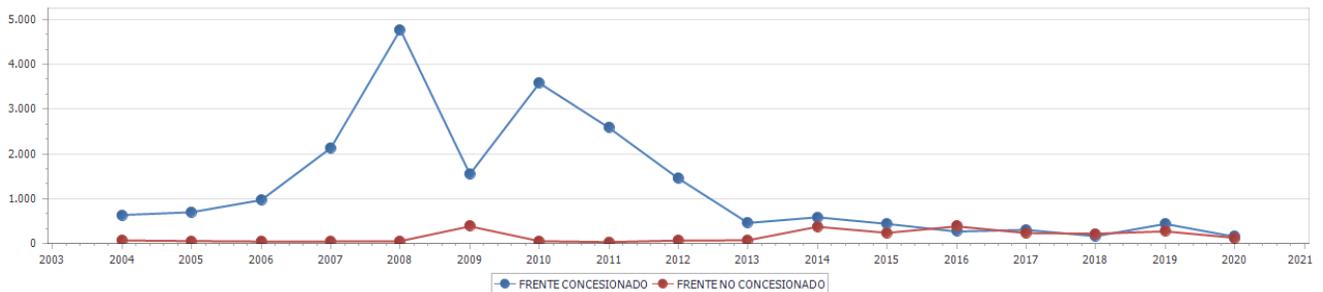
### 3.3.1. PUERTO DE VALPARAÍSO EN CIFRAS.

En este apartado se presentan las cifras obtenidas por el Puerto de Valparaíso desde el año 2004 hasta mediados del 2020, dichos valores y gráficos fueron obtenidos del Sistema de Empresas (SEP). (SEP, 2021)

De los gráficos presentes en la ilustración 8, 9 y 10, solo se va a considerar las cifras asociadas a los frentes concesionados.

En la ilustración 8 se observan los tiempos de espera [hr] asociados al Puerto de Valparaíso, donde se logra apreciar que el año 2008 fue el momento en que hubo mayores tiempos de espera, los cuales desde el año 2010 en adelante han ido disminuyendo con el pasar de los años, lo que es un buen indicio, ya que reducir tiempos en la actividad portuaria se traduce en disminuir gastos a los clientes (empresas navieras).

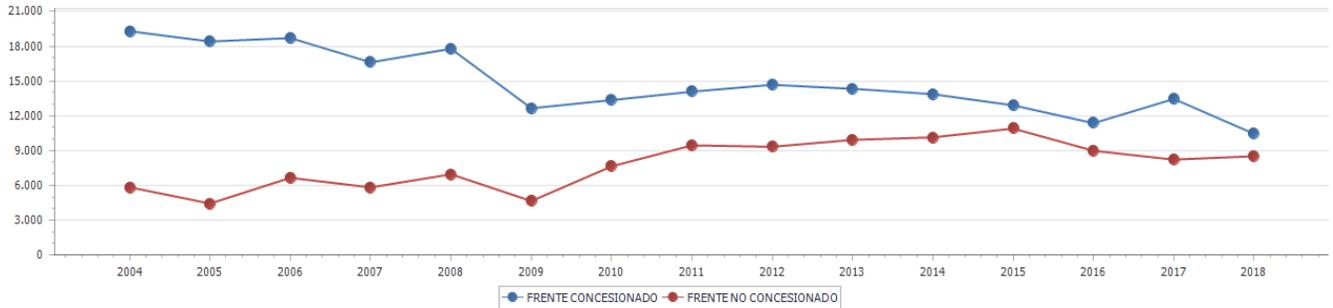
Ilustración 8: Tiempo de espera, acumulado anual [hr], EPV.



Fuente: Estadísticas portuarias, SEP.

En la ilustración 9 se observa que a partir del año 2009 hasta el año 2015 las horas de ocupación de las naves se mantuvo más bien constante, siendo el año 2018 donde el acumulado anual fue menor.

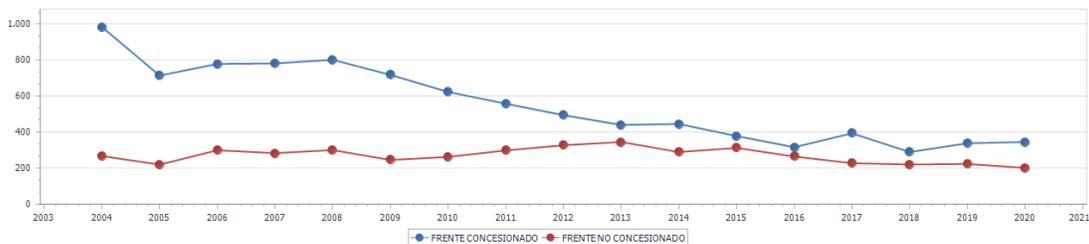
Ilustración 9: Horas de ocupación de naves, acumulado anual EPV.



Fuente: Estadísticas portuarias, SEP.

En cuanto al número de naves recaladas en EPV se observa una disminución que se ha ido manteniendo en el tiempo, a excepción del año 2017 donde se aprecia un leve aumento. Lo anterior se observa en la ilustración 10.

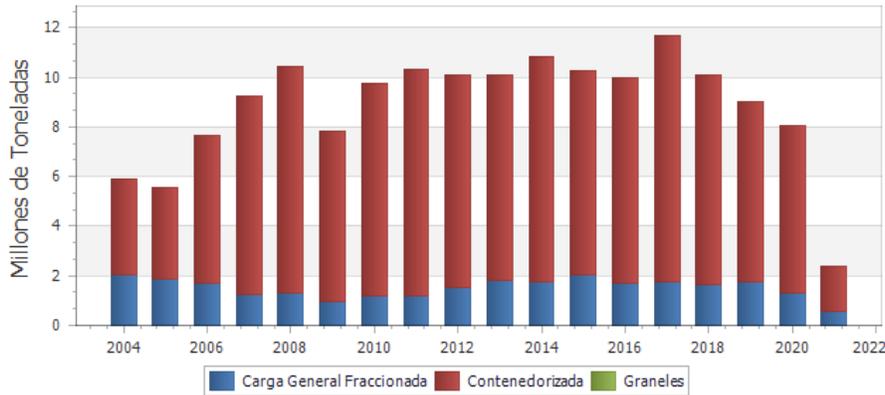
Ilustración 10: Número de naves, EPV.



Fuente: Estadísticas portuarias, SEP.

En la ilustración 11 se observa que el tipo de carga transferida en el Puerto de Valparaíso es de tipo contenedorizada y carga general fraccionada, siendo el primer tipo de carga mencionada la que tiene una mayor presencia en dicho puerto. Además, se observa que el año 2017 es donde hubo una mayor transferencia de carga, año en el cual el Puerto de Valparaíso llega al límite de su capacidad de transferencia.

Ilustración 11: Carga transferida por EPV [MMton]



Fuente: Estadísticas portuarias, SEP.

Para contextualizar la situación del Puerto de Valparaíso hasta la actualidad, en la tabla 2 se presenta el total de carga transferida anualmente, por tipo de carga y su porcentaje de variación con respecto al año anterior.

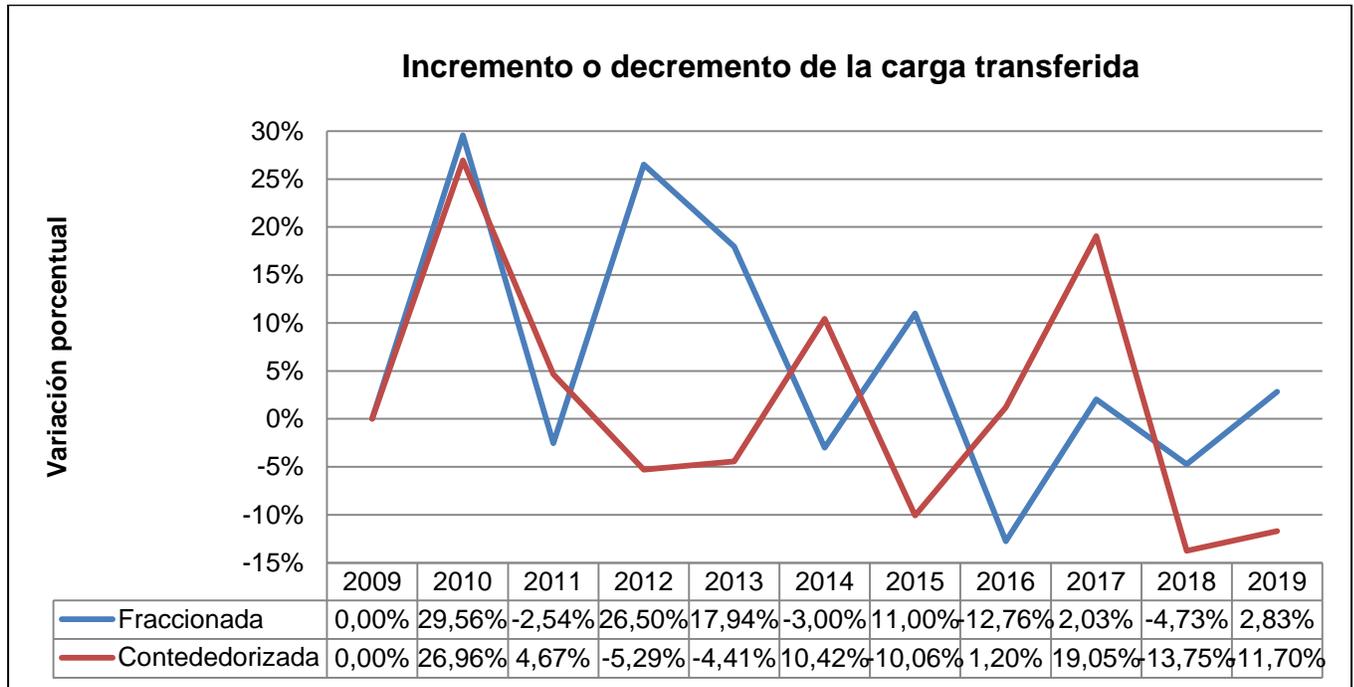
Tabla 2: Tipo de carga transferida en los últimos 10 años por EPV [ton]

Año/Tipo de carga	Carga contenedorizada	% Variación	Carga fraccionada	% Variación	Total carga anual
<b>2009</b>	7.002.572	0,00%	973.190	0,00%	7.975.762
<b>2010</b>	8.890.206	26,96%	1.260.906	29,56%	10.151.112
<b>2011</b>	9.305.039	4,67%	1.228.825	-2,54%	10.533.864
<b>2012</b>	8.813.238	-5,29%	1.554.497	26,50%	10.367.735
<b>2013</b>	8.424.268	-4,41%	1.833.355	17,94%	10.257.623
<b>2014</b>	9.302.439	10,42%	1.778.422	-3,00%	11.080.861
<b>2015</b>	8.366.520	-10,06%	1.974.064	11,00%	10.340.584
<b>2016</b>	8.466.721	1,20%	1.722.172	-12,76%	10.188.893
<b>2017</b>	10.079.342	19,05%	1.757.143	2,03%	11.836.485
<b>2018</b>	8.693.590	-13,75%	1.673.959	-4,73%	10.367.549
<b>2019</b>	7.676.178	-11,70%	1.721.365	2,83%	9.397.543

Fuente: Elaboración propia, a partir de la Memoria anual EPV 2019.

A partir del gráfico 1 se puede observar el porcentaje de variación en cuanto a la carga transferida de un año con respecto al anterior. Observando este gráfico es preciso mencionar que existen importantes fluctuaciones entre un año y otro en lo que a transferencia de carga respecta, ya sea para carga contenedorizada como para carga fraccionada.

Gráfico 1: Variación porcentual anual por tipo de carga transferida por EPV



Fuente: Elaboración propia, a partir de la Memoria anual EPV 2019.

### 3.4. PUERTO DE SAN ANTONIO.

Junto con el Puerto de Valparaíso el Puerto de San Antonio constituye una de las principales instalaciones de servicio público de la macro-zona central de Chile, es administrado por la Empresa Portuaria San Antonio (EPSA).

El Puerto de San Antonio está ubicado en el litoral sur de la Región de Valparaíso, al norte de la desembocadura del río Maipo, en una bahía natural, zona del borde costero protegida de los vientos del norte.

Las características mencionadas a continuación fueron obtenidas del Plan Nacional de Desarrollo Portuario. (transportes, 2013)

- **Infraestructura.**

La infraestructura de atraque del Puerto de San Antonio la integran: el Terminal Molo Sur (sitios N°1, 2 y 3), el Terminal Costanera Espigón (sitios N°4, 5, 6 y 7), el Terminal Norte (sitio N°8) y Terminal Policarpo Toro (sitio N°9).

El Terminal Molo Sur está emplazado en la zona interior del rompeolas, consiste en una infraestructura que alberga sitios N°1, 2 y 3, los que en conjunto, con sus respectivas áreas de

respaldo, abarcan una superficie de 30 [ha] y constituyen un frente continuo utilizable de 769 [m], con un calado máximo autorizado de 13,5 [m].

El Terminal Costanera Espigón es un segundo frente de atraque entregado en concesión en noviembre de 2011 a la empresa Puerto Central (PCE), también bajo la modalidad mono-operador. Posee dos frentes de atraque, uno correspondiente a los sitios N°4 y 5 y otro a los sitios N°6 y 7.

El terminal Norte o sitio N°8 es un terminal especializado en la descarga de graneles sólidos, administrado por la empresa concesionaria Puerto Panul S.A. bajo el esquema mono-operador. Consiste en una plataforma de hormigón armado de 38 [m] de largo y 17 [m] de ancho construido sobre pilotes.

El Terminal Policarpo Toro es administrado por EPSA. Está equipado con un sistema de ductos que permiten transferir graneles líquidos, principalmente productos químicos, a un conjunto de estanques ubicados en el sector contiguo. El sitio N°9 está constituido por tres Duques de Alba y una plataforma de unión entre éstos. Su frente de atraque tiene 69,7 [m] de largo por 7 [m] de ancho y puede recibir naves de hasta 190 [m] de eslora y un calado máximo de 10 [m].

Tabla 3: Infraestructura EPSA

Sitios de Atraque									
Características sitio de atraque	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Long. Parcial [m]	263	253	253	171	170	161	160	186	62,3
Long. Continua [m]	769		341		321		No aplica		
Calado autorizado [m]	13,5	11,3	11,3	9,5	9,5	7,93	6,28	11	10
Eslora máxima autorizada [m]	363	253	253	237	237	190-225	120	230	190
Tipo estructura	Tablero hormigón armado apoyado sobre pilotes metálicos			Tablestacados y relleno		Pilotes de acero y plataforma de hormigón armado		Losa de hormigón armado	
Año de construcción	1920		1972		1967	1948	1948	1987	1988
Año de construcción Año mejoramiento- ampliación- reconstrucción	1995		No aplica						
Equipamiento de Muelle	6 grúas móviles tipo Gantry			2 grúas móviles Liebherr MHC LHM 400			Grúa level luffing	Ductos de descarga	
<b>Explanadas</b>									
Superficie total [ha]	30,4				26,4		1,4		1,1
Superficie cubierta	0,5				0,9		0		0
Carga granel [m2]	0				0		0		0
Carga general [m2]	0,5				0,9		0		0

Fuente: Plan Nacional de Desarrollo Portuario

- **Obras de defensa.**

El Puerto San Antonio posee un rompeolas, denominado Molo Sur, que tiene una longitud aproximada de 800 [m] y consta de dos secciones: la primera, de 150 [m] de longitud, fue construida sobre un prisma de enrocados, protegido por una capa de rocas de gran peso. La segunda sección del rompeolas, de aproximadamente 650 [m] de longitud, se construyó también sobre la base de un prisma de enrocados, que por el costado externo (expuesto al oleaje) posee una berma de rocas sobre la cual se apoyan grandes bloques artificiales de hormigón.

- **Accesibilidad vial.**

La principal vía de acceso por carretera a la ciudad de San Antonio es la Ruta 78, denominada Autopista del Sol, que une las ciudades de San Antonio y Santiago, conectando además con la Ruta 5.

Con objeto de disminuir los impactos urbanos causados por el paso de camiones que tienen como origen o destino el sector sur del puerto, en 2011 se inauguró el tramo llamado Nuevo Acceso a Puerto, que consiste en una autopista de dos carriles por sentido, de aproximadamente 10 [km], que conecta al puerto con la Ruta 78.

Desde el Nuevo Acceso a Puerto, los camiones acceden a los terminales STI y PCE a través de una rotonda que une a las calles Pablo Neruda con Aníbal Pinto y los accesos portuarios. STI cuenta, además, con una vía alternativa por las calles 1 de Enero y Av. La Playa, ambas de una pista por sentido.

La otra vía troncal utilizada para acceder al puerto es la Ruta 66, conocida como Camino de la Fruta. Esta ruta fue concesionada en 2010 y se convirtió en la vía principal de acceso para las cargas provenientes del sur del país, principalmente producción hortofrutícola de las regiones de O'Higgins, Maule y Biobío. La Ruta 66 también conecta con el Nuevo Acceso.

Por último, la actividad portuaria de los terminales graneleros de Panul y el sitio N°9, ubicados en el sector norte de la bahía, genera un flujo de camiones que atraviesa por el centro de la ciudad a través de las avenidas Ramón Barros Luco y Angamos.

- **Accesibilidad ferroviaria.**

La conectividad ferroviaria al Puerto de San Antonio la conforma el ramal Alameda Barrancas, parte de la red de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE), sobre la cual pueden operar los porteadores privados Fepasa y Transap.

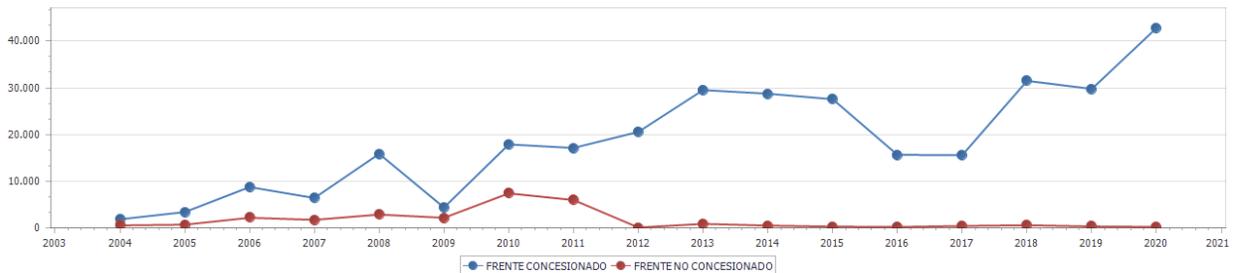
### 3.4.1. PUERTO DE SAN ANTONIO EN CIFRAS.

En este apartado se presentan las cifras obtenidas por el Puerto de San Antonio desde el año 2004 hasta mediados del 2020, dichos valores y gráficos fueron obtenidos del Sistema de Empresas (SEP). (SEP, 2021)

De los gráficos presentes en la ilustración 12, 13 y 14, solo se va a considerar las cifras asociadas a los frentes concesionados.

La ilustración 12 presenta el tiempo de espera en el Puerto de San Antonio, donde se puede observar que a partir del año 2009 existe un aumento sostenido en los tiempos de espera de las naves, a excepción de los años 2015 – 2017.

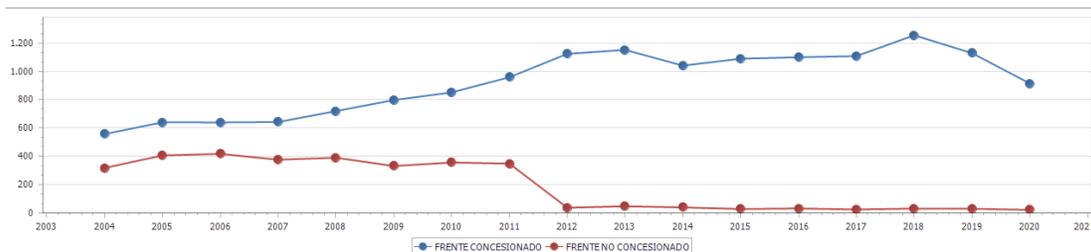
Ilustración 12: Tiempo de espera, acumulado anual EPSA [hr]



Fuente: Estadísticas portuarias, SEP

En cuanto al número de naves en la ilustración 13 se observa un aumento sostenido en el número de naves recaladas en el Puerto de San Antonio, a excepción de los años 2013-2014 y 2018-2020, donde se han producido bajas.

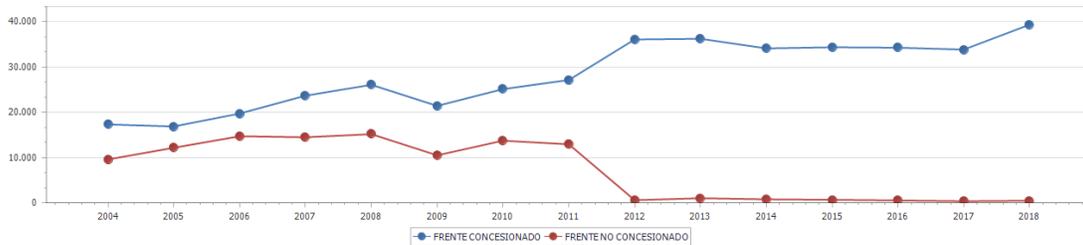
Ilustración 13: Número de naves, EPSA



Fuente: Estadísticas portuarias, SEP.

En la ilustración 14 se observa que las horas de ocupación de las naves han tenido un aumento sostenido en el tiempo, cabe destacar que entre los años 2012 y 2017 las horas de ocupación se mantuvieron prácticamente constantes, y posteriormente en el año 2018 se produce un alza en la cantidad de horas.

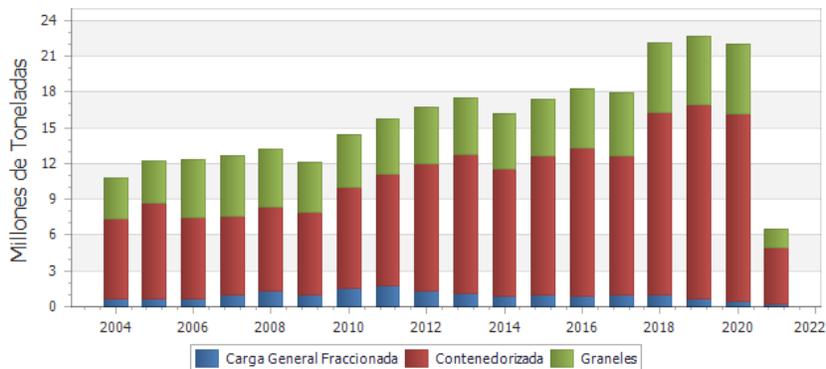
Ilustración 14: Horas de ocupación de las naves, acumulado anual EPSA



Fuente: Estadísticas portuarias, SEP.

Finalmente, en la ilustración 15 se observa la cantidad de toneladas transferidas por el Puerto de San Antonio, donde se logra apreciar que la mayor cantidad de carga transferida es de tipo contenedorizada, seguida por la carga granel y finalmente la carga general fraccionada. Además, se observa que entre los años 2018 – 2020 se produce un aumento en la cantidad de carga transferida, superando los 21 millones de toneladas transferidas.

Ilustración 15: Carga transferida por EPSA [MMton]



Fuente: Estadísticas portuarias, SEP.

Para contextualizar la situación del Puerto de San Antonio hasta la actualidad, en la tabla 4 se presenta el total de carga transferida anualmente, por tipo de carga y su porcentaje de variación con respecto al año anterior.

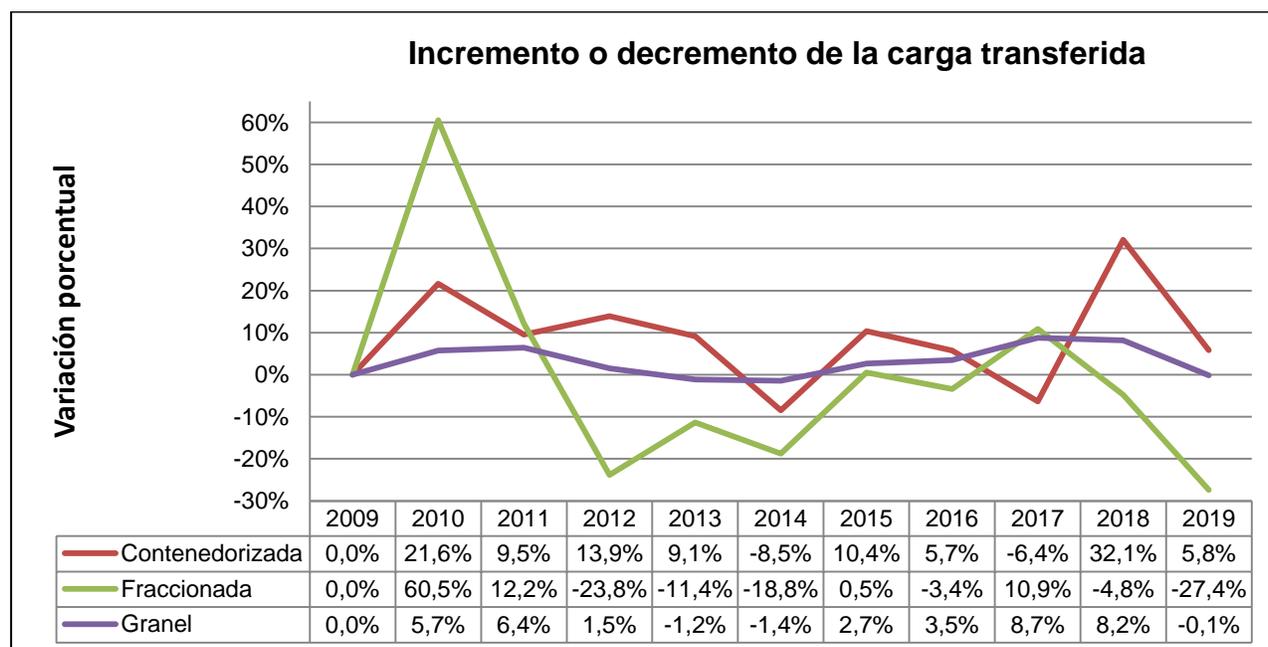
Tabla 4: Tipo de carga transferida en los últimos 10 años por EPSA

Año/Tipo de carga	Carga contenedorizada	% Variación	Carga fraccionada	% Variación	Carga a granel	% Variación	Total carga anual
2009	7.010.838	0,0%	943.678	0,0%	4.155.461	0,0%	12.109.977
2010	8.527.786	21,6%	1.514.633	60,5%	4.393.053	5,7%	14.435.472
2011	9.337.061	9,5%	1.699.397	12,2%	4.674.141	6,4%	15.710.599
2012	10.638.270	13,9%	1.294.419	-23,8%	4.744.726	1,5%	16.677.415
2013	11.609.651	9,1%	1.147.209	-11,4%	4.689.286	-1,2%	17.446.146
2014	10.622.620	-8,5%	931.679	-18,8%	4.621.737	-1,4%	16.176.036
2015	11.724.028	10,4%	936.413	0,5%	4.745.382	2,7%	17.405.823
2016	12.396.136	5,7%	904.747	-3,4%	4.909.238	3,5%	18.210.121
2017	11.607.300	-6,4%	1.003.323	10,9%	5.338.419	8,7%	17.949.042
2018	15.331.489	32,1%	955.136	-4,8%	5.773.504	8,2%	22.060.129
2019	16.221.399	5,8%	693.765	-27,4%	5.765.683	-0,1%	22.680.847

Fuente: Elaboración propia, a partir de la Memoria anual de EPSA 2019

En el gráfico 2 se presentan las curvas de variaciones en cuanto a la transferencia de carga correspondiente a EPSA, donde se puede observar que las variaciones de carga a granel es la que más constante se mantiene en el tiempo, seguida por la carga contenedorizada y finalmente la que mayores fluctuaciones refleja es la carga de tipo fraccionada.

Gráfico 2: Variación porcentual anual por tipo de carga transferida EPSA



Fuente: Elaboración propia, a partir de la Memoria anual de EPSA 2019

### 3.4.2. PROYECTO PUERTO DE GRAN ESCALA SAN ANTONIO

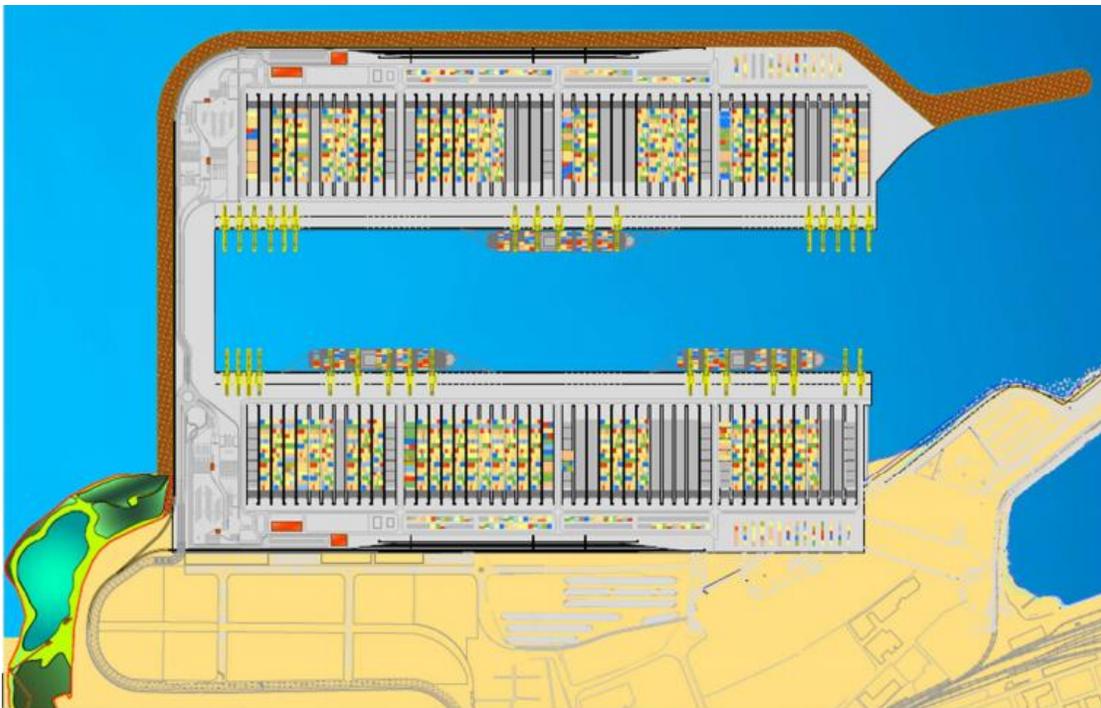
El trabajo en el proyecto PGE comenzó el primer semestre de 2011, con un estudio encomendado por MTT para identificar las bahías de mayor aptitud para la instalación de un terminal de contenedores en el litoral comprendido entre Coquimbo y Constitución. Dicho trabajo produjo un listado de tres ubicaciones (a las cuales posteriormente se sumó una cuarta, propuesta por EPV), incluyendo sendas alternativas cercanas a los actuales terminales estatales de la región.

Desde entonces, con el liderazgo del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, las empresas portuarias y el Sistema de Empresas SEP han venido trabajando en los análisis técnicos necesarios para la licitación de un nuevo puerto de contenedores en la región. Finalmente se determina que el lugar óptimo para la realización de este Puerto de Gran escala es San Antonio, cuya inversión consta de US\$3.300 millones, en el cual se propone que este Puerto de Gran Escala emplazada en el sector sur del recinto portuario, adyacente a PLISA.

EPSA convocó a una licitación pública para la realización del “Estudio de Factibilidad para el Desarrollo del Puerto de Gran Escala en el Puerto de San Antonio”, la cual fue adjudicada a la empresa de ingeniería INTECSA-INARSA. (INTECSA-INARSA, 2014)

El layout del PGE se presenta en la ilustración 16.

Ilustración 16: Layout PGE, San Antonio



Fuente: Estudio de factibilidad para el desarrollo del puerto de gran escala en el puerto de San Antonio.

Este proyecto se divide en 2 fases (Tabla 5), la fase 1 del PGE se prevee que esté en operación antes de la saturación de los actuales terminales (2024). Dicha fase será subdividida en 2 (1-A y 1-B), con capacidad de 1,5 [MMTEU/año].

Tabla 5: Fases PGE, Puerto San Antonio [MMTEU/año]

Características	Terminal S-1		Total	Terminal S-2	Total PGE San Antonio
	Fase 1-A	Fase 1-B		Fase 2	
<b>Capacidad nominal [MMTEU/año]</b>	1,5	1,5	3	3	-
<b>Área de respaldo [ha]</b>	53,9	35,7	89,6	91,8	181,5
<b>Longitud de muelle [m]</b>	950	830	1.780	1.780	3.560

Fuente: Plan nacional de desarrollo portuario

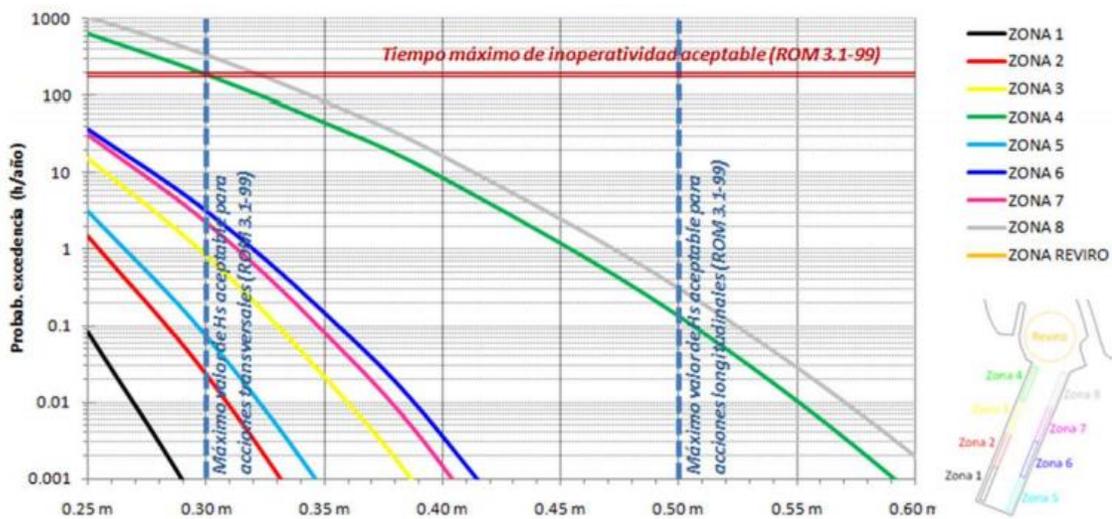
La siguiente fase (fase 2) será iniciada una vez superados los 3.000 [MTEU/año] y eventualmente también podría ser subdividida en 2 fases. Se estima que el PGE alcance un tráfico anual máximo de 6.000 [MTEU/año] luego de 7 años de la puesta en operación de la fase 2.

Las principales características que tendrá el PGE son:

- Capacidad del almacenamiento: En cuanto a la capacidad de almacenamiento el terminal 1 y terminal 2 tendrán una capacidad de 3.044.866 [TEU/año] y 3.108.924 [TEU/año] respectivamente.
- Entrada y salida de camiones: En el peor caso el tiempo medio en cola de un camión no superará los 2 minutos, y el promedio de camiones en dicha cola será menos de 11 minutos.
- Terminal ferroviario: Se considera una longitud de trenes de 600 [m] con 40 vagones y una capacidad máxima de 80 [TEU]. Donde hasta un 30% de la carga puede ser transportada por ferrocarril.
- Nave de diseño: es una nave portacontenedores de clase E, con las siguientes características:
  - Eslora: 397,7 [m]
  - Manga: 56,4 [m]
  - Calado: 15,5 [m]
  - Capacidad: 14.700 [TEU's]

- Acceso náutico: Para condiciones extremas con frecuencias medias de presentación inferiores a las 200 [h/año] (vientos del N, W y S con una velocidad de 25 [nudos], un oleaje del W con altura  $H_s = 3$  [m] y un periodo  $T_p = 13$  [s] y una corriente del N de 0.6 [nudos]) el buque de diseño puede entrar o salir del PGE con total seguridad.
- Intervalos de inoperatividad (downtimes): Se analizan las distintas zonas del puerto como se presenta en la ilustración 17, donde se observa que los valores obtenidos son inferiores a los indicados en las ROM (200h/año), lo que implica un alto nivel de protección del PGE a las naves atracadas y en la zona de reviro.

Ilustración 17: Intervalos de inoperatividad en PGE San Antonio



Fuente: Estudio de factibilidad para el desarrollo del puerto de gran escala en el puerto de San Antonio

- Grado de ocupación medio: 47%
- Tiempo de espera medio: 2%

En cuanto a los montos de inversión se estima:

- Fase 1-A: 1.002,1 millones de USD
- Fase 1-B: 437,9 millones de USD
- **Total fase 1: 1.440 millones de USD**
- Fase 2: 1.384,5 millones de USD
- **Total PGE (fase 1 + fase2): 2.824,5 millones de USD**

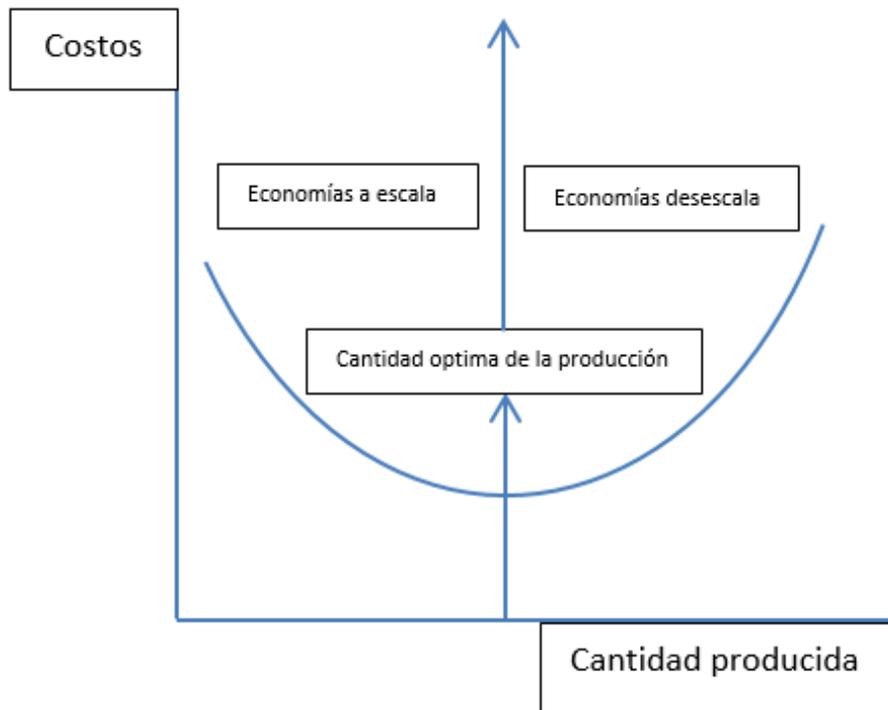
### 3.4.3. ECONOMÍAS DE ESCALA GENERADA POR PGE SAN ANTONIO.

Según Rodrigo Astudillo, en su documento “El fin de las economías de escala en la industria naviera mundial” define el concepto economía de escala como las ventajas que en términos de costos, una empresa obtiene gracias a su expansión, es decir, debido a un aumento en la tasa de producción se reduce el costo del bien o servicio entregado. (Astudillo, 2019)

Además, que se genere una economía de escala no solo beneficiará a la empresa (en este caso el Puerto de San Antonio), sino que también se ve beneficiado el consumidor (por ejemplo las empresas navieras) ya que podrá acceder a precios mas económicos debido a la movilización de mayores volúmenes de carga, recepción de buques de mayor dimensión, menores tiempos de espera, entre otros.

En la ilustración 18 se presenta un gráfico explicativo sobre las economías de escala, este gráfico muestra que mientras mayor sea la cantidad producida menores serán los costos, esto sucede hasta llegar a la cantidad óptima de producción, hasta ese punto se generan economías de escala ya que luego de ese momento se comienzan a generar economías de desescala, lo que ya no es eficiente y por lo tanto comienzan a subir los costos.

Ilustración 18: Economía de escala



Fuente: (A., 2021)

## **4. METODOLOGÍA.**

La realización de esta memoria consta de 2 etapas principales, las cuales son:

- 1) Etapa 1: Se realizará una medición de la situación actual de la actividad marítima portuaria del Puerto de Valparaíso y Puerto de San Antonio, mediante indicadores de productividad.
- 2) Etapa 2: Consiste en realizar una estimación de la situación futura del Puerto de Valparaíso y el PGE del Puerto de San Antonio con su primera fase en funcionamiento, mediante el estudio de proyección de demanda realizado por FDC consultores.

### **4.1. ETAPA 1: MEDICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.**

Para establecer la situación actual del Puerto de Valparaíso y el Puerto de San Antonio se utilizarán los datos entregados en las estadísticas portuarias del Sistema de Empresas (SEP), memorias anuales, plan maestro de cada puerto y el boletín estadístico portuario.

Para la medición de la situación actual se utilizarán datos correspondientes al año 2019, esto se debe a que las cifras asociadas al año 2020 o 2021 pueden no ser lo suficientemente representativas de la actividad marítima portuaria, debido a la pandemia mundial COVID-19, lo que produjo un incremento significativo en la cantidad de carga transportada, un aumento en el valor de los fletes, entre otros.

#### **4.1.1. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD DE DESEMPEÑO PORTUARIO**

Con la finalidad de llevar a cabo la primera etapa de este trabajo, primero se analizan los documentos sobre indicadores de productividad de desempeño portuario mencionados en el marco teórico de la presente memoria (capítulo 3.2.1). Una vez analizados los documentos indicados con anterioridad, se realiza un listado con distintos grupos de indicadores de productividad que se consideran relevantes para este estudio, los que se presentan a continuación:

Transferencia de carga:

- Tonelaje anual transferido [ton/año]
- TEU's totales transferidos [TEU/año]
- Tonelaje anual en transferencia de contenedores [ton]
- Tonelaje medio por nave [ton/nº naves recaladas]
- Tonelaje medio por sitio [ton/nº de sitios]
- Tonelaje total movilizado en exportación [ton]

- Tonelaje total movilizado en importación [ton]
- Tonelaje total movilizado en cabotaje [ton]

Movimiento de contenedores:

- Total de contenedores movilizados al año [unidades]
- Porcentaje del total de contenedores de 40 ft [%]
- Porcentaje del total de contenedores de 20 ft [%]

Tiempos:

- Tiempo de permanencia de la nave [hr]
- Tiempo de espera de la nave [hr]
- Velocidad de transferencia de la carga [ton/hr] ó [TEU/hr]
- Horas de ocupación de naves [hr]
- Down time [hr]

Medidas de productividad nave/muelle:

- Transferencia por metro lineal en toneladas [ton/m]
- Transferencia por metro lineal en TEU's [TEU/m]
- Productividad de muelles [TEU/sitio]

Productividad por grúa:

- Cantidad de TEU's transferidos por grúa [TEU/grúa]
- Cantidad de grúas disponibles [unidades]

Depósito:

- Transferencia del área de depósito [TEU/ha]
- Capacidad del área de depósito [TEU/ha]

Tarifas de los servicios:

- Uso de muelle a la carga [US\$ x ton]
- Uso de muelle a la nave [US\$ x MEH]
- Naves de comercio internacional [US\$ x TRG]
- Naves de cabotaje, científicas, pasajeros y armada [US\$ x TRG]
- Atraque de naves menores [US\$/Día nave]
- Acopio de carga [US\$/m<sup>2</sup> día]

#### 4.1.2. ENCUESTA A PANEL DE EXPERTOS

A partir de los indicadores de productividad mencionados en el apartado anterior se realiza una encuesta a un grupo de expertos, con el fin de jerarquizar los distintos grupos de indicadores presentados y así obtener como resultado cuales son los indicadores que tienen mayor relevancia a la hora de medir la productividad de los puertos en cuestión.

La encuesta realizada se puede observar en el Anexo 1.

Una vez realizada la encuesta y obtenidos sus resultados, se medirán aquellos indicadores de productividad que resultaron tener una mayor relevancia para el grupo de expertos encuestados, es decir, aquellos que luego de haber sido ordenados jerárquicamente se hayan repetido la mayor cantidad de veces, ya sea en primer o segundo lugar.

La tabla que resume los resultados obtenidos en esta encuesta se encuentra en el capítulo 5 de la presente memoria.

#### 4.1.3. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL

Una vez obtenidos los resultados de las encuestas, se utiliza la fórmula expuesta en el capítulo 3.2.2. (*Índice de productividad multifactorial* =  $\frac{\text{Producto final}}{\sum \text{Insumos utilizados para la obtención del producto final}}$ ) para obtener indicadores de productividad multifactoriales, los cuales indicarán la situación actual de los puertos en cuestión.

Los índices de productividad multifactorial estudiados son los siguientes:

$$1) \text{ Tonelaje transferido} = \frac{\text{Tonelaje anual movilizado}}{N^{\circ}NR + VDT. + TPPN + N^{\circ}TG + HON}$$

$$2) \text{ TEU's transferidos} = \frac{\text{Total anual de TEU's movilizados}}{N^{\circ}NPR + TPPN + VDT + N^{\circ}TG + HON}$$

Dónde:

- HON: Horas de ocupación de naves [hr]
- N° NR: Número de naves recaladas
- N°NPR: Número de naves portacontenedores recaladas
- N°TG: Número total de grúas
- TPPN: Tiempo promedio de permanencia de naves [hr]
- VDT: Velocidad de transferencia [contenedores/hora] o [ton/hora]

Los índices de productividad multifactorial a estudiar son los TEU's y tonelaje transferido. El motivo de estudio de estos dos indicadores se debe a lo siguiente: en cuanto a los TEU's transferidos, su importancia radica en que permite cuantificar la cantidad de contenedores movilizados por cada puerto y los insumos que se consideran con mayor relevancia para su transferencia. Por otro lado, el tonelaje transferido permite cuantificar los otros tipos de carga, por ejemplo la carga a granel (ya sea líquido o sólido) o la carga fraccionada. La importancia de medir los TEU's y tonelaje transferido se debe a que estas unidades de medida engloban todos los tipos de carga que pueden ser transferidos por EPV y EPSA.

La validez de estos índices radica en que para los 2 índices medidos en cada puerto se utilizan los mismos factores, que para este caso sería el producto final de cada puerto (cantidad de carga transferida, ya sea en TEU's o toneladas) dividido en los insumos utilizados que tengan mayor relevancia, los que para el caso de este estudio fueron la cantidad de naves recaladas, las horas de ocupación de las naves, la velocidad de transferencia de la carga, el tiempo de espera de la nave y el total de grúas disponibles en cada puerto.

Una vez realizada la medición de los índices presentados con anterioridad se analizarán los resultados obtenidos y se evidenciará que puerto se encuentra mejor posicionado respecto al otro en la situación actual.

## **4.2. ETAPA 2: ESTIMACIÓN DE LA SITUACIÓN FUTURA.**

Para el caso en particular de esta memoria, la situación futura a estimar va a corresponder al año 2035.

Con la finalidad de estimar la situación futura en que se va a encontrar el Puerto de Valparaíso y el Puerto de San Antonio se toma en consideración el Plan Maestro del Puerto de Valparaíso (P. Valparaíso, 2020), desde donde se obtienen proyecciones sobre la transferencia de carga tanto para EPV como para EPSA.

Dichas proyecciones son obtenidas de la evaluación realizada por Fernández y de Cea Ingenieros Consultores (FDC) por encargo de la Subsecretaría de Transporte, para el estudio "Análisis de la demanda de largo plazo en puertos estatales de la Región de Valparaíso" correspondiente al año 2015. El principal objetivo de este estudio es proyectar la demanda por transferencia de carga que podría experimentar el hinterland de los puertos de la V región en un horizonte de largo plazo. (Consultores, 2015)

Producto de la pandemia por COVID-19 que ha generado una fuerte contracción económica a nivel mundial y los cambios producidos particularmente en el transporte marítimo, es que el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones decidió actualizar los análisis antes realizados sobre proyecciones de demanda, por lo que los datos utilizados para esta etapa consideran los cambios generados por el COVID-19.

Para determinar el porcentaje de participación que ha tenido el Puerto de Valparaíso en relación a la transferencia de carga general movilizada por los puertos estatales de la Región de Valparaíso en la última década, se presenta la tabla 6:

Tabla 6: Participación de EPV en la transferencia de carga

Cargas	Participación histórica			
	Promedio 2000-2008	Promedio 2009 - 2017	2018	2019
Contenedores	43%	46%	36%	32%
Fraccionada	62%	54%	63%	71%
<b>Total carga general</b>	47%	47%	39%	36%

Fuente: Plan Maestro EPV 2020

Debido a lo observado en la tabla 6 se adopta como criterio de proyección de demanda una participación del 40% para el Puerto de Valparaíso y el 60% restante se le atribuye al Puerto de San Antonio. (P. Valparaíso, 2020)

Una vez estimado el porcentaje de participación en la transferencia de carga de ambos puertos cabe destacar que para esta etapa se consideran dos escenarios a evaluar:

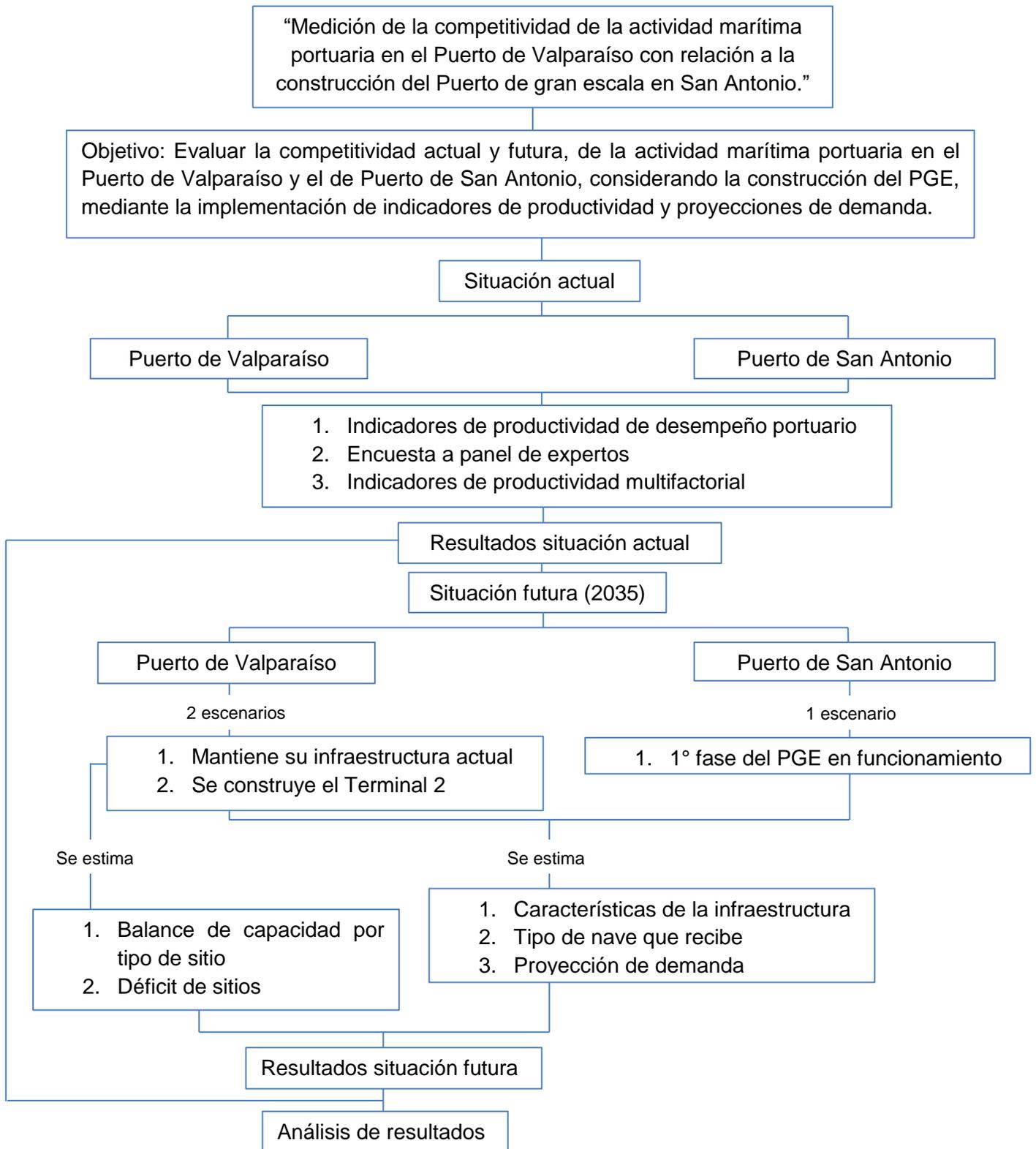
1. EPV mantiene su infraestructura en el tiempo y EPSA cuenta con la primera fase del PGE.
2. EPV cuenta con el T2 y EPSA con la primera fase del PGE.

Producto de que ambos escenarios contemplan que EPSA cuenta con la primera fase del PGE en funcionamiento es que este capítulo se subdivide en 3 aspectos, primero se estima que EPV mantiene su infraestructura en el tiempo, luego EPV cuenta con la construcción del Terminal 2, y por último EPSA se encuentra con la fase 1 del PGE en funcionamiento.

Considerando lo descrito anteriormente, es importante mencionar que en lo que a EPV respecta se estudia el tipo de nave que recibe en la actualidad y la que recibiría luego de la construcción del Terminal 2, la demanda proyectada al año 2035, las capacidades de carga de cada tipo de sitio y el déficit de sitios al año 2035 según su tipo de carga. En lo que se refiere al déficit de sitios para la oportuna atención de los distintos tipos de carga esperados, en el Anexo 2 se encuentran las principales características de las naves esperadas. Considerando: Nave de diseño mínima y máxima esperada; equipamiento para la atención de las naves de diseño; y características de los sitios de atraque para las naves de diseño.

En cuanto a EPSA, se estudia el tipo de nave que recibirá, las principales características de su infraestructura y las proyecciones de demanda relacionadas a la transferencia de carga al año 2035. Una vez finalizadas ambas etapas y establecida la situación actual y futura de cada puerto en estudio se analizarán los resultados obtenidos con el fin de obtener las conclusiones finales de esta memoria, relacionadas a la variación de la competitividad entre el Puerto de Valparaíso y el Puerto de San Antonio para la situación actual y futura.

A continuación se presenta un mapa conceptual, el cual tiene por objetivo resumir la metodología planteada:



## 5. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos luego de seguir los pasos planteados en la metodología. Al igual que en el capítulo 4 el presente apartado se divide en dos subíndices, donde el primero contiene los resultados de la situación actual, donde se contextualiza la situación de EPV y EPSA al año 2019. Luego, en el segundo subíndice se presentan las estimaciones al año 2035 para ambos puertos.

### 5.1. RESULTADOS SITUACIÓN ACTUAL

Tal como se señala en los apartados anteriores, específicamente en el capítulo 4.1, se realiza una encuesta a un panel de expertos, con el fin de jerarquizar distintos grupos de indicadores de productividad. Los resultados obtenidos de dichas encuestas se pueden observar en el Anexo 3.

Posteriormente, los indicadores de productividad seleccionados para su estudio, según los resultados obtenidos en la encuesta a expertos se presentan en la tabla 7.

Tabla 7: Ind. de productividad seleccionados para su medición según panel de expertos

<b>Transferencia de carga</b>	
Tonelaje anual transferido	[ton]
TEU's totales transferidos	[TEU]
<b>Movimiento de contenedores</b>	
Total de contenedores movilizados	[unidades]
Porcentaje de contenedores de 40 ft	[%]
<b>Tiempos</b>	
Tiempo de permanencia de la nave	[hr]
Velocidad de transferencia de la carga	[cont/hr]
Velocidad de transferencia de la carga	[ton/hr]
<b>Medidas de productividad nave/muelle</b>	
Transferencia por metro lineal en toneladas	[ton/m]
Transferencia por metro lineal en TEU's	[TEU/m]
<b>Productividad de la grúa</b>	
Cantidad de TEU's transferidos por grúa	[TEU/grúa]
<b>Depósito</b>	
Transferencia del área de depósito	[TEU/ha]
<b>Tarifas de los servicios</b>	
Uso de muelle a la carga	[US\$ x ton]
Uso de muelle a la nave	[US\$ x MEH]

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se establecen los indicadores de productividad a medir, en la tabla 8 se obtiene el resultado de ellos tanto para EPV como para EPSA.

Tabla 8: Resultados indicadores de productividad EPV vs EPSA

<b>Indicadores de productividad</b>	<b>EPV</b>	<b>EPSA</b>	<b>Unid. de medida</b>
<b>1. Transferencia de carga</b>			
Tonelaje anual transferido	9.399.561	22.680.847	[ton]
TEUS transferidos anual	898.715	1.709.639	[TEU]
<b>2. Movimiento de contenedores</b>			
Total de contenedores movilizados	435.534	992.913	[Unidades]
Porcentaje de contenedores de 40 ft	73	73	%
<b>3. Tiempos</b>			
Tiempo de permanencia de la nave	34	32	[hr]
Velocidad de transferencia de la carga	756	844	[cont/hr]
Velocidad de transferencia de la carga	16.319	19.270	[ton/hr]
<b>4. Productividad nave/muelle</b>			
TEU's transferidos por metro lineal	558	1.018	[TEU/m]
Toneladas transferidas por metro lineal	5.835	13.506	[ton/m]
<b>5. Productividad grúa</b>			
Cantidad de TEU's transferidos por grúa	74.893	113.976	[TEU/grúa]
<b>6. Depósito</b>			
Transferencia del área de depósito	50.490	33.274	[TEU/ha]
<b>7. Tarifas de los servicios</b>			
Uso de muelle a la carga	1,43	1,5	[US\$ x ton]
Uso de muelle a la nave	2,43	1,43	[US\$ x MEH]

Fuente: Elaboración propia, a partir de las Memorias anuales de EPV y EPSA (2019)

Posterior al cálculo de los índices de productividad seleccionados, a partir de ellos se procede al cálculo de los indicadores de productividad multifactorial de EPV y EPSA, cuyos resultados se encuentran en las tablas 9 y 10 respectivamente.

Tabla 9: Indicadores de productividad multifactorial EPV

<b>Indicador</b>	<b>Valor</b>
<b>Tonelaje transferido</b>	7898,79
<b>TEU's transferidos</b>	561,30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Indicadores de productividad multifactorial EPSA

Indicador	Valor
<b>Tonelaje transferido</b>	9561,91
<b>TEU's transferidos</b>	690,04

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. RESULTADOS SITUACIÓN FUTURA

Para estimar la situación futura en que se encontrará el Puerto de Valparaíso y el Puerto de San Antonio se contemplan los escenarios descritos en el apartado 4.2 de la metodología. Como ambos escenarios consideran la fase 1 del PGE en funcionamiento, este capítulo se subdivide en 3 aspectos principales, primero se estima que EPV mantiene su infraestructura en el tiempo, luego EPV cuenta con la construcción del Terminal 2, y finalmente EPSA con la fase 1 del PGE en funcionamiento.

### 5.2.1. EPV MANTIENE SU INFRAESTRUCTURA

Según el Plan maestro del Puerto de Valparaíso, considerando un crecimiento aproximado del 40%, al año 2035 se tendrían las siguientes capacidades por tipo de sitio si EPV mantiene su infraestructura actual. (Tabla 11)

Tabla 11: Capacidades por tipo de sitio en EPV al 2035 [Mton]

	Crecimiento inferior al 40%	Crecimiento superior al 40%
<b>Contenedores</b>	-8.639	-11.405
<b>Multipropósito</b>	1.339	1.193
<b>Total</b>	-7.300	-10.212

Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan Maestro EPV 2020

Además, en la tabla 12 se presenta el déficit de sitios que existiría al año 2035 si el Puerto de Valparaíso mantiene su infraestructura actual.

Tabla 12: Déficit de sitios al 2035 en EPV

	Crecimiento inferior al 40%	Crecimiento superior al 40%
<b>Contenedores</b>	2 MAX <sup>1</sup> + 1 MIN <sup>2</sup>	4 MAX
<b>Multipropósito</b>	-	-

Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan Maestro EPV 2020

<sup>1</sup> MAX: Nave de diseño máxima

<sup>2</sup> MIN: Nave de diseño mínima

## 5.2.2. EPV CUENTA CON EL T2

Si EPV cuenta con la construcción del Terminal 2 su infraestructura sería la siguiente:

- Superficie total de la infraestructura: 17,93 [ha]
- Superficie ganada al mar: 11,36 [ha]
- Frente de atraque: 785 [m]
- Calado: 16 [m]
- Atención simultanea de 2 naves Post Panamax
- Capacidad de transferencia estimada: 965.000 [TEU/año]

Características de la nave de diseño:

- Eslora: 366 [m]
- Manga: 49 [m]
- Calado: 15 [m]
- Capacidad: 12 [MTEU]

Considerando el criterio de proyección planteado en el capítulo 4, donde se establece una participación del 40% del Puerto de Valparaíso en cuanto a la proyección de cargas transferidas, la demanda esperada por EPV al año 2035 se presenta en la tabla 13.

Tabla 13: Proyección de demanda para EPV al 2035 [Mton]

	<b>Crecimiento inferior al 40%</b>	<b>Crecimiento superior al 40%</b>
<b>Contenedores</b>	18.649	21.415
<b>Multipropósito</b>	982	1.127
<b>Total</b>	19.631	22.543

Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan Maestro EPV 2020

Considerando la construcción del Terminal 2 en el Puerto de Valparaíso, en la tabla 14 se presenta el balance de capacidad por tipo de sitios, donde se detalla la capacidad de carga que tendrá el Puerto de Valparaíso al año 2035.

Tabla 14: Balance de capacidad por tipo de sitios al 2035, EPV [Mton]

	<b>Crecimiento inferior al 40%</b>	<b>Crecimiento superior al 40%</b>
<b>Contenedores</b>	-40	-2.806
<b>Multipropósito</b>	1.791	1.646
<b>Total</b>	1.751	-1.160

Fuente: Elaboración propia a partir del Plan Maestro EPV 2020

Luego, en la tabla 15 se encuentra el déficit de sitios existente una vez que EPV cuente con el T2.

Tabla 15: Déficit de sitios en EPV al 2035

	<b>Crecimiento inferior al 40%</b>	<b>Crecimiento superior al 40%</b>
<b>Contenedores</b>	1 MIN	1 MAX
<b>Multipropósito</b>	-	-

Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan Maestro EPV 2020

### 5.2.3. EPSA CON PGE (1° FASE)

El PGE de San Antonio contaría con la siguiente infraestructura:

- Superficie total de la infraestructura: 181.5 [ha]
- Frente de atraque: 3.560 [m]
- Calado: 15.5 [m]
- Atención simultánea de hasta cuatro naves portacontenedores de clase E
- Capacidad de transferencia estimada: 6 millones [TEU/año]
- Construcción y operación de 2 nuevos terminales portuarios; el Terminal 1 (TS1) y el Terminal 2 (TS2)

Características de la nave de diseño:

- Eslora: 400 [m]
- Manga: 59 [m]
- Calado: 15.5 [m]
- Capacidad: 18 [MTEU]

En las tablas 16 y 17 se presenta la proyección de demanda de carga transferida al año 2035 por el Puerto de San Antonio, en [Mton] y [TEU] respectivamente.

Tabla 16: Proyección de carga transferida por EPSA al 2035 [Mton]

	<b>Crecimiento inferior al 60%</b>	<b>Crecimiento superior al 60%</b>
<b>Total</b>	29.446	33.814

Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan Maestro EPV 2020

Tabla 17: Proyección de carga transferida por EPSA al 2035 [TEU]

	<b>Crecimiento inferior al 60%</b>	<b>Crecimiento superior al 60%</b>
<b>Total</b>	3.139.263	3.604.898

Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan Maestro EPV

## **6. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **6.1. SITUACIÓN ACTUAL**

En el capítulo anterior, específicamente en la tabla 7 se presentan los indicadores de productividad que fueron seleccionados por el grupo de expertos para su posterior medición. Siguiendo en el mismo capítulo se encuentra la tabla 8 donde se presentan los respectivos valores de los indicadores de productividad medidos, estos fueron divididos en 7 grupos; transferencia de carga, movimiento de contenedores, tiempos, productividad nave/muelle, productividad de la grúa, área de depósito y por último las tarifas de los servicios.

Comenzando por la transferencia de carga es posible visualizar que tanto en tonelaje como en TEU's transferidos EPSA mueve una mayor cantidad de carga con respecto a EPV, en el caso del tonelaje transferido EPSA transfiere 13.341.286 [ton] más que EPV, lo que sería un 141% de diferencia. En cuanto a los TEU's transferidos EPSA se mantiene por sobre EPV, para este caso existe una diferencia de 810.924 [TEU], lo que significa un 90% más que EPV. Por lo tanto se puede determinar que en cuanto a la transferencia de carga, ya sea tonelaje o TEU's, EPSA está por sobre EPV, con una brecha significativa que en el caso del tonelaje supera los 10 millones de toneladas y en cuanto a TEU's bordea el millón.

Siguiendo con el movimiento de contenedores, EPV en el año 2019 movilizó un total de 435.534 contenedores y EPSA un total de 992.913, existiendo una diferencia de 557.379 contenedores entre cada puerto, lo que significa una diferencia del 128%. Respecto a la cantidad de contenedores de 40 ft transferidos cabe señalar que en ambos puertos es de un 73% del total de contenedores movilizados.

Luego, en relación a los tiempos manejados por cada puerto, el tiempo de permanencia de la nave es similar entre uno y otro, existe una diferencia de 2 horas en la permanencia de la nave entre EPV y EPSA, siendo 34 y 32 [hr] respectivamente. En lo que se refiere a la velocidad de transferencia de la carga EPSA tiene una mayor productividad que EPV, ya que mueve 88 [contenedores/hora] y 2.951 [ton/hora] más que EPV.

En el cuarto grupo de indicadores de productividad se encuentra la productividad nave/muelle, en este grupo se miden los TEU's y toneladas transferidas por metro lineal en cada puerto. EPSA transfiere un total de 1.018 [TEU/m] y 13.506 [Ton/m] mientras que EPV transfiere 558 [TEU/m] y 5.835 [ton/m], existiendo una diferencia de 460 [TEU/m] y 7.671 [ton/m] respectivamente lo que significa una diferencia porcentual de 82% y 131% correspondientemente.

El quinto grupo de indicadores mide la productividad de las grúas de cada puerto, en el caso de EPV se transfieren 74.893 [TEU/grúa] y EPSA transfiere 113.976 [TEU/grúa], lo que significa que EPSA mueve un 52% más que EPV.

Siguiendo con el área de depósito se puede observar que en este caso EPV aparentemente está mejor posicionado que EPSA, ya que tiene una capacidad del área de depósito de 50.490 [TEU/ha] vs 33.274 [TEU/ha], esto se debe a que el Puerto de San Antonio tiene un área destinada a almacenamiento mayor que el Puerto de Valparaíso (51,38 [ha] vs 17,8 [ha]), es decir, en este indicador se puede determinar que EPSA tiene una mejor capacidad de almacenamiento que EPV.

Por último, en cuanto a las tarifas de los servicios estas varían entre sí, ya que en lo que se refiere al uso de muelle a la carga EPV es 0,07 [US\$ x ton] más económico que EPSA, en cambio, en cuanto al uso de muelle a la nave EPV es 1 [US\$ x MEH] más costoso que EPSA.

Siguiendo con la metodología planteada, a partir del análisis de los indicadores de productividad seleccionados en la encuesta realizada a expertos se procede a calcular los indicadores de productividad multifactorial de cada puerto, los cuales se reflejan en la tabla 18.

Tabla 18: Índice de productividad multifactorial, EPV vs EPSA

	<b>EPV</b>	<b>EPSA</b>
<b>Indicador</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor</b>
<b>Tonelaje transferido</b>	7898,79	9561,91
<b>TEU's transferidos</b>	561,3	690,04

Fuente: Elaboración propia

Los valores observados en la tabla 18 se obtuvieron a partir de la ecuación presente en el capítulo 4.1.3, las que se presentan a continuación:

$$1) \text{ Tonelaje transferido} = \frac{\text{Tonelaje anual movilizado}}{N^{\circ}NR + VDT. + TPPN + N^{\circ}TG + HON}$$

$$2) \text{ TEU's transferidos} = \frac{\text{Total anual de TEU's movilizados}}{N^{\circ} NPR + TPPN + VDT + N^{\circ}TG + HON}$$

Estas ecuaciones se basan en dividir el producto final de cada puerto (en este caso TEU's y toneladas transferidas) con parte de los insumos utilizados para llegar a dicho producto final (por ejemplo los tiempos de espera de la nave, la disponibilidad de grúas, el número de naves recaladas, etc).

En la tabla 18 se observa que los indicadores obtenidos por EPSA están por sobre los de EPV, esto se debe a que para determinar estos valores se utilizaron los indicadores de productividad antes calculados, donde aproximadamente en la totalidad de los indicadores EPSA se encuentra por sobre EPV, por lo que es predecible indicar que en los indicadores de productividad multifactorial presentes en la tabla 18 suceda lo mismo.

## 6.2. SITUACIÓN FUTURA

Para estimar la situación futura de los puertos en cuestión primero se observa en la tabla 19 las naves que recibirá cada puerto al año 2035, bajo los supuestos planteados en la metodología. Para el caso que EPV mantenga su infraestructura actual, recibirá naves de 325 [m] de eslora y con una capacidad máxima de 10 [MTEU]. Ahora, si se concreta la construcción del Terminal 2 el Puerto de Valparaíso podrá recibir naves con una eslora de 366 [m], lo que aumenta la capacidad máxima de la nave a 12 [MTEU]. En lo que respecta al Puerto de San Antonio, una vez construida la primera fase del proyecto EPSA recibirá naves con una eslora de 400 [m] y una capacidad máxima de 18 [MTEU].

Tabla 19: Naves de diseño para EPV y EPSA al año 2035

<b>Nave que recibe</b>	<b>EPV sin T2</b>	<b>EPV con T2</b>	<b>EPSA con PGE (1° fase)</b>
<b>Eslora [m]</b>	325	366	400
<b>Manga [m]</b>	52	49	59
<b>Calado [m]</b>	14,1	15	15,5
<b>Capacidad máx. [MTEU]</b>	10	12	18

Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan Maestro EPV 2020

En la tabla 20 se observa la proyección de demanda propuesta para EPV y EPSA, dicha proyección asume que al año 2035 el Puerto de Valparaíso cuente con la construcción del Terminal 2 y que la primera fase del puerto a gran escala ya se encuentre en funcionamiento. Bajo estos supuestos, se proyectan 2 escenarios de demanda para cada puerto, el primero considera un porcentaje de crecimiento inferior al presupuestado en la metodología, y el segundo escenario considera un porcentaje de crecimiento superior.

Considerando que para EPV se estima un porcentaje de crecimiento del 40%, como se menciona anteriormente existen dos posibles escenarios, si el crecimiento es inferior al 40% EPV podría transferir 19.631 [Mton] y 2.093 [MTEU], si por lo contrario EPV supera el 40% de crecimiento, la demanda esperada sería de 22.543 [Mton] y 2.403 [MTEU]. En cambio, para el caso de EPSA si el crecimiento es inferior a un 60% se proyecta una demanda de 29.446 [Mton] y 3.139 [MTEU], si por el contrario el crecimiento supera el 60% proyectado, se espera una demanda de 33.814 [Mton] y 3.605 [MTEU].

Tabla 20: Proyección de demanda para EPV vs EPSA al 2035

	EPV		EPSA	
	Crecimiento inferior al 40%	Crecimiento superior al 40%	Crecimiento inferior al 60%	Crecimiento superior al 60%
<b>Transferencia de [Mton]</b>	19.631	22.543	29.446	33.814
<b>Transferencia de [MTEU]</b>	2.093	2.403	3.139	3.605

Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan Maestro EPV 2020

Luego de establecida la proyección de demanda al año 2035 tanto para EPV como para EPSA, se realiza un balance de capacidad según el tipo de sitio para el Puerto de Valparaíso, este balance se realiza considerando 2 escenarios, el primero es que EPV mantiene su infraestructura actual y luego se considera que EPV cuenta con el Terminal 2. Además, para cada supuesto se entregan las cifras asociadas a un crecimiento inferior o superior al proyectado para cada puerto.

Si se considera que EPV mantiene su actual infraestructura y el crecimiento es inferior al 40% proyectado existiría un déficit de sitios para aproximadamente 8.639 [Mton] de contenedores y para los sitios multipropósito existe un superávit de 1.339 [Mton], por lo que al sumar ambos valores da como resultado un déficit de sitios para 7.300 [Mton]. Si por el contrario el crecimiento supera el 40% establecido el déficit de sitios para contenedores aumenta a 11.405 [Mton] y en el caso de los sitios multipropósito el superávit disminuye a 1.193 [Mton], lo que entre los dos tipos de sitios resulta un déficit para 10.212 [Mton].

Si en caso contrario, EPV cuenta con la construcción del Terminal 2 y el crecimiento es inferior al 40% el déficit de sitios para contenedores se reduce a 40 [Mton] y el superávit para sitios multipropósito aumentaría a 1.791 [Mton], lo que sumado da como resultado un superávit de 1.751 [Mton]. Luego, en caso de que el crecimiento supere el 40% aumenta el déficit para sitios de contenedores a 2.806 [Mton] y la disponibilidad de los sitios multipropósitos se reduce a 1.646 [Mton], lo que entre los dos tipos de sitios resulta un déficit de 1.160 [Mton].

Tabla 21: Balance de capacidad por sitio EPV al 2035, considerando 2 escenarios [Mton]

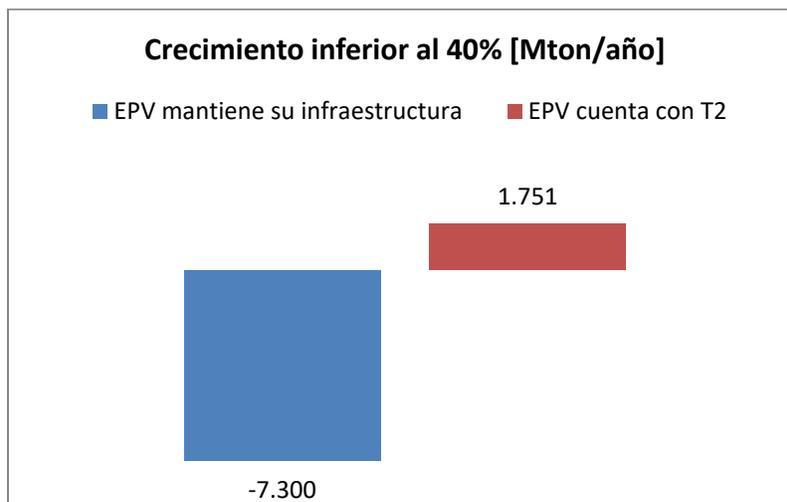
	EPV mantiene su infraestructura		EPV cuenta con T2	
	Crecimiento inferior al 40%	Crecimiento superior al 40%	Crecimiento inferior al 40%	Crecimiento superior al 40%
<b>Contenedores</b>	-8.639	-11.405	-40	-2.806
<b>Multipropósito</b>	1.339	1.193	1.791	1.646
<b>Total</b>	-7.300	-10.212	1.751	-1.160

Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan Maestro EPV 2020

A continuación se presentan dos gráficos, los cuales reflejan el balance por capacidad expuesto en la tabla 21, los gráficos muestran la comparación para el caso en que EPV mantenga su infraestructura actual y para el caso en que EPV cuente con el T2, ambas situaciones se presentan considerando un crecimiento inferior al 40% y para un crecimiento superior al 40% proyectado.

En el gráfico 3 se logra observar que con un crecimiento inferior al 40% proyectado, la situación cambia de manera significativa si EPV mantiene su infraestructura actual o si por el contrario cuenta con el T2. Si EPV mantiene su infraestructura actual, al año 2035 tendrá un déficit de capacidad de -7.300 [Mton/año], en cambio, si cuenta con la construcción del T2 este déficit se elimina, contando con 1.751 [Mton/año] de capacidad disponibles.

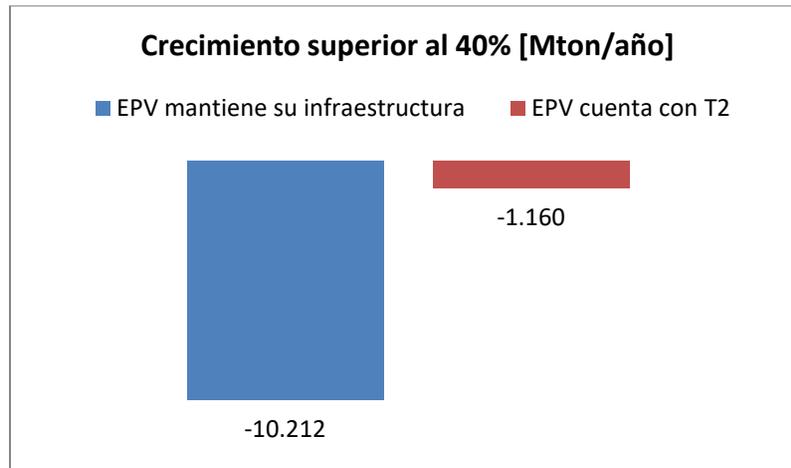
Gráfico 3: EPV mantiene su infraestructura vs EPV cuenta con T2, considerando un escenario de crecimiento inferior al proyectado en 2035 [Mton/año]



Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan Maestro EPV 2020

En cuanto al gráfico 4 se observa una situación similar a la presentada en el gráfico anterior, pero esta vez considerando un crecimiento superior al 40% proyectado. Para el caso en que EPV mantenga su infraestructura existiría un déficit de capacidad de -10.212 [Mton/año], si por el contrario EPV cuenta con la construcción del T2 este déficit se reduciría a -1.160 [Mton/año], si bien la situación cambia bastante con la construcción del T2, de todas formas al año 2035 seguiría existiendo un déficit de capacidad en EPV.

Gráfico 4: EPV mantiene su infraestructura vs EPV cuenta con T2, considerando un escenario de crecimiento superior al proyectado en 2035 [Mton/año]



Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan Maestro EPV 2020

Una vez analizada la tabla 21 y considerando el déficit de sitios existentes para la carga proyectada al año 2035, se hace necesario determinar qué tipo de sitios son los necesarios para abastecer la demanda proyectada. El déficit de sitios para EPV al año 2035 se presenta en la tabla 22, desde donde se puede observar que si EPV mantiene su infraestructura actual y una demanda proyectada con crecimiento inferior al 40%, al año 2035 se requerirían a lo menos 2 sitios para nave máxima y 1 sitio para nave mínima portacontenedor, en caso de un crecimiento superior al 40% proyectado, se requieren 4 sitios para nave máxima. Para el caso de la carga multipropósito no existe una falta de sitios. Mientras que considerando la construcción del Terminal 2, y una demanda con crecimiento inferior existe la necesidad de 1 sitio para nave mínima, y en caso contrario de que el crecimiento supere el 40% se precisa 1 sitio para nave máxima y al igual que para el caso de mantener la infraestructura, no son necesarios nuevos sitios para carga multipropósito.

Tabla 22: Déficit de sitios en EPV al 2035, considerando 2 escenarios

	EPV mantiene su infraestructura		EPV cuenta con T2	
	Crecimiento inferior al 40%	Crecimiento superior al 40%	Crecimiento inferior al 40%	Crecimiento superior al 40%
<b>Contenedores</b>	2 MAX + 1MIN	4 MAX	1 MIN	1 MAX
<b>Multipropósito</b>	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan Maestro EPV 2020

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

A partir de lo expuesto a lo largo de la presente memoria se logra concluir:

1. De acuerdo a la metodología planteada es posible determinar que tanto el objetivo general como los objetivos específicos de esta memoria pudieron ser cumplidos a cabalidad, ya que se logra caracterizar la actividad marítima portuaria de EPV y EPSA, se proponen indicadores de productividad con los cuales se logra medir la situación actual de los puertos en cuestión y finalmente se logra estimar la situación futura para ambos puertos.
2. En lo que a la situación actual respecta, sobre los indicadores de productividad seleccionados por expertos se logra determinar que EPSA tiene una mayor eficiencia que EPV en todos los indicadores medidos, siendo los más críticos la cantidad de carga transferida, la velocidad de transferencia, productividad nave/muelle y la productividad de la grúa.
3. De acuerdo a los indicadores de productividad multifactorial medidos en la situación actual se concluye que EPSA tiene una mayor productividad que EPV debido a que en ambos indicadores medidos los valores para EPSA se encuentran por sobre los valores obtenidos para EPV. Los elementos críticos para cada puerto son el tiempo de permanencia de la nave, la velocidad de transferencia y las horas de ocupación de la nave, es decir, todos tienen que ver con el grupo de indicadores de productividad relacionados al tiempo. La importancia de estos elementos radica en que el tiempo que permanezca una nave desde su recalada hasta su zarpada se traduce en costos para los clientes (empresa naviera), por lo que mientras menos tiempo esté la nave en el puerto, se disminuyen los costos por parte del naviero, lo que puede propiciar que las navieras se inclinen por el puerto más eficiente en relación a los tiempos. Además de lo mencionado anteriormente, la construcción del PGE en San Antonio va a generar economías de escala, lo que se traduce en una disminución de las tarifas del puerto. Entonces, considerando los menores tiempos por parte de EPSA, que a su vez generan menores costos, y además, que la construcción del PGE provocará una disminución de las tarifas portuarias producto de las economías de escala, se puede determinar que EPV se encuentra en una evidente desventaja con respecto a EPSA.
4. En cuanto a la situación futura se concluye que si EPV mantiene su infraestructura actual no sería capaz de satisfacer la demanda proyectada en cualquiera de los dos escenarios de crecimiento planteados, generando un déficit de sitios para la cantidad de carga proyectada. Luego, si EPV cuenta con la construcción del T2 el déficit de sitios se reduce considerablemente, lo que permitiría cubrir casi en su totalidad la demanda proyectada al año 2035. Para el caso del Puerto San Antonio se proyecta que al año 2035 la primera fase del PGE ya estaría en funcionamiento, hasta ese momento el incremento de carga transferida en EPSA sería de 3 millones de [TEU/año], lo que sumado a la capacidad de transferencia de carga ya existente logra cubrir la demanda proyectada para ambos escenarios de crecimiento. Por lo anterior es que EPSA a diferencia de EPV, no tendría problemas en cuanto a déficit de sitios para recibir la

cantidad de carga asociada a la proyección de demanda al 2035 y si EPV no cuenta con la construcción del T2 existirá un importante déficit de sitios, lo que sumado a la construcción del PGE en San Antonio y la generación de economías de escala, EPV estaría ante una evidente pérdida de competitividad.

5. Es posible determinar que en cuanto a productividad y competitividad EPSA está mejor posicionado que EPV, ya sea en lo que se refiere a la situación actual de ambos puertos como en la proyección de la situación futura, esto queda evidenciado al observar los resultados de las dos situaciones analizadas en la presente memoria.
6. En cuanto al desarrollo económico, se proyecta que el 40% de la demanda de carga proyectada sea transferida por el Puerto de Valparaíso y el 60% restante por el Puerto de San Antonio, lo que significa que gran parte de la actividad económica de la ciudad-puerto estaría concentrada en la ciudad de San Antonio, ya que EPSA pasaría a ser un polo de desarrollo a nivel nacional, lo que generaría la pérdida de competitividad para EPV y a su vez un problema económico para la ciudad de Valparaíso si no cuenta con otra actividad equivalente que genere ingresos similares a los de la industria portuaria en la ciudad.
7. Bajo el punto de vista estratégico, si Chile cuenta con un solo puerto que movilice la gran mayoría de la carga transferida a nivel nacional (como sería el caso de EPSA) estaríamos en presencia de una debilidad estratégica, ya que en caso de cualquier inconveniente que impida el normal funcionamiento del puerto por un tiempo prolongado (por ejemplo: desastres naturales, paros de trabajadores portuarios, etc.) no existiría una segunda opción para la oportuna atención de naves.
8. En lo que al ámbito internacional respecta, Perú cuenta con la actual construcción del Puerto de Chancay, el cual podrá transferir 5 millones de contenedores anuales y promete convertirse en un centro logístico que sirva como punto de redistribución de mercancías que van hacia Colombia, Ecuador, Chile y Brasil (Pizzoleo, 2022). Si dicho puerto logra tener mayor eficiencia que los puertos chilenos significaría una importante pérdida de competitividad a nivel internacional, ya que esto podría dejar a los puertos chilenos dedicados únicamente al cabotaje.
9. Al año 2035 EPSA sería el puerto que mayor cantidad de carga reciba a nivel nacional, lo que genera una pérdida de competitividad con respecto al resto de los puertos chilenos, específicamente EPV. Como recomendación es importante destacar que el Puerto de Valparaíso debe ser más competitivo en el corto plazo, ya que de lo contrario no será capaz de satisfacer la cantidad de carga proyectada y esto afectaría a la economía de la ciudad. Para esto, una medida importante a considerar sería optar por la diferenciación entre puertos (como lo puede ser la especialización en el tipo de carga, eficiencia relacionada a los tiempos, entre otros factores) ya que si no se puede competir en relación a los costos, se debe buscar la diferenciación con otros puertos o el aumento de la capacidad de transferencia de carga.
10. Finalmente, es importante destacar el aporte de la presente memoria, la cual entrega el diseño de una metodología que permite medir en base a índices de productividad la situación presente y futura de los puertos, independiente de su tamaño o su ubicación geográfica, permitiendo así comparar un puerto con otro.

## **8. GLOSARIO**

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

DWT: Toneladas de peso muerto

EFE: Empresa de ferrocarriles del estado

EMPORCHI: Empresa portuaria de Chile

EPSA: Empresa portuaria San Antonio

EPV: Empresa portuaria Valparaíso

FEPASA: Ferrocarril del pacífico S.A.

KPI: Indicador clave de rendimiento (Key Performance Indicator)

MTT: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

PGE: Puerto a gran escala

SEP: Sistema de empresas

T2: Terminal 2

TCVAL: Terminal Cerros de Valparaíso

TEU: Unidad equivalente a 20 pies (Twenty-Foot equivalent unit)

TPS: Terminal Pacífico Sur

TRANSAP: Transporte Ferroviario Andrés Pirazzoli S.A

TRG: Tonelada de registro grueso

ZEAL: Zona de extensión y apoyo logístico

- **Unidades de medida.**

<b>Nombre</b>	<b>Símbolo</b>
Hectárea	[ha]
Hora	[hr]
Kilometro	[km]
Metro	[m]
Metro cuadrado	[m <sup>2</sup> ]
Metro eslora hora	[MEH]
Mil toneladas	[Mton]
Un millón de toneladas	[MMton]

## 9. REFERENCIAS.

- A., D. (2021). *Definición de economía a escala*. Retrieved 28/06/2022 from
- Astudillo, H. (2019). El fin de las economías de escala en la industria naviera mundial. *Revista de Marina*, 969, 38-41.
- Antonio, E. P. S. (2020). *Memoria anual*.
- Cann, O. (2017). *¿Qué es la competitividad?*
- CARRILLO, I., & SANTANDER, A. (2017). Modernización portuaria en Chile. *Síntesis tecnológica*, 2(2), 63-68.
- Casasola, M. A. (2021). analizando la calidad directiva, la importancia de la productividad multifactorial.
- Consultores, FDC. (2015). Análisis de la demanda de largo plazo en puertos estatales de la región de Valparaíso. In.
- Doerr, O., & Sánchez, R. (2006). *Indicadores de productividad para la industria portuaria: aplicación en América Latina y el Caribe*. Cepal.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). Calidad total y productividad. In: McGraw Hill Educación.
- Ibáñez, A. A., & Navarro, C. C. (2013). Identidad cultural en internet: la difusión del Instituto Cervantes y sus homólogos europeos. *Arbor*, 189(760), 023.
- INTECSA-INARSA. (2014). *Estudio de factibilidad para el desarrollo del puerto de gran escala en el Puerto de San Antonio*.
- LT. (2019). *TCVAL decide no continuar con la concesión de la terminal 2 del Puerto de Valparaíso por demoras en tramitación ambiental*. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/tcval-anuncia-no-continuara-la-concesion-terminal-2-del-puerto-valparaiso/561591/>
- López López, J. D. (2016). *Un modelo para el análisis de la competitividad portuaria. Una aplicación a los puertos de Las Palmas y de Santa Cruz de Tenerife*
- Ley 19.542, (1997).
- Parmenter, D. (2015). *Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs*. John Wiley & Sons.
- Pizzoleo, J. (2022). Construcción de megapuerto chino en Perú pone presión a terminales chilenos. In. Diario reporte minero.
- Porter, M. E. (1998). *Clusters and the new economics of competition* (Vol. 76). Harvard Business Review Boston.
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad*. Oficina Internacional del Trabajo Ginebra.
- RAE. (2021a). *Definición de competitividad*.
- RAE. (2021b). *Definición de productividad*.
- Sarmiento, A. E. (2018). Formulación de indicadores de eficiencia y servicio del sistema portuario colombiano.
- SEP. (2021). *Estadísticas portuarias*.
- Solís Navarrete, J. A. (2009). Modelo para estimar la competitividad portuaria: Lázaro Cárdenas, Michoacán en la Cuenca del Pacífico.
- transportes, S. d. (2013). *Plan nacional de desarrollo portuario*.
- Valparaíso, E. P. (2020). *Memoria anual EPV*.
- Valparaíso, P. (2020). Plan Maestro Puerto Valparaíso. In.
- Villena, A. J. M. (2014). Impacto Económico del Terminal Cerros de Valparaíso (TCVAL).

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1: ENCUESTA A EXPERTOS**

# **Encuesta sobre la importancia de los indicadores de productividad en un puerto.**

---

Bajo el marco de la realización de la tesis “Medición de la competitividad de la actividad marítima portuaria en el Puerto de Valparaíso con relación a la construcción del Puerto de gran escala en San Antonio.” Realizada por la estudiante Victoria Gajardo, se hace necesario establecer la importancia de los indicadores de productividad asociados al Puerto de Valparaíso y el Puerto de San Antonio, es por esto que la siguiente encuesta va dirigida a un grupo de expertos con el fin de jerarquizar los distintos grupos de indicadores de productividad.

## **1. IDENTIFICACIÓN DEL ENCUESTADO**

Nombre del encuestado:

E-mail:

Profesión:

Institución donde se desempeña en la actualidad:

## **2. SELECCIÓN DE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD**

Según la experiencia del encuestado, en el siguiente apartado se presenta 7 grupos de indicadores de productividad, los cuales deberá ordenar según su criterio, de mayor a menor importancia a la hora de medir productividad de puertos.

2.1. Transferencia de carga

- 1) Tonelaje anual transferido
- 2) TEUS totales transferidos
- 3) Tonelaje anual en transferencia de contenedores
- 4) Tonelaje medio por nave: la transferencia de carga por año dividido por el número de naves atendidas en el puerto.
- 5) Tonelaje medio por sitio: Tonelaje total de carga por año dividido por el número de sitios operativos del puerto.
- 6) Tonelaje total movilizado en exportación
- 7) Tonelaje total movilizado en importación
- 8) Tonelaje total movilizado en cabotaje

Orden propuesto: \_\_\_\_\_

2.2. Movimiento de contenedores

- 1) Total de contenedores movilizados
- 2) Porcentaje de contenedores de 40 ft
- 3) Porcentaje de contenedores de 20 ft

Orden propuesto: \_\_\_\_\_

2.3. Tiempos

- 1) Tiempo de permanencia de la nave
- 2) Tiempo de espera de la nave
- 3) Velocidad de transferencia de la carga
- 4) Horas de ocupación de naves
- 5) Down time

Orden propuesto: \_\_\_\_\_

2.4. Medidas de productividad de la nave/muelle

- 1) Transferencia por metro lineal en toneladas
- 2) transferencia por metro lineal en TEUS
- 3) Productividad de muelles: Cantidad de TEUS transferidos dividido en los sitios disponibles

Orden propuesto: \_\_\_\_\_

2.5. Medidas de productividad por grúa

- 1) Cantidad de TEUS transferidos por grúa
- 2) Cantidad de grúas disponibles

Orden propuesto: \_\_\_\_\_

2.6. Depósito

- 1) Transferencia del área de depósito
- 2) Capacidad del área de depósito

Orden propuesto: \_\_\_\_\_

2.7. Tarifas de los servicios

- 1) Uso de muelle a la carga
- 2) Uso de muelle a la nave
- 3) Naves comercio internacional
- 4) Naves de cabotaje, científicas, pasajeros y armada
- 5) Atraque de naves menores
- 6) Acopio de carga

Orden propuesto: \_\_\_\_\_

### **3. SUGERENCIAS**

Una vez finalizada la encuesta, en este apartado podrá realizar sugerencias sobre la encuesta realizada y los indicadores de productividad que podrían no haber sido tomados en cuenta para esta encuesta.

## ANEXO 2: NAVE DE DISEÑO MÍNIMA Y MÁXIMA EN EPV

Para el caso de que EPV mantiene su infraestructura, las naves de diseño mínima y máxima para el déficit de sitios de contenedores y multipropósito se presentan en la tabla 23 y 24 respectivamente.

Tabla 23: Nave de diseño para sitio de contenedores considerando que EPV mantiene su infraestructura

<b>Sitios de contenedores</b>		
	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>
<b>1. Nave de diseño</b>		
Eslora [m]	220	290
Manga [m]	32,3	40
Calado [m]	11,2	14
DWT [t]	30.900	66.300
Capacidad [TEU]	1.832	4.800
<b>2. Equipamiento</b>		
Tipo	Grúa de pórtico	Grúa de pórtico
Rendimiento [ciclos/h]	25	30
Unidades	2	3
<b>3. Sitio de atraque</b>		
Longitud [m]	255	325
Profundidad [m]	12,5	15,5
Superficie [ha]	10	15
<b>4. Capacidad de transferencia</b>		
[Cont/año]	180.000	232.000
[Mton/año]	2.700	3.480
Rendimiento [ton/hr]	918	1.353
Tasa de ocupación [%]	0,4	0,35

Fuente: Plan maestro EPV 2020

Tabla 24: Nave de diseño para sitio multipropósito considerando que EPV mantiene su infraestructura

<b>Sitios multipropósito</b>		
	Mínima	Máxima
<b>1. Nave de diseño</b>		
Eslora [m]	160	220
Manga [m]	21,3	32,2
Calado [m]	9,2	11,2
DWT [t]	20.000	30.900
<b>2. Equipamiento</b>		
Tipo	Level-Luffing	Grúa de pórtico
Rendimiento [ciclos/h]	14	25
Unidades	1	1
<b>3. Sitio de atraque</b>		
Configuración	Muelle marginal (Malecón)	Muelle marginal (Malecón)
Longitud [m]	185	255
Profundidad [m]	10,2	12,5
Superficie [ha]	3	5
<b>4. Capacidad de transferencia</b>		
[Mton/año]	1.000	1.500
Rendimiento [ton/hr]	227	340
Tasa de ocupación [%]	0,6	0,6

Fuente: Plan maestro EPV 2020

En el caso contrario de que EPV cuente con la construcción del Terminal 2 la nave de diseño mínima y máxima para el déficit de sitios de contenedores se presentan en la tabla 25.

Tabla 25: Nave de diseño para sitio de contenedores considerando que EPV cuenta con el T2

<b>Sitios de contenedores</b>		
	Mínima	Máxima
<b>1. Nave de diseño</b>		
Eslora [m]	290	367
Manga [m]	40	48
Calado [m]	14	15,5
DWT [t]	66.300	116.100
Capacidad [TEU]	4.800	9.700
<b>2. Equipamiento</b>		
Tipo	Grúa de pórtico	Grúa de pórtico
Rendimiento [ciclos/h]	30	30
Unidades	3	5
<b>3. Sitio de atraque</b>		
Longitud [m]	325	400
Profundidad [m]	15,5	16,5
Superficie [ha]	15	18
<b>4. Capacidad de transferencia</b>		
[Cont/año]	232.000	326.700
[Mton/año]	3.480	3.064

Fuente: Plan maestro EPV 2020

## ANEXO 3: RESULTADOS ECUESTA A EXPERTOS

Tabla 26: Jerarquización sobre la transferencia de carga

<b>Transferencia de carga</b>	<b>En 1° lugar</b>	<b>En 2° lugar</b>	<b>Total</b>
1) Tonelaje anual transferido	6		6
2) TEUS totales transferidos		6	6
3) Tonelaje anual en transferencia de contenedores			
4) Tonelaje medio por nave	1	1	2
5) Tonelaje medio por sitio	1	1	2
6) Tonelaje total movilizado en exportación			
7) Tonelaje total movilizado en importación			
8) Tonelaje total movilizado en cabotaje			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Jerarquización sobre movimiento de contenedores

<b>Movimiento de contenedores</b>	<b>En 1° lugar</b>	<b>En 2° lugar</b>	<b>Total</b>
1) Total de contenedores movilizados	7		7
2) Porcentaje de contenedores de 40 ft	1	7	8
3) Porcentaje de contenedores de 20 ft		1	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Jerarquización sobre tiempos en el puerto

<b>Tiempos</b>	<b>En 1° lugar</b>	<b>En 2° lugar</b>	<b>Total</b>
1) Tiempo de permanencia de la nave	4	2	6
2) Tiempo de espera de la nave		1	1
3) Velocidad de transferencia de la carga	3	4	7
4) Horas de ocupación de naves		1	1
5) Down time	1		1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Jerarquización sobre medidas de productividad nave/muelle

<b>Medidas de productividad nave/muelle</b>	<b>En 1° lugar</b>	<b>En 2° lugar</b>	<b>Total</b>
1) Transferencia por metro lineal en toneladas	5	2	7
2) transferencia por metro lineal en TEUS		6	6
3) Productividad de muelles	3		3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Jerarquización sobre la productividad de grúas

<b>Productividad por grúa</b>	<b>En 1° lugar</b>	<b>En 2° lugar</b>	<b>Total</b>
1) Cantidad de TEUS transferidos por grúa	7	1	8
2) Cantidad de grúas disponibles	1	7	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Jerarquización sobre el área de depósito

<b>Depósito</b>	<b>En 1° lugar</b>	<b>En 2° lugar</b>	<b>Total</b>
1) Transferencia del área de depósito	4	3	7
2) Capacidad del área de depósito	3	4	7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Jerarquización sobre las tarifas de los servicios

<b>Tarifas de los servicios</b>	<b>En 1° lugar</b>	<b>En 2° lugar</b>	<b>Total</b>
1) Uso de muelle a la carga	4	3	7
2) Uso de muelle a la nave	3	4	7
3) Naves comercio internacional			
4) Naves de cabotaje, científicas, pasajeros y armada			
5) Atraque de naves menores			
6) Acopio de carga			

Fuente: Elaboración propia