



GreenLabUC

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

DESARROLLO DE UN MODELO DE DEMANDA- CAPACIDAD PORTUARIA DE LA V REGIÓN

Estudio solicitado por la Subsecretaría De Transportes

Informe Final

Santiago, 30 de Marzo 2012

Informe Final



DICTUC, filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile, está certificado bajo norma ISO 9001:2008, y además es una entidad inscrita en el Registro de Centros para la Realización de Actividades de Investigación o Desarrollo para fines de la Ley de Incentivo Tributario a la Inversión Privada en Investigación o Desarrollo.

Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago - Chile • Fono: (56 2) 354 4886 • Fax (56 2) 354 4954 • www.dictuc.cl



Equipo de Trabajo

Luis Abdón Cifuentes

lac@ing.puc.cl

Camila Cabrera Castro

ccabrera@greenlabuc.cl

Andrés Pica Téllez

andrespica@greenlabuc.cl

Tabla de Contenidos

1. ANTECEDENTES.....	9
2. OBJETIVO Y ESPECIFICACIONES DEL SERVICIO:.....	10
2.1 OBJETIVO GENERAL	10
2.2 ACTIVIDADES ESPECÍFICAS.....	10
3. INFORMACIÓN Y DATOS DISPONIBLES.....	11
4. ANÁLISIS DE DATOS	13
4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO DE LA V REGIÓN	13
4.1.1 Puerto de San Antonio.....	13
4.1.2 Puerto de Valparaíso.....	22
4.2 INFORMACIÓN SOBRE LA CAPACIDAD DE ATENCIÓN PORTUARIA DE LA V REGIÓN	27
4.3 CRUCE DE INFORMACIÓN ADUANA – PUERTO.....	31
4.4 TENDENCIA DE PARTICIPACIÓN DE LA DEMANDA SEGÚN TIPO DE CARGA.....	32
4.5 RAZÓN TONELADAS CONTENEDORIZADAS / TEUS	34
4.6 DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DEL LARGO DE ESLORA	35
4.7 DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE LA CARGA (TEU) CONTENIDA EN UN BARCO	36
4.8 CARACTERIZACIÓN ESTOCÁSTICA DEL TIEMPO DE ATENCIÓN	37
5. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA DEL MODELO DESARROLLADO	42
5.1 DESARROLLO DEL MODELO DE DEMANDA PORTUARIA DE LA V REGIÓN	42
5.1.1 Conclusiones con respecto al modelo según Tipo de Estructura	45
5.1.2 Conclusiones con respecto al Tipo de Estacionalidad estudiada	46
5.1.3 Conclusiones con respecto al tipo de Variable Dependiente	46
5.2 DESARROLLO DEL MODELO DE ATENCIÓN PORTUARIA DE LA V REGIÓN	49
5.2.1 Tasa de Llegada.....	49
5.2.2 Determinación del Numero de Sitios de Atraque Equivalente.....	50
5.2.3 Tiempo de Atención.....	50
6. DESCRIPCIÓN MODELO GENERADO	51
6.1 IDENTIFICACIÓN DE NODOS EN PLATAFORMA DE MODELACIÓN	52
6.1.1 Variables determinísticas	52
6.1.2 Constante	53
6.1.3 Índices	53
6.1.4 Decisión	54
6.1.5 Variable de Probabilidades.....	53
6.1.6 Objetivo o resultado	54
6.1.7 Módulo	55
6.2 ESTRUCTURA GENERAL DEL MODELO DESARROLLADO.....	55
6.2.1 Módulo de Proyección de Demanda.....	57
6.2.2 Módulo de Comparación Proyecciones de Demanda y Capacidad	59
6.2.3 Modulo de Atención Portuaria	60
7. EFECTO DE LA SATURACIÓN PORTUARIA EN LAS TARIFAS	64
8. RESULTADOS.....	67
8.1 PROYECCIONES DE DEMANDA ANUAL AL 2020.....	67
8.1.1 Proyecciones de demanda anual agregada en toneladas.....	67

8.1.2	Proyecciones de demanda anual en TEUs	71
8.2	ESTACIONALIDAD DE LA DEMANDA	77
8.2.1	Estacionalidad de la demanda en Ton.....	77
8.2.2	Estacionalidad de la demanda en TEU	78
8.3	PROYECCIÓN DE DEMANDA V/S CAPACIDAD DE ATENCIÓN	79
8.4	INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL MODELO DE ATENCIÓN PORTUARIA	83
9.	CONCLUSIONES.....	97
10.	BIBLIOGRAFÍA	100
11.	ANEXOS.....	101
I.	SUPUESTOS	101
I.1	PUERTO DE VALPARAÍSO.....	101
I.2	PUERTO DE SAN ANTONIO	102
II.	RESULTADOS DE MODELOS PARA ANÁLISIS TON/TEU	103
III.	DETALLE MODELOS ECONÓMICOS ANALIZADOS – MODELOS MULTIPLICATIVOS.....	105
IV.	DETALLE MODELOS ECONÓMICOS ELEGIDOS	130
V.	RESPUESTA A OBSERVACIONES REALIZADAS AL INFORME FINAL	133

Lista de Tablas

Tabla 3-1 Nivel de detalle bases de datos entregadas por los puertos	11
Tabla 4-1 Destinos de carga Comercio Exterior movilizada por Puerto de San Antonio	18
Tabla 4-2 Estadísticas de Destinos de Importaciones y exportaciones según área geográfica -Puerto de Valparaíso año 2010	24
Tabla 4-3 Situación Actual Puerto de Valparaíso	28
Tabla 4-4 Situación de Ampliación Futura Puerto de Valparaíso	28
Tabla 4-5 Situación Actual Puerto de San Antonio	29
Tabla 4-6 Situación de Ampliación Futura Puerto de San Antonio	29
Tabla 4-7 Estadígrafos de la razón Ton Aduana/Ton Puerto (mensual)	31
Tabla 4-8 Estadígrafos de la razón Ton Aduana/Ton Puerto (trimestral)	Error! Bookmark not defined.
Tabla 4-9 Razón Ton Total / TEU mensual Año 2011	35
Tabla 4-10 Razón Ton Total / TEU trimestral Año 2011	35
Tabla 4-11 Resultados Modelos Tiempo de Atención según Terminal	40
Tabla 5-1 Resumen de Modelos de Regresión estudiados	44
Tabla 5-2 Principales Resultados de los modelos de Regresión escogidos	45
Tabla 5-3 Comparación de Modelos Econométricos: Carga Total v/s Desagregado 1	47
Tabla 5-4 Comparación de Modelos Econométricos: Carga Total v/s Desagregado 2	48
Tabla 6-1 Detalle de parámetros asociados al alcance del modelo	59
Tabla 6-2 Valores de los parámetros de los escenarios de crecimientos	59
Tabla 8-1 Evolución de la cantidad de sitios de atraque efectivos por puerto	85
Tabla 11-1 Detalle Resultado Regresión modelo multiplicativo 1	130
Tabla 11-2 Detalle Resultado Regresión modelo multiplicativo 2	131
Tabla 11-3 Detalle Resultado Regresión modelo multiplicativo 3	132

Lista de Figuras

Figura 4-1 Distribución de carga total movilizada Puerto San Antonio según Frente de Atraque – Año 2010	13
Figura 4-2 Distribución de carga total movilizada Frente Espigón según Tipo de Carga – Año 2010	14
Figura 4-3 Distribución de carga total movilizada Frente Molo Sur según Tipo de Carga – Año 2010	15
Figura 4-4 Distribución de carga total movilizada Puerto San Antonio según Tipo de Carga – Año 2010	16
Figura 4-5 Distribución de carga total movilizada Puerto San Antonio según Tipo de Destino – Año 2010	17
Figura 4-6 Distribución según Origen de Carga (Importaciones) Puerto San Antonio – Año 2010	19
Figura 4-7 Distribución según Destino de Carga (Exportaciones) Puerto San Antonio – Año 2010	19
Figura 4-8 Carga Histórica Movilizada según Tipo de Carga Puerto San Antonio –	20
Figura 4-9 Estacionalidad de la Carga Movilizada de Exportaciones según Tipo de Carga Puerto San Antonio – Año 2010	20
Figura 4-10 Estacionalidad de la Carga Movilizada de Importaciones según Tipo de Carga Puerto San Antonio – Año 2010	21
Figura 4-11 Estacionalidad de la Carga Total Movilizada Tipo de Carga Puerto San Antonio – Año 2010	22
Figura 4-12 Distribución de la Carga Total Movilizada según Tipo de Carga Puerto de Valparaíso – Año 2010	23
Figura 4-13 Distribución según Origen de Carga (Importaciones) Puerto de Valparaíso – Año 2010	25
Figura 4-14 Distribución según Origen de Carga (Exportaciones) Puerto de Valparaíso – Año 2010	25
Figura 4-15 Carga Histórica Movilizada según Tipo de Carga Puerto de Valparaíso –	26
Figura 4-16 Estacionalidad de la Carga Total Movilizada Tipo de Carga Puerto de Valparaíso – Año 2010	26
Figura 4-17 Capacidad de Atención Portuaria proyectada de la V Región	30
Figura 4-18 Porcentaje de participación histórica de la carga fraccionada con respecto a la carga contenedorizada	32
Figura 4-19 Porcentaje de participación histórica y proyectada de la carga fraccionada con respecto a la	

carga contenedorizada	33
Figura 4-20 Porcentaje de participación histórica y proyectada de la carga fraccionada con respecto a la carga contenedorizada – Porcentajes utilizados en el modelo	33
Figura 4-21 Razón Ton/TEU Histórica a nivel mensual	34
Figura 4-22 Razón Ton/TEU Histórica a nivel mensual	34
Figura 4-23 Distribución del largo de eslora para el año 2010	36
Figura 4-24 Distribución de la cantidad de TEUs por barco	37
Figura 4-25 Relación entre el Tiempo de Atención de un Barco (Carga/hora) y la Carga Movilizada por éste	38
Figura 4-26 Relación entre el Tiempo de Atención de un Barco (Carga/hora) y la Eslora de éste	38
Figura 5-1 Estructura del Modelo Desagregado 1	46
Figura 5-2 Estructura del Modelo Desagregado 2	47
Figura 6-1 Clases de Nodos disponibles en Analytica	52
Figura 6-2 Nodo de Variables determinísticas	52
Figura 6-3 Nodo de Constantes	53
Figura 6-4 Nodo de Índices	54
Figura 6-5 Nodo de Decisión	54
Figura 6-6 Nodo de Variable de Probabilidades	53
Figura 6-7 Nodo de Objetivo o Resultado	54
Figura 6-8 Nodo de Módulo	55
Figura 6-9 Portada Modelo de Demanda y Atención Portuaria V Región	56
Figura 6-10 Modulo Proyección Demanda-Atención Portuaria V Región	57
Figura 6-11 Conceptualización del Modelo de Demanda	58
Figura 6-12 Modulo Comparación Demanda-Capacidad	60
Figura 6-13 Diagrama del Modulo de Atención Generado	61
Figura 6-14 Capacidad según Distribución de Eslora	63
Figura 7-1Ejemplo 1 de variación en el equilibrio Oferta-Demanda por aumento de la demanda	64
Figura 7-2Ejemplo 2 de variación en el equilibrio Oferta-Demanda por aumento de la demanda	65
Figura 7-3 Equilibrio a mediano entre Oferta y Demanda	66
Figura 8-1 Escenarios de demanda en Ton al 2020 para el modelo 1	67
Figura 8-2 Escenarios de demanda en Ton al 2020 para el modelo 2	68
Figura 8-3 Escenarios de demanda en Ton al 2020 para el modelo 3	69
Figura 8-4 Comparación de las proyecciones de los 3 modelos de demanda en Ton	70
Figura 8-5 Bandas de probabilidad del escenario medio de crecimiento en Ton	70
Figura 8-6 Crecimiento de la demanda en TEUs al 2020 del modelo 1	71
Figura 8-7 Crecimiento de la demanda en TEUs al 2020 del modelo 2	72
Figura 8-8 Crecimiento de la demanda en TEUs al 2020 del modelo 3	72
Figura 8-9 Comparación de las proyecciones de los 3 modelos de demanda en TEUs	73
Figura 8-10 Bandas de probabilidad del escenario medio de crecimiento en TEUs	74
Figura 8-11Escenarios de Crecimiento de la demanda de otras fuentes	75
Figura 8-12 Estacionalidad de la demanda en Ton para el modelo 2 para todos los años – Escenario de Crecimiento medio	77
Figura 8-13 Estacionalidad de la demanda en Ton al año 2020 para los modelos desarrollados	78
Figura 8-14 Estacionalidad de la demanda en TEU para el modelo 2 para todos los años – Escenario de crecimiento medio	78
Figura 8-15 Estacionalidad de la demanda en TEU al año 2020 para los modelos desarrollados	79
Figura 8-16 Demanda Anual (Bandas de probabilidad del 80% de los casos) v/s Capacidad de Atención anual para el Sistema Portuario de la V Región	80
Figura 8-17 Demanda Marzo (Bandas de probabilidad del 80% de los casos) v/s Capacidad de Atención para el Sistema Portuario de la V Región	81
Figura 8-18 Probabilidad de Saturación del Sistema Portuario de la V Región	81
Figura 8-19 Demanda Marzo (Bandas de probabilidad del 80% de los casos) v/s Capacidad de Atención situación de Estrés para el Sistema Portuario de la V Región	82

Figura 8-20 Probabilidad de Saturación del Sistema Portuario de la V Región – Capacidad de Atención con situación de Estrés..... 83

Figura 8-21 Proyección del Número de Sitios de Atraque Equivalente..... 85

Figura 8-22 Proyección de la Tasa de Utilización del Sistema Portuario de la V Región (Mes de Marzo y Diciembre) 86

Figura 8-23 Evolución del Tiempo de Espera Total Sistema Portuario V Región – Mes de Marzo..... 87

Figura 8-24 Evolución del Tiempo de Espera Total Sistema Portuario V Región – Mes de Diciembre..... 87

Figura 8-25 Evolución del Tiempo de Espera Promedio (horas/barco) – Mes de Marzo 88

Figura 8-26 Evolución del Tiempo de Espera Promedio (horas/barco) – Mes de Diciembre 89

Figura 8-27 Evolución del Tiempo de Espera Promedio Barcos en Cola (horas/barco) – Mes de Marzo 90

Figura 8-28 Evolución del Tiempo de Espera Promedio Barcos en Cola (horas/barco) – Mes de Diciembre .. 90

Figura 8-29 Evolución del Numero de Barcos en Cola – Mes de Marzo 93

Figura 8-30 Evolución del Numero de Barcos en Cola – Mes de Diciembre..... 93

Figura 8-31 Evolución del Numero de Barcos atendidos por el Sistema Portuario de la V Región – Mes de Marzo 94

Figura 8-32 Evolución del Numero de Barcos atendidos por el Sistema Portuario de la V Región – Mes de Diciembre 95

Figura 8-33 Evolución del Numero de Barcos atendidos anualmente por el Sistema Portuario de la V Región 96

Figura 8-34 Comparación Numero de Barcos Atendidos por el Sistema Portuario de la V Región Histórico v/s Modelo – Año 2010 **Error! Bookmark not defined.**

Figura 11-1 Resultados Modelos de Análisis Ton/TEU 103

Figura 11-2 Estacionalidad de la Razón Ton/TEU a nivel Mensual 104

Figura 11-3 Estacionalidad de la Razón Ton/TEU a nivel Trimestral 104

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1 Modelo Linear 42

Ecuación 2 Modelo Multiplicativo 43

Ecuación 3 Calculo de los Sitios de Atraque Equivalentes..... 50

Acrónimos y Abreviaturas¹

Abreviaturas

TEU: Unidad de volumen equivalente a un contenedor normalizado, es decir de 20 pies de largo.

PIB: Producto Interno Bruto.

Monedas

CLP: Pesos de Chile

MCLP: Millones de Pesos de Chile

USD: Dólares de Estados Unidos

MUSD: Millones de Dólares de Estados Unidos

Prefijos

T: Tera (10^{12})

G: Giga (10^9)

M: Mega (10^6)

K: Kilo (10^3)

m: Mili (10^{-3})

μ : Micro (10^{-6})

n: Nano (10^{-9})

Unidades de medición

m: Metro (Longitud)

g: Gramo (Masa)

Ton: Tonelada (masa)

¹ Para definiciones de términos portuarios generales referirse a Ministerio de Obras Públicas "Glosario de Infraestructura Costera y Portuaria."

1. Antecedentes

En abril de 2011 las empresas portuarias estatales de Valparaíso y San Antonio licitaron sendos terminales especializados en contenedores (Ministerio de Transportes Y Telecomunicaciones 2007). En gran medida, dichos procesos de licitación fueron motivados por una necesidad urgente de incorporar capacidad adicional al sistema portuario estatal de la Región de Valparaíso, de manera de hacer frente al crecimiento esperado de la demanda, pues según las proyecciones del momento, alrededor del año 2014 se empezaría a observar algún grado de congestión en los terminales de contenedores existentes. Las consecuencias de la eventual congestión en los principales puertos del país, los que movilizan buena parte de las exportaciones nacionales, son potencialmente muy serias.

En la actualidad existe un modelo de proyección de demanda y capacidad de transferencia de carga pero que debe ser mejorado, ya que por una parte, se basan en supuestos globales como la tasa de crecimiento del PIB nacional, y por otra, en variables de rendimiento nominal, como la tasa de transferencia por metro lineal de frente de atraque de los terminales existentes.

Se hace entonces necesario, el desarrollo de un modelo mejorado que permita al Estado, desde su rol de política portuaria, al menos:

- Disponer de una estimación más precisa del escenario de congestión que efectivamente se enfrentaría en los puertos de la V región;
- Evaluar las consecuencias de corto y mediano plazo, que dichos escenarios tendrían sobre la competitividad de las exportaciones nacionales; e
- Impulsar la consecuente elaboración de planes de gestión preventivos de la estrechez portuaria.

Muy posiblemente, dichos planes requerirían procesos de coordinación y eventualmente financiamiento, por lo que contar pronto con una herramienta que permita dimensionar los escenarios que se enfrentan, resultaría de gran valor.

Un colapso del sistema portuario de la V Región podría repercutir sobre la competitividad de las exportaciones nacionales al verse la carga obligada gradualmente a embarcarse y desembarcarse en puertos alternativos, aun cuando estos pudieran resultar más onerosos para el exportador/importador.

El modelo que se desarrolla en el presente estudio facilita la toma de decisiones por parte del Estado, desde su rol coordinador y de política portuaria, como sería por ejemplo el aumento de la capacidad de atención de carga por parte de servicios públicos, tales como el Servicio Nacional de Aduanas y el Servicio Agrícola y Ganadero.

2. OBJETIVO Y ESPECIFICACIONES DEL SERVICIO:

2.1 Objetivo general

El objetivo general del presente estudio corresponde a desarrollar un modelo de análisis y proyección de la demanda-capacidad de transferencia de carga para el sistema formado por los puertos de Valparaíso y San Antonio, así como la generación de indicadores de desempeño (probabilidad de saturación, tiempo de espera, barcos en cola, etc) bajo distintos escenarios de crecimiento de la economía, en unidades de volúmenes anuales y estacionales.

2.2 Actividades específicas

El consultor deberá realizar un conjunto de actividades que permitan lograr el objetivo de la mejor forma posible. La metodología completa deberá ser propuesta por el consultor y deberá contener al menos las actividades que se numeran a continuación:

- I. Enriquecer el modelo actual de demanda y capacidad como herramienta de estimación de volúmenes anuales y estacionales.
- II. Desarrollar un modelo de naturaleza estocástica que permita calcular probabilidad de saturación del sistema marítimo-portuario, bajo distintas proyecciones de crecimiento de la economía.
- III. Incluir en dicho modelo, un módulo de estimación de la distribución de eslora de los buques y su impacto sobre la utilización efectiva del frente de atraque disponible en cada terminal.
- IV. Estimar efectos de los episodios de saturación portuaria en las tarifas de transferencia y, sujeto a la disponibilidad de información histórica necesaria, en tarifas de flete naviero.

3. Información y Datos Disponibles

Para la adecuada elaboración de un modelo de demanda en primera instancia y de un modelo de colas en segunda, es necesario analizar la información histórica disponible. Buscando alcanzar este objetivo se recolectó, analizó y sistematizó toda la información entregada por los Puertos de San Antonio y Valparaíso. Las bases de datos entregadas incluían dos tipos de fuentes:

- Puertos: Declara toneladas (incluye peso del contenedor) y TEUs transportados por cada barco que llega a cada terminal, indicando el tipo de operación asociada (exportación, importación, falso, etc.).
- Aduana: Declara toneladas netas (sin peso del contenedor) de cada tipo de producto (detalle a nivel de código arancelario), agregadas a nivel mensual, diferenciando las operaciones de importación y exportación e identificando el terminal y el puerto.

El nivel de detalle de las bases de datos entregadas por los puertos se resume en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1 Nivel de detalle bases de datos entregadas por los puertos

Puerto	Terminal	Resolución	Observaciones
Valparaíso	Terminal 1	2000 – 2011 Netos / Falsos Contenedores / Fraccionados Exportación / Importación Ton / TEU	
	Terminal 2	Toneladas Totales (2000 – 2011) Netos / Falsos (2007 – 2011) Contenedores / Fraccionada (2007-2011) Importación / Exportación (2001 – 2011) Ton / TEU (2007 – 2011)	Los años faltantes de información se completaron con las relaciones históricas mensuales existentes.
San Antonio	Todos los terminales	2000 – 2010 Netos / Falsos Contenedores / Fraccionados Exportación / Importación / Cabotaje / Falsos Ton / TEU Llenos / Vacíos	

Fuente: Elaboración Propia

El detalle de los supuestos realizados al momento de analizar la información y generar la base de datos con información de tonelaje y TEUs que finalmente se utilizó para el desarrollo del modelo de demanda y atención descrito en el presente documento se puede apreciar en el Anexo I.

Por su parte, la base de datos de tonelaje y TEUs para ambos puertos y la base de datos completa (características de tiempo de atención, eslora, tonelaje y TEUs de cada nave) se adjunta en los archivos digitales anexos al estudio.

4. Análisis de Datos

En base a la información y datos disponibles que fueron facilitados por los puertos de San Antonio y Valparaíso y a la caracterización de sistema portuario de la V Región se realizaron ciertos análisis para ser aplicados posteriormente al modelo de demanda. Estos se presentan a continuación.

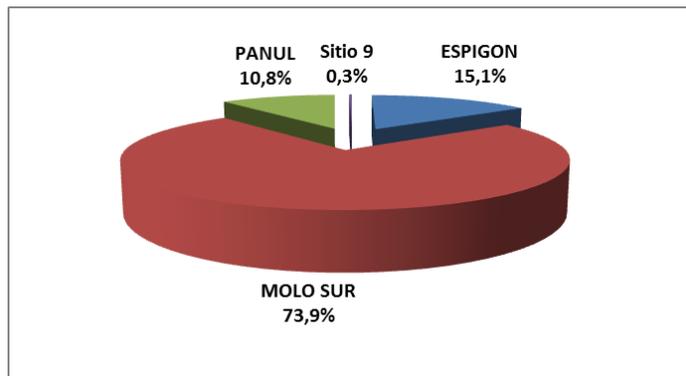
4.1 Descripción del Sistema Portuario de la V Región

A continuación se presenta, para cada uno de los puertos en particular, una descripción detallada del funcionamiento en relación a los tipos de carga (contenedor, fraccionada, granel), tipo de destino (importación, exportación, cabotaje y falsos), destino de exportaciones según área geográfica y por último demandas totales de toneladas movilizadas para el periodo 2000-2010.

4.1.1 Puerto de San Antonio

El sistema portuario de San Antonio está compuesto por cuatro frentes; Espigón, Molo Sur, Panul y Sitio 9. Para el año 2010, la carga total movilizada fue de aproximadamente 14,5 millones de toneladas métricas las cuales se dividieron de la siguiente forma para cada uno de estos frentes.

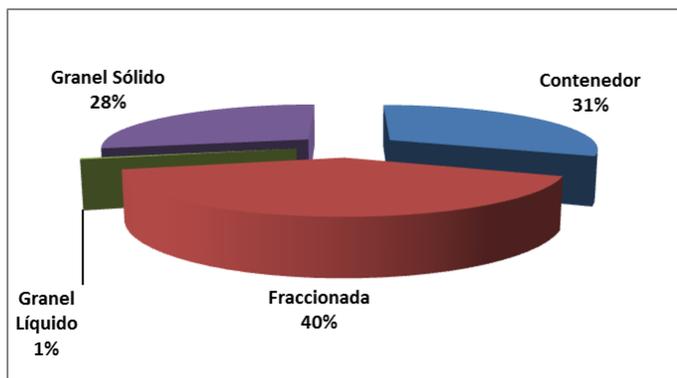
Figura 4-1 Distribución de carga total movilizada Puerto San Antonio según Frente de Atrque – Año 2010



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Puerto de San Antonio

Para el frente Espigón, el tipo de carga corresponde principalmente a fraccionada (40%) con una participación importante de carga contenedorizada (31%) tal como lo muestra la siguiente figura.

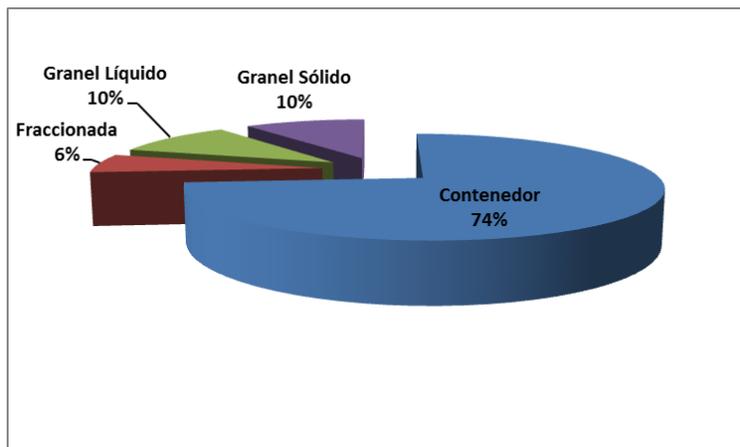
Figura 4-2 Distribución de carga total movilizada Frente Espigón según Tipo de Carga – Año 2010



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Puerto de San Antonio

Por su parte, la carga movilizada en el frente Molo Sur corresponde principalmente a carga contenedorizada (74%) y gráneles (20% entre líquido y sólido). La distribución para la carga movilizada al año 2010 se aprecia a continuación.

Figura 4-3 Distribución de carga total movilizada Frente Molo Sur según Tipo de Carga – Año 2010

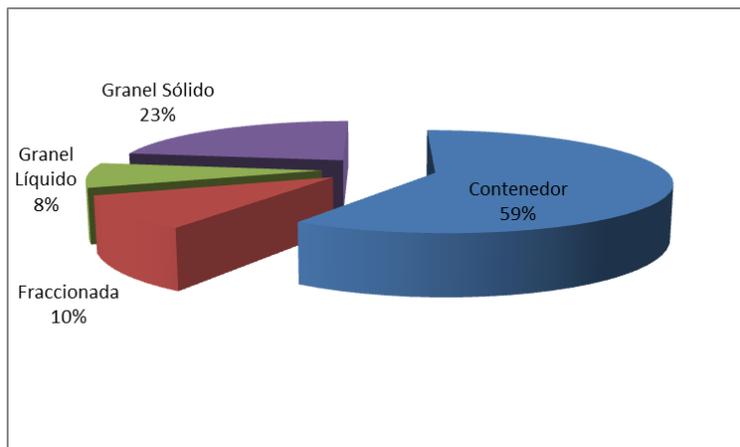


Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Puerto de San Antonio

Los frentes Panul y Sitio 9 se dedican un 100% a los gráneles sólidos y líquidos respectivamente.

Al mirar globalmente el funcionamiento del puerto de San Antonio según tipo de carga, se observa que la carga contenedorizada y los gráneles sólido tienen una participación importante, con respectivamente un 59% y 23% de carga total movilizada por el puerto (ver Figura 4-4).

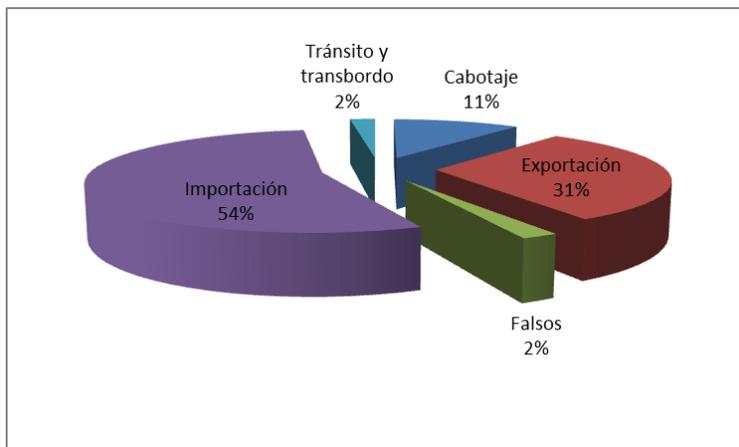
Figura 4-4 Distribución de carga total movilizada Puerto San Antonio según Tipo de Carga – Año 2010



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Puerto de San Antonio

La distribución de la carga para el año 2010 según tipo de destino nos da cuenta de que el puerto de San Antonio principalmente se dedica a movilizar carga de Importación (54%) mientras que la Exportación ocupa el segundo lugar (31%) dejando al cabotaje una participación del 11%. La distribución completa según tipo de destino se aprecia en la siguiente figura.

Figura 4-5 Distribución de carga total movilizada Puerto San Antonio según Tipo de Destino – Año 2010



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Puerto de San Antonio

Según las estadísticas de CAMPORT (Cámara Marítima Portuaria de Chile), los principales destinos de las exportaciones y los principales orígenes de las importaciones se muestran en la siguiente tabla.

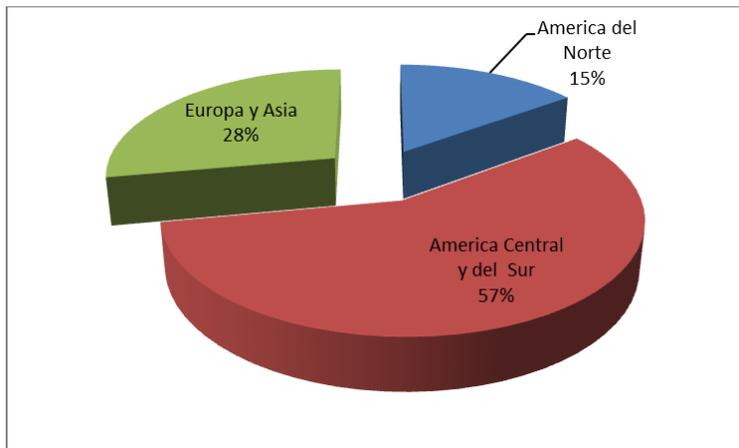
Tabla 4-1 Destinos de carga Comercio Exterior movilizada por Puerto de San Antonio

	Importación (Ton)	Exportación (Ton)
AFRICA	0	72
AMERICA CENTRAL	876.857	971.967
CANADA ATLANTICO	0	12
CANADA PACIFICO	42230	0
VENEZ., CARIBE ,ANTIL	190.424	70.129
MEDITERRANEO ESTE	14.837	8
COSTA ESTE SUDAMERIC	2.069.701	218.192
MEDITERRANEO CENTRAL	109.213	85.008
EUROPA NORTE	409.007	461060
LEJANO ORIENTE	1.387.018	586.940
GOLFO PERSICO/ARABIA	100	0
MEXICO GOLFO	11.828	529
MEXICO PACIFICO	154.842	238.812
AUSTRALIA, OCEANIA	0	143
COSTA OESTE SUDAMERI	790.737	833.963
U.S.A. GOLFO	294.416	8.084
U.S.A. PACIFICO	300.241	4.131
U.S.A. ATLANTICO	392.772	172.232
TOTALTRAFICOS	7.044.230	3.651.291

Fuente: CAMARA MARITIMA Y PORTUARIA DE CHILE A.G

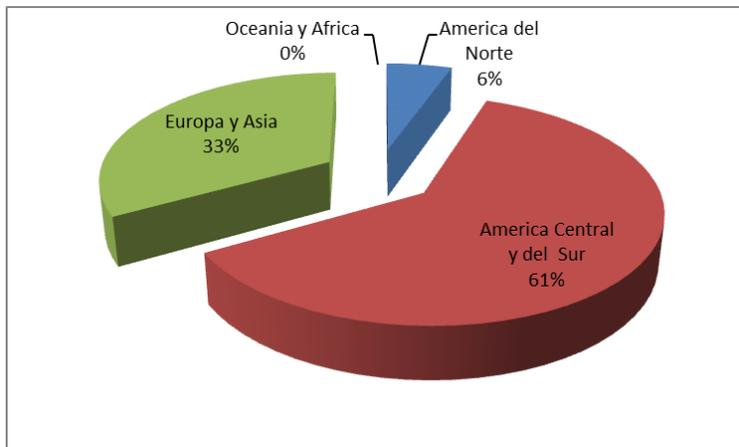
Si agrupamos las áreas geográficas detalladas en la última tabla según continentes de origen y destino (Oceanía y África; Europa y Asia; América del Norte y América del Sur), las distribuciones de importaciones y exportaciones se muestran en las siguientes figuras.

Figura 4-6 Distribución según Origen de Carga (Importaciones) Puerto San Antonio – Año 2010



Fuente: Elaboración propia en base a datos publicados por CAMARA MARITIMA Y PORTUARIA DE CHILE A.G

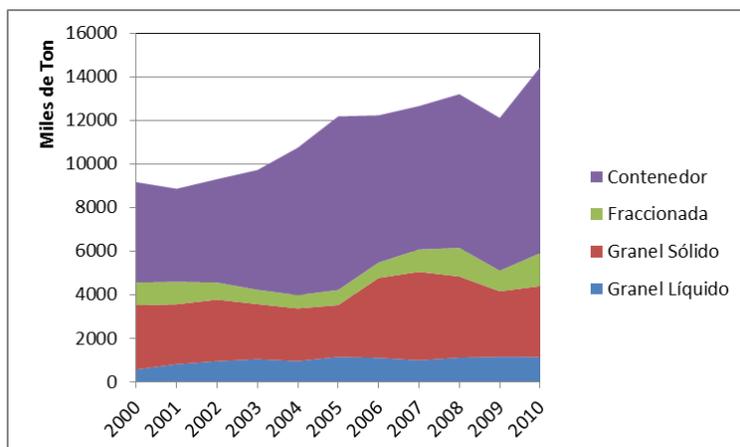
Figura 4-7 Distribución según Destino de Carga (Exportaciones) Puerto San Antonio – Año 2010



Fuente: Elaboración propia en base a datos publicados por CAMARA MARITIMA Y PORTUARIA DE CHILE A.G

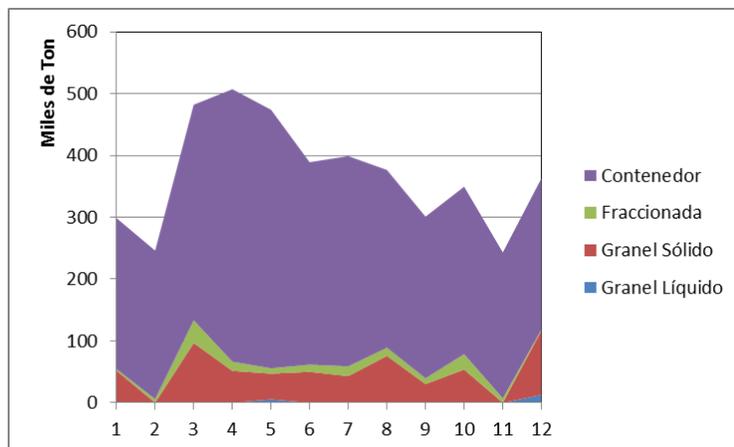
Por último, podemos apreciar la demanda histórica de toneladas movilizadas por el Puerto de San Antonio, para luego apreciar la estacionalidad de la demanda mensual para el año 2010 separada por exportaciones e importaciones.

**Figura 4-8 Carga Histórica Movilizada según Tipo de Carga Puerto San Antonio –
Periodo 2000/2010**



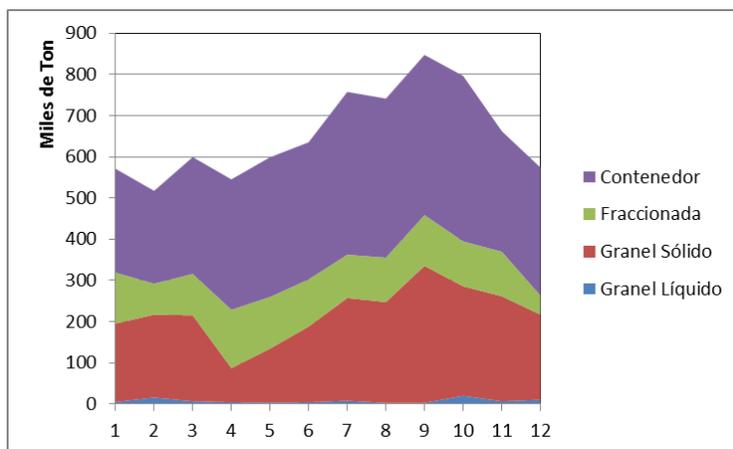
Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Puerto de San Antonio

Figura 4-9 Carga Mensual Movilizada de Exportaciones según Tipo de Carga Puerto San Antonio – Año 2010



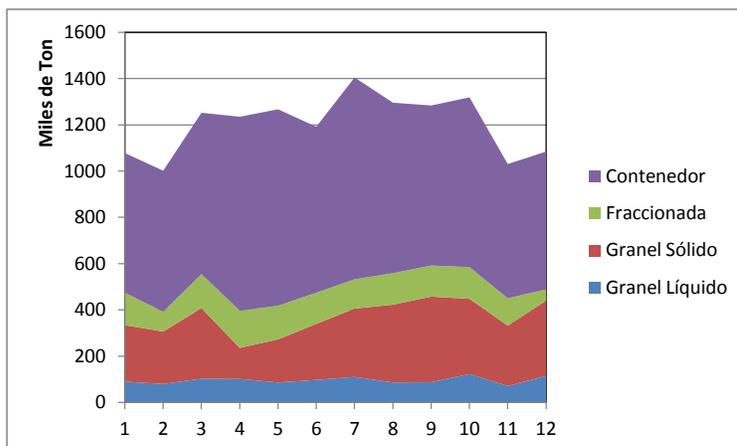
Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Puerto de San Antonio

Figura 4-10 Carga Mensual Movilizada de Importaciones según Tipo de Carga Puerto San Antonio – Año 2010



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Puerto de San Antonio

Como se aprecia, para exportaciones el peak se encuentra entre los meses de Marzo y Abril explicado por la exportación de frutas mientras que para las importaciones el peak se encuentra en Septiembre y Noviembre explicado por las exportaciones relativas a la época navideña. La siguiente figura muestra la estacionalidad de la demanda para la carga total movilizada por el puerto de San Antonio.

Figura 4-11 Carga Total Mensual Movilizada Tipo de Carga Puerto San Antonio – Año 2010

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Puerto de San Antonio

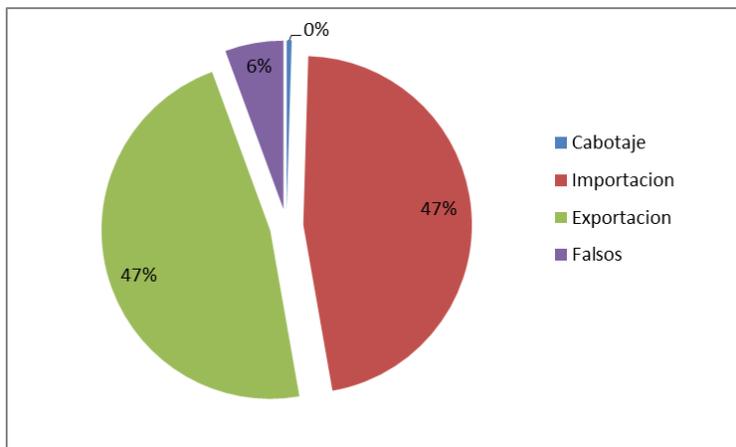
4.1.2 Puerto de Valparaíso

El sistema portuario de Valparaíso se compone de dos terminales; el Terminal 1 que se encuentra concesionado por la Empresa TPS y el Terminal 2 no concesionado multipropósito. Para el año 2010, la carga total movilizada fue de aproximadamente 10.5 millones de toneladas métricas, de las cuales aproximadamente un 90% fueron movilizadas por el Terminal 1. Ambos terminales se caracterizan por movilizar (o clasificar) la carga en fraccionada y contenedorizada.

Para el Terminal 1, el tipo de carga corresponde en su mayoría a carga contenedorizada contabilizando un 96% de la carga para el año 2010. Por su parte, en el Terminal 2 ocurre exactamente lo contrario movilizándose al año 2010 un 95% de carga fraccionada. Al mirar globalmente el puerto de Valparaíso, un 88% de la carga movilizada corresponde a carga Contenedorizada.

La distribución de la carga para el año 2010 según tipo de destino da cuenta de que el puerto de Valparaíso se dedica principalmente a movilizar carga de Importación y Exportación con un 47% para ambos tipos de destino. La distribución para todas las categorías (Importación, Exportación, Cabotaje y Falsos) se muestran en la siguiente figura.

Figura 4-12 Distribución de la Carga Total Movilizada según Tipo de Carga Puerto de Valparaíso – Año 2010



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Puerto de Valparaíso

Según las estadísticas de CAMPORT (Cámara Marítima Portuaria de Chile), los principales destinos de las exportaciones y los principales orígenes de las importaciones se muestran en la siguiente tabla.

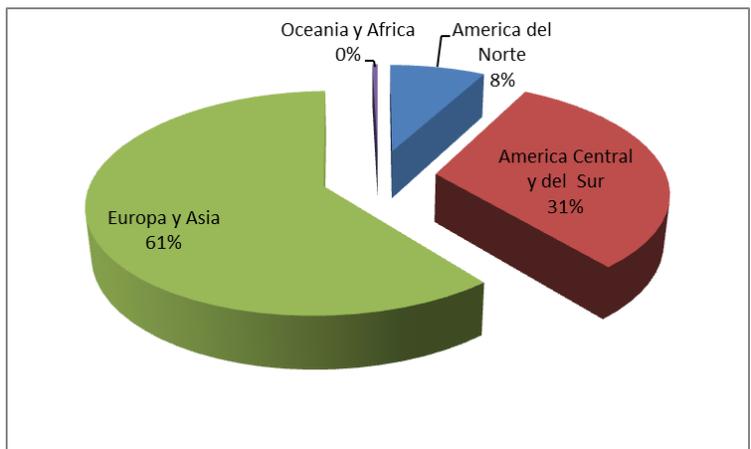
**Tabla 4-2 Estadísticas de Destinos de Importaciones y exportaciones según área geográfica -
Puerto de Valparaíso año 2010**

	Importación (Ton)	Exportación (Ton)
AFRICA	4.138	63
AMERICA CENTRAL	254.079	439.381
CANADA ATLANTICO	68.879	187
CANADA PACIFICO	0	402
VENEZ., CARIBE ,ANTIL	362.173	235.975
MEDITERRANEO ESTE	252	68
COSTA ESTE SUDAMERIC	62.591	0
MEDITERRANEO CENTRAL	128.108	11.828
EUROPA NORTE	798.591	909.392
LEJANO ORIENTE	1.446.635	1.190.344
GOLFO PERSICO/ARABIA	0	35
MEXICO GOLFO	14.482	33.722
MEXICO PACIFICO	489.569	458.496
AUSTRALIA, OCEANIA	13.107	51
COSTA OESTE SUDAMERI	547.330	189.828
U.S.A. GOLFO	115.198	32.720
U.S.A. PACIFICO	43.630	101.456
U.S.A. ATLANTICO	81.593	400.911
TOTAL TRAFICOS	4.430.362	4.004.867

Fuente: CAMARA MARITIMA Y PORTUARIA DE CHILE A.G

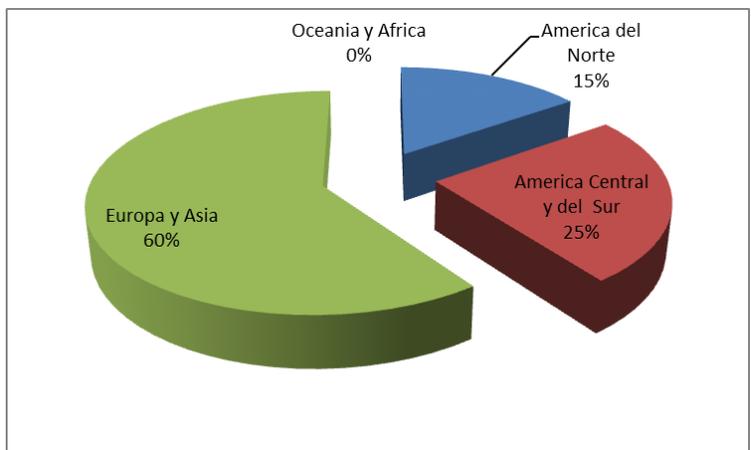
Si agrupamos las áreas geográficas detalladas en la última tabla según continentes de origen y destino (Oceanía y África; Europa y Asia; América del Norte y América del Sur), las distribuciones de importaciones y exportaciones se muestran en las siguientes figuras.

Figura 4-13 Distribución según Origen de Carga (Importaciones) Puerto de Valparaíso – Año 2010



Fuente: Elaboración propia en base a CAMARA MARITIMA Y PORTUARIA DE CHILE A.G

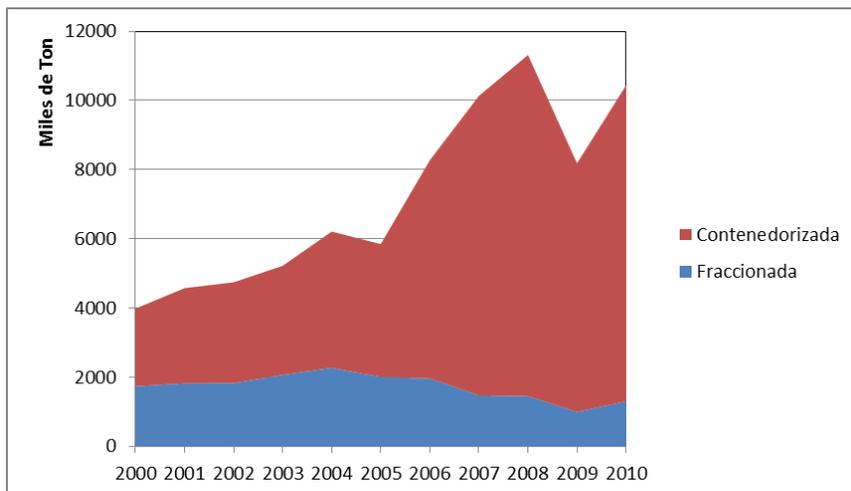
Figura 4-14 Distribución según Origen de Carga (Exportaciones) Puerto de Valparaíso – Año 2010



Fuente: Elaboración propia en base a CAMARA MARITIMA Y PORTUARIA DE CHILE A.G

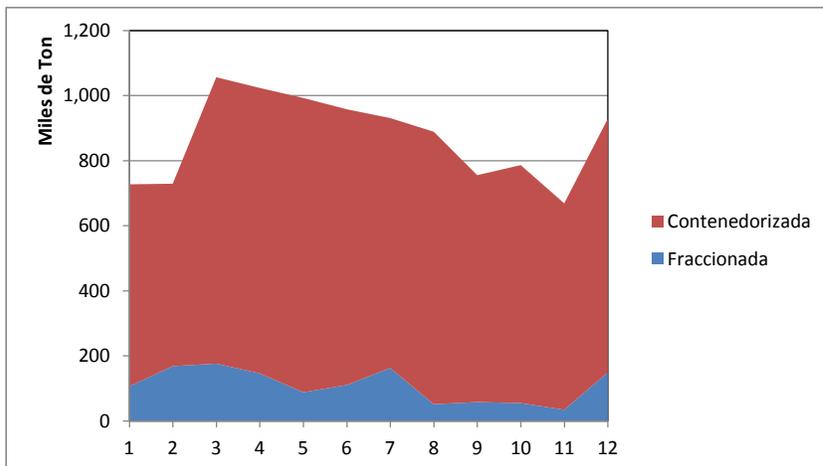
Por último, podemos apreciar la demanda histórica de toneladas movilizadas por el Puerto de Valparaíso, para luego apreciar la estacionalidad de la demanda mensual para el año 2010.

Figura 4-15 Carga Histórica Movilizada según Tipo de Carga Puerto de Valparaíso – Período 2000/2010



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Puerto de Valparaíso

Figura 4-16 Carga Total Mensual Movilizada según Tipo de Carga Puerto de Valparaíso – Año 2010



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Puerto de Valparaíso

El *peak* en este caso corresponde al mes de Marzo y se explica por la temporada de exportaciones de frutas.

4.2 Información sobre la capacidad de Atención portuaria de la V Región

En primer lugar es necesario conocer cuál es el escenario de capacidad de atención actual y proyectado. La Subsecretaría de Transporte, cuenta con los siguientes proyectos actuales y futuros para el desarrollo de frentes de atraque, los cuales se presentan divididos por puerto.

Tabla 4-3 Situación Actual Puerto de Valparaíso

Terminal	Capacidad Anual (TEUS/año)	Frente	Largo Utilizable frente (mt)	Rendimiento (TEUS/año/m)	Sitios	Año ingreso operación	Largo Total (mt)	Largo utilizable (mt)	Calado (mt)
Concesionario Terminal 1 (TPS)	1,200,000	Frente A-Valpo	572	1319	1	Anterior al 2011	188.5	142	11.4
					2		200	200	11.4
					3		231.5	229.5	11.4
		Frente B-Valpo	338	1319	4	Anterior al 2011	230.5	230.5	9.4
					5		152.2	107.5 (75) (32,5)	9.4 8.5
Concesionario Terminal 2	No TEUs				6	Anterior al 2011	245	185	8.4
					7		127.5	125	6.2
					8		240	235 (185) (50)	8.8 8.4

Tabla 4-4 Situación de Ampliación Futura Puerto de Valparaíso

Terminal	Capacidad Anual (TEUS/año)	Frente	Largo Utilizable frente (mt)	Rendimiento (TEUS/año/m)	Sitios	Año ingreso operación	Largo Total (mt)	Largo utilizable (mt)	Calado (mt)
Concesionario Terminal 1 (TPS)	1,250,000	Frente A-Valpo	694	1370	1	2014	188.5	142	13.5
					2		200	200	13.5
					3		351.5	351.5	13.5
		Frente B-Valpo	219	1370	4 y 5	219	219	9.4	
Concesionario Terminal 2	1,096,393	Frente C-Valpo	185	853	6	2013	245	185	8.4
		Frente D-Valpo	700	853	Finger Pier (Etapa 1)	2016	700 (2 sitios)	700	15
		Frente E-Valpo	400	853	Muelle Marginal (Etapa 2)	2019	400 (1 sitio)	400	15

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por Puerto de Valparaíso y consolidada por Subsecretaría de Transporte y Telecomunicaciones

Tabla 4-5 Situación Actual Puerto de San Antonio

Terminal	Capacidad Anual (TEUS/año)	Frente	Largo Utilizable frente (mt)	Rendimiento (TEUS/año/m)	Sitio	Longitud (m)	Calado Máximo (m)	Profundidad Sitio (m)	Año ingreso operación
Molo Sur	1,100,000	Frente A-SA	769	1,430	1	340	13.5	15	Anterior al 2011
					2	429	11.34	12	
					3		11.34	12	
Espigón	200,000	Frente C-SA	341	302	4	341	9.45	10	Anterior al 2011
					5				
		Frente D-SA	321	302	6	321	7.93	8.5	Anterior al 2011
					7		6.28	7	

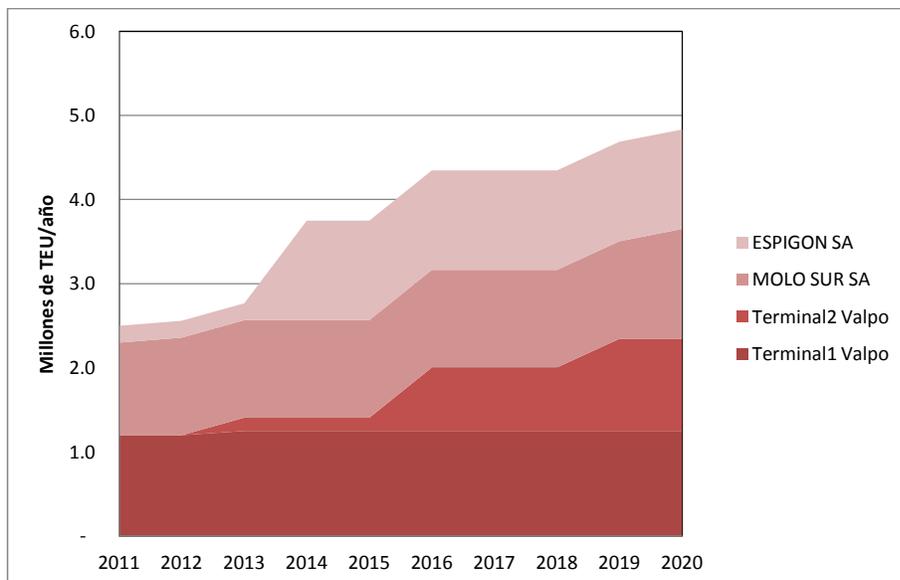
Tabla 4-6 Situación de Ampliación Futura Puerto de San Antonio

Terminal	Capacidad Anual (TEUS/año)	Frente	Largo Utilizable frente (mt)	Rendimiento (TEUS/año/m)	Sitio	Longitud (m)	Calado Máximo (m)	Profundidad Sitio (m)	Año ingreso operación
Molo Sur	1,160,000	Frente A-SA	800	1,450	1	900	13.5	15	2012
	1,305,000		900	1,450	2				2020
			3						
Espigón	1,015,000	Frente B-SA	700	1,450	Muelle Costanera	700	13.5	15	2014
	70,997	Frente C-SA	235	302	5	235	11.34	12	2014
	96,979	Frente D-SA	321	302	6	321	7.93	7.93	Anterior al 2011
					7		6.28	6.28	

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por Puerto de San Antonio y consolidada por Subsecretaría de Transporte y Telecomunicaciones

En base a los datos mostrados en las tablas anteriores, es posible proyectar la curva de capacidad total anual hasta el 2020, como se presenta a continuación:

Figura 4-17 Capacidad de Atención Portuaria proyectada de la V Región



Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por Subsecretaría de Transporte y Telecomunicaciones

La capacidad anual expresada en TEUs/año mostrada en el gráfico anterior representa una serie de supuestos y situaciones que básicamente se encuentran dados por 3 variables:

- ✓ Muelle (TEUs/ml/frente)
- ✓ Gruas y/o Tecnología (TEUs/grua/año)
- ✓ Patio de Acopio (TEUs/ha/año)

Para esta consultoría se utilizará esta capacidad declarada por los puertos asumiendo que estos números ya poseen incorporados estas tres dimensiones limitantes. En caso de que alguna de estas condiciones cambie y por ende cambien las capacidades declaradas por los puertos, esta variable se encontrará parametrizada en el modelo por lo que puede ser modificada en cualquier momento.

Si bien esta capacidad de atención portuaria es el total anual, sabemos que la cantidad máxima que es posible atender a nivel mensual es mayor a la simple división de la capacidad anual en 12. Para un mes específico el sistema es capaz de atender más, de hecho analizando información histórica (periodo 2000-2010), el conjunto de los puertos, para el mes de peak de demanda (comúnmente marzo), ha atendido un máximo de un 39% más que la media de los meses del año respectivo y en promedio este valor es de un 23%. Considerando esta información, el consultor considera razonable establecer que la capacidad en situación de estrés para un mes específico, puede ser un 23% mayor.

4.3 Análisis de Consistencia de Información Aduana – Puerto

La información de aduana, se trabajó y agregó, lo que permitió identificar 4 sectores relevantes a nivel de exportaciones, que en el periodo 2000-2010, tuvieron las siguientes participaciones del agregado de ambos puertos:

- ✓ Frutas y Hortalizas: 40%
- ✓ Vino: 13%
- ✓ Cobre y Hierro: 11%
- ✓ Otros: 37%

La información de importaciones no cuenta con sectores predominantes, por lo que la información se decidió dejar a nivel agregado.

La información proveniente de los puertos es muy detallada a nivel operativo, pero lamentablemente no identifica adecuadamente el sector de demanda al que pertenece la carga, información que podría ser útil para la proyección de una demanda desagregada. Se analizó la factibilidad de cruzar ambas informaciones. Para ello, se compara la información de carga mensual exportada de los datos de puerto y aduana. Esta razón debiera ser bastante estable y dar siempre menor a 1, dado que la información de aduana no considera el peso del contenedor. Los estadígrafos obtenidos de este análisis se muestran a continuación:

Tabla 4-7 Estadígrafos de la razón Ton Aduana/Ton Puertos (mensual)

Estadígrafo	Razón Ton Aduana / Ton Puertos
Mínimo	0.66
Máximo	1.01
Media	0.85
Mediana	0.85
Desviación	0.07

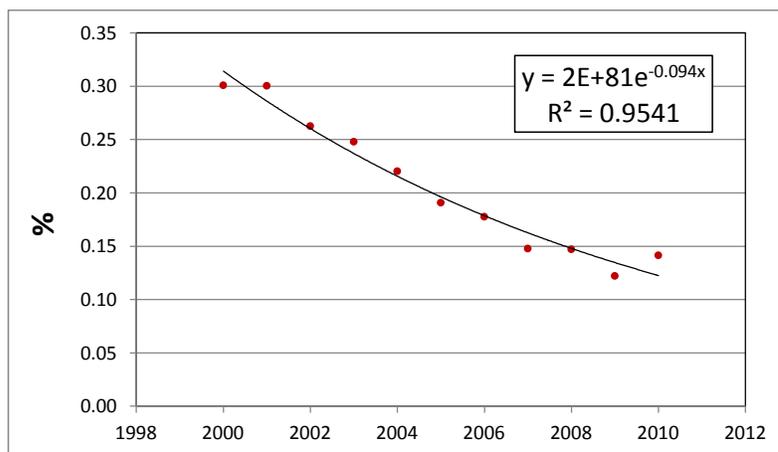
Fuente: Elaboración Propia en base a información de Aduanas y Puertos

A nivel mensual, aunque podría existir en algunos casos un desfase de las cargas entre la información de Aduana y los Puertos (el máximo es mayor a 1), se considera que la información es útil y confiable, manteniendo una media y mediana estable y una desviación estándar de los datos razonable como para realizar el cruce para la información de tonelaje de puertos de la distribución mensual del tonelaje declarado por Aduana según las categorías antes establecidas. De esta manera, los tonelajes de exportaciones entregados por los puertos quedan distribuidos en tonelaje de frutas y hortalizas, vinos, cobre y hierro y otros para un posterior análisis econométrico independiente para cada una de estas categorías (cada una de estas con una variable explicativa independiente). El desarrollo de estos modelos será explicado en la Sección 5.1.

4.4 Participación de la demanda según Tipo de Carga

Resulta interesante estudiar la tendencia que existe en la participación de la carga fraccionada y contenedorizada dentro del sistema portuario de la V Región. Como se pudo apreciar en la Sección 4.1, la carga que transportan los puertos de la V Región es principalmente carga contenedorizada, y como se puede observar en la siguiente figura, la tendencia de disminución de transporte de carga fraccionada se ha mantenido en los últimos años.

Figura 4-18 Porcentaje Carga Fraccionada con respecto a Carga Contenedorizada (Puerto de Valparaíso y San Antonio)

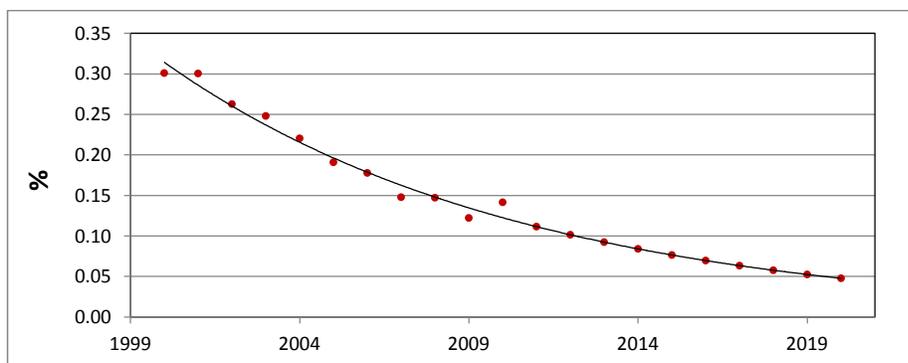


Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por los puertos

La situación descrita en la figura anterior insta al consultor a considerar dicha tendencia en el modelo de demanda desarrollado. Se ajustaron los datos históricos de carga

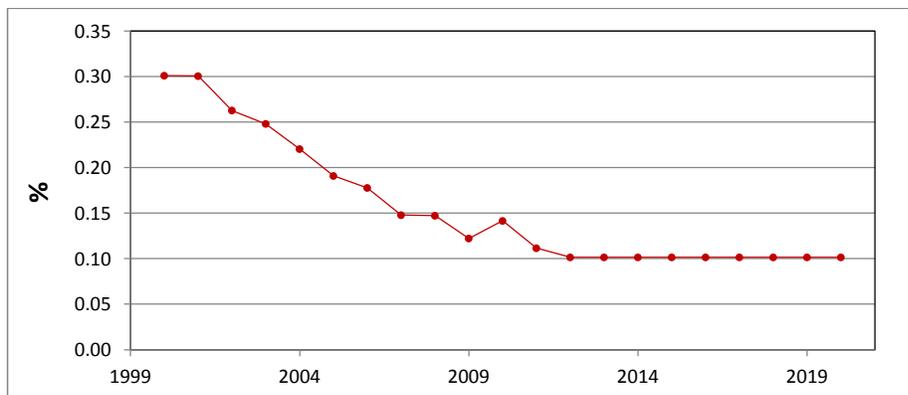
fraccionada a una distribución exponencial y se extrapolaron los datos al año 2020 tal como se presenta en la siguiente figura, implicando que, mientras durante el año 2010, la participación de la carga fraccionada fue de un 14%, al año 2020 se espera que esta sea solo de un 5% significando una participación de carga contenedorizada igual a 95%. A pesar de esta tendencia y por solicitud de la contraparte, se establece un límite de 90% de participación de la carga contenedorizada, esto explicado por las características de la carga transportada por los puertos (ver Figura 4-20).

Figura 4-19 Porcentaje de participación histórica y proyectada de la carga fraccionada con respecto a la carga contenedorizada



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por los puertos

Figura 4-20 Porcentaje de participación histórica y proyectada de la carga fraccionada con respecto a la carga contenedorizada – Porcentajes utilizados en el modelo

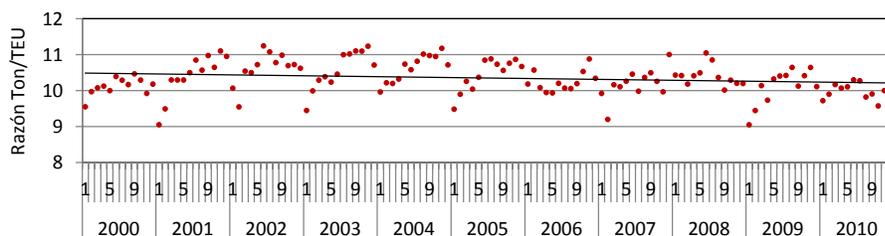


Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por los puertos

4.5 Razón Toneladas Contenedorizadas / TEUs

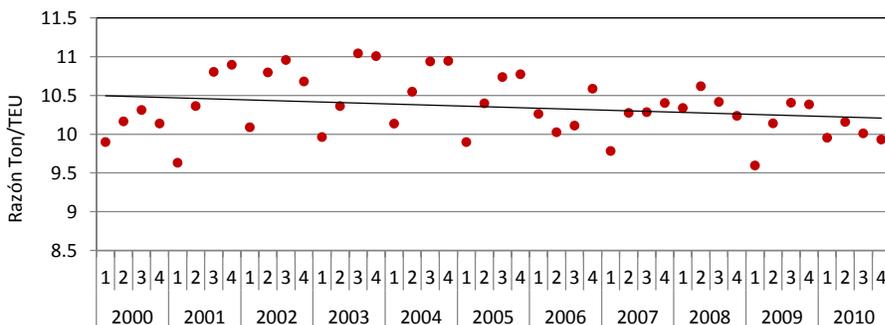
Como se aprecia en la siguiente figura elaborada en base a la información entregada por puertos, existe una leve tendencia a la baja de la razón Ton Contenedorizada/TEU además de una estacionalidad mensual y trimestral de esta razón.

Figura 4-21 Razón Ton/TEU Histórica a nivel mensual



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por los puertos

Figura 4-22 Razón Ton/TEU Histórica a nivel mensual



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por los puertos

Debido a lo representado en las figuras anteriores es que el consultor buscó representar dicha tendencia además de establecer la estacionalidad mensual / trimestral de esta razón. La regresión realizada entrega que la razón disminuye a una tasa de -0.03 Ton/Teu anual mientras que las estacionalidades para el año 2011 se muestran en las siguientes tablas. Los resultados y detalles de los modelos de regresión corridos se presentan en el Anexo II. Estos resultados son aplicados en el desarrollo del modelo de demanda.

Tabla 4-8 Razón Ton Total / TEU mensual Año 2011

Mes	Ton/TEU
Enero	9.5
Febrero	9.7
Marzo	10.0
Abril	10.0
Mayo	10.1
Junio	10.4
Julio	10.4
Agosto	10.3
Septiembre	10.3
Octubre	10.3
Noviembre	10.4
Diciembre	10.3

Fuente: Elaboración propia en base a resultados del modelo de regresión.

Tabla 4-9 Razón Ton Total / TEU trimestral Año 2011

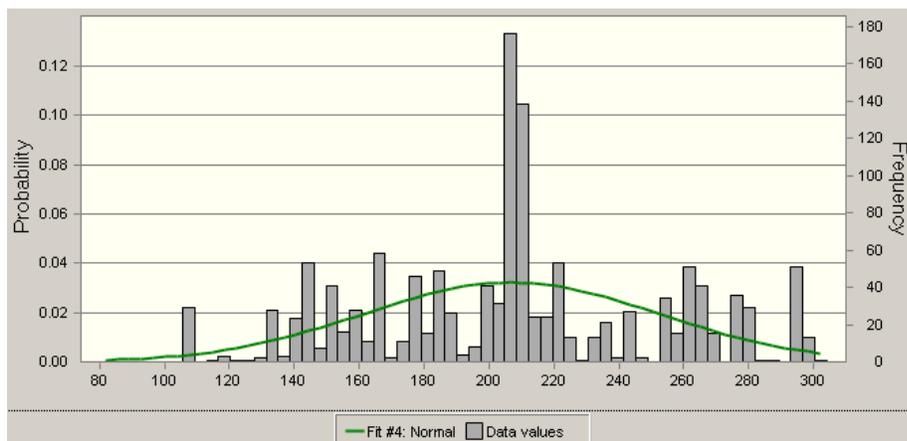
Trimestre	Ton/TEU
1	9.8
2	10.2
3	10.3
4	10.3

Fuente: Elaboración propia en base a resultados del modelo de regresión.

4.6 Distribución Probabilística del Largo de Eslera

Se realizó un análisis con datos históricos correspondientes al año 2010 del largo de eslora de los barcos que arriban a los puertos de la V Región. En base a estos datos, se determinó que la distribución de eslora por barco, tiene una distribución normal con mediana de 207 metros y una desviación estándar de 45,4. La Figura 4-24 presenta la distribución establecida.

Figura 4-23 Distribución del largo de eslora para el año 2010

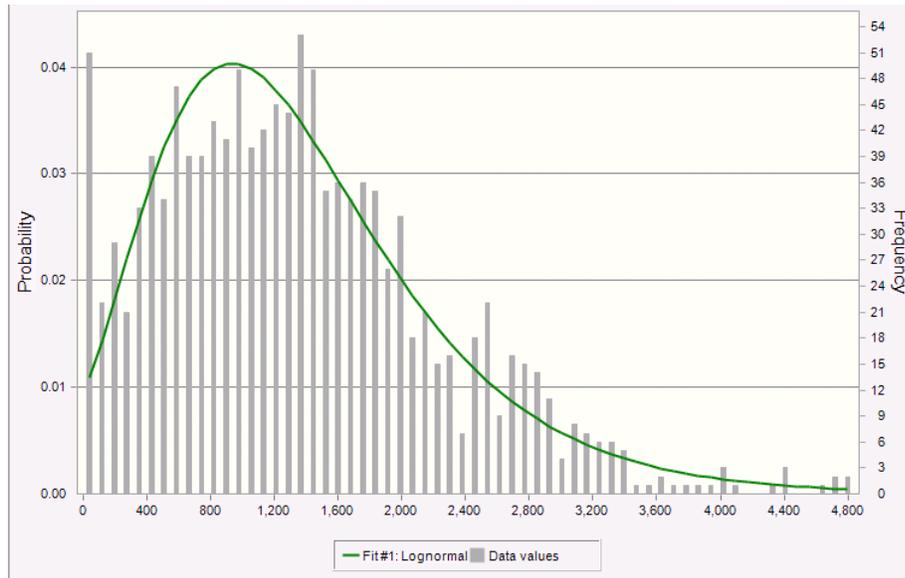


Para la proyección de la mediana y desviación estándar del largo de eslora del barco se consideró una tasa de crecimiento anual de 3%, correspondiente a la tasa histórica de crecimiento entre el periodo 2000-2010.

4.7 Distribución Probabilística de la Carga (TEU) contenida en un Barco

Se realizó un análisis de carga contenida por barco en TEU, para todos los terminales de la V Región, para el año 2010. La elección del año 2010 responde a que era el año más reciente para el cual se contaba con información completa. Del análisis histórico, se determinó que la distribución de la carga por barco, tiene una distribución log-normal con mediana de 1205 TEU y una desviación estándar geométrica de 1.42. La Figura 4-24 presenta la distribución establecida. Para la proyección de Carga (TEU) por Barco se consideró una tasa de crecimiento anual de la mediana igual a 9%, correspondiente a la tasa histórica de crecimiento entre el periodo 2000-2010.

Figura 4-24 Distribución de la cantidad de TEUs por barco

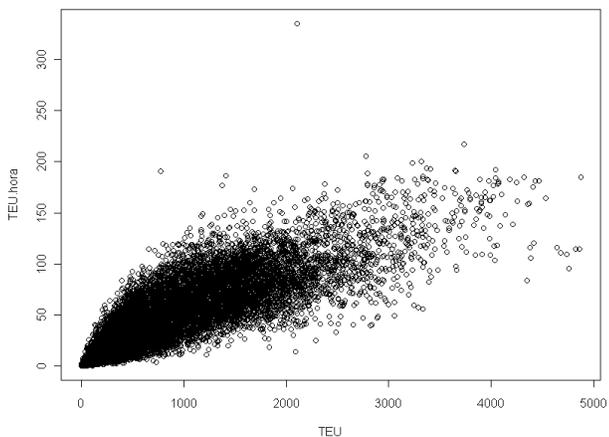


Fuente: Elaboración Propia

4.8 Caracterización Estocástica del Tiempo de Atención

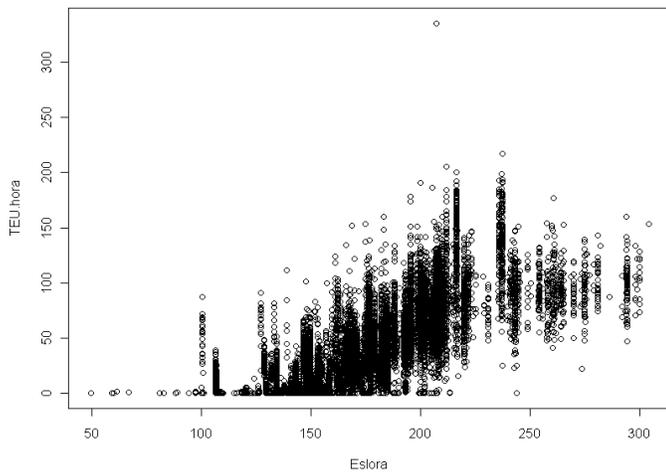
Las siguientes figuras muestran la relación que existe, según los datos históricos de ambos puertos, entre el tiempo de atención del barco y, la carga total movilizada por este (Figura 4-25) y la eslora del barco (Figura 4-26).

Figura 4-25 Relación entre el Tiempo de Atención de un Barco (Carga/hora) y la Carga Movilizada por éste



Fuente: Elaboración propia en base a datos históricos entregados por Puerto de San Antonio y Valparaíso

Figura 4-26 Relación entre el Tiempo de Atención de un Barco (Carga/hora) y la Eslora de éste



Fuente: Elaboración propia en base a datos históricos entregados por Puerto de San Antonio y Valparaíso

Al observar las figuras se podría intuir una posible relación entre estas dos variables y el tiempo de atención (Carga Movilizada/hora²) de un barco.

A continuación se presenta la metodología que se utiliza para representar la componente estocástica de la variable "tiempo de atención".

Según lo apreciado en las figuras anteriores, se asume que el tiempo de atención de un barco en particular se encuentra explicado por la Carga Total (TEUs) que debe movilizar el barco y por la Eslora de éste. El modelo lineal que representa dicha descripción es el siguiente:

$$\text{Atencion} \left[\frac{\text{Carga}}{\text{hora}} \right] = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \text{Carga [TEU]} + \alpha_2 \cdot \text{Eslora [m]}$$

Lo correcto es desarrollar modelos de tiempo de atención del barco independientes según cada terminal y no desarrollar solo uno que represente a todo el sistema portuario de la V Región. Esto último se sustenta en el hecho de que cada terminal posee su propia forma de funcionamiento y tecnología la que influirá en el tiempo de atención del barco.

Según lo expuesto en el último párrafo, se utilizan modelos de tiempo de atención para cada terminal en particular. Adicionalmente, debido a que el tiempo de atención depende de la tecnología, se toman los datos históricos correspondientes al año 2010 asumiendo que estos representan el comportamiento actual de los terminales. Los resultados de los modelos se muestran en las siguientes tablas.

² La carga movilizada tiene como unidad un TEU.

Tabla 4-10 Resultados Modelos Tiempo de Atención según Terminal

Terminal				Terminal			
Espigon - San Antonio				Molo Sur - San Antonio			
Var Dep	TEU/hora			Var Dep	TEU/hora		
	Coefficiente	Std.	t- stat		Coefficiente	Std.	t- stat
Var Indep				Var Indep			
Intercepto	4,94	1,19	4,1	Intercepto	-17,52	2,60	-6,7
Carga (TEU)	0,03	0,00	58,0	Carga (TEU)	0,03	0,00	63,3
Eslora	0,02	0,01	2,7	Eslora	0,27	0,01	18,1
Estadísticas				Estadísticas			
	dof	2026			dof	4395	
	p	2			p	2	
	R2	0,72			R2	0,66	
	F-statistic	2576			F-statistic	4211	

Terminal			
Terminal 1 - Valparaíso			
Var Dep	TEU/hora		
	Coefficiente	Std.	t- stat
Var Indep			
Intercepto	-43,16	1,36	-31,7
Carga (TEU)	0,03	0,00	63,4
Eslora	0,34	0,01	39,1
Estadísticas			
	dof	6301	
	p	2	
	R2	0,79	
	F-statistic	11660	

Fuente: Elaboración propia

En base a estos resultados es que se incorpora el tiempo de atención como una variable estocástica ya que el modelo desarrollado, al llegar un barco cualquiera asigna, según distribución de probabilidades, la carga (TEU) de éste además de su eslora.

Esta modelación es metodológicamente correcta aplicando los coeficientes de los modelos de tiempo de atención al terminal correspondiente, pero ¿Qué ocurre cuando, por conceptos de ampliación de capacidad, hay un terminal completamente nuevo? ¿Qué coeficientes le asignamos? ¿Molo Sur? ¿Espigón? ¿Terminal1?.

Como no existe ningún método de asignación disponible, se debe establecer un supuesto el cual corresponde a que se espera que los nuevos terminales o frentes sigan un patrón similar al Puerto al que pertenecen. En este sentido, a cualquier nuevo terminal del Puerto de San Antonio, se asignan los coeficientes del Terminal Molo Sur mientras que cualquier ampliación para el Puerto de Valparaíso se asigna los coeficientes del Terminal1. Se espera que cuando la contraparte posea información suficiente como para desarrollar estos modelos para nuevos terminales, estos coeficientes puedan ser actualizados en el modelo.

5. Descripción Metodológica del Modelo Desarrollado

5.1 Desarrollo del Modelo de Demanda Portuaria de la V Región

Este estudio analizó información histórica de atención portuaria, asumiendo que la carga total atendida por ambos puertos representan la demanda portuaria de la V región³.

Para la construcción de un modelo econométrico es necesario contar con datos históricos de variables explicativas de la Demanda, las cuales por medio de un análisis de regresión se puedan evaluar para ser utilizadas, buscando tener variables explicativas que generen un alto R² para el modelo y una buena significancia. Pero para que una variable explicativa sirva, no basta con que pase con éxito la evaluación estadística, es necesario además contar con proyecciones de esta al futuro, ya sean introducidas como parámetros o determinadas a partir de una fuente válida. Por ejemplo, el precio del dólar no representa una buena variable explicativa, dado que la validez de las proyecciones futuras es cuestionable. Por esto antes de hacer los análisis de regresión, se buscaron variables que contaran con proyecciones válidas o que fuera razonable ingresar como parámetro, estas variables son:

- PIB nacional y regional (V Región)
- PIB sectorial según regiones (IV, V, RM, VI y VII Región)
- PIB internacional (según zonas y/o países representativos de exportaciones)
- Población
- Ingreso Per Cápita
- Producción de Cobre Nacional y Mineras que exportan a través de los Puertos de la V Región.
- Mes y Trimestre (Variable que representa la estacionalidad de la demanda)

Los modelos econométricos suelen tener 2 tipos de estructuras, lineares o multiplicativos, a continuación se muestra la estructura tipo de ambas clases de modelo:

Ecuación 1 Modelo Lineal

$$DemTon_{mes,año} = a_0 + \sum_i a_i * VE_{i,año} + \sum_{mes} a_{mes} * d_{mes}$$

Donde:

³ Las toneladas totales contabilizadas en el presente modelo de demanda solo consideraron las toneladas de carga fraccionada y contenedorizada excluyendo del modelo la carga a granel (sólido y líquido) debido a que este último tipo de carga no se comporta de acuerdo a las variables explicativas utilizadas en el presente estudio (PIB (nacional e internacional), Población, Ingreso per Cápita, Cobre) sino que se comporta según los precios internacionales de los granos que están sujetos a las cosechas internacionales y las inclemencias del tiempo en los países productores y la producción nacional.

- DemTon_{mes,año}: Es la demanda en toneladas para un determinado mes de un año.
- a_j: Son los coeficientes determinados por la regresión para cada variable
- VE_{i,año}: Es el valor de la Variable explicativa i en cada año.
- d_{mes}: Es una variable que toma valor 1, para su mes y es cero para el resto.

Ecuación 2 Modelo Multiplicativo

$$\ln(DemTon_{mes,año}) = a_0 + \sum_i a_i * \ln(VE_{i,año}) + \sum_{mes} a_{mes} * d_{mes}$$

Donde:

- DemTon_{mes,año}: Es la demanda en toneladas para un determinado mes de un año.
- a_j: Son los coeficientes determinados en la regresión para cada variable
- VE_{i,año}: Es el valor de la Variable explicativa i un cierto año.
- d_{mes}: Es una variable que toma valor 1, para su mes y es cero para el resto.

Además, se pueden utilizar distintas variable dependientes:

- Carga Total: Un modelo para el agregado de tipo de operación (Importación, Exportación y Cabotaje).
- Carga por tipo de operación: Un modelo para cada tipo de operación.

Gracias al cruce de información entre los tonelajes de exportación de los datos de Puertos y de Aduana (ver Sección 4.3), el modelo de exportaciones también se subdividió en variables dependientes de tonelaje de exportación de Frutas y Hortalizas, Cobre y Hierro, Vinos y Otros, cada uno con su respectiva variable explicativa.

Adicionalmente se realizaron regresiones del tipo lineal y multiplicativo considerando en lugar de mes como *dummy*⁴ el trimestre correspondiente.

Considerando toda esta información se realizaron variadas regresiones, considerando todas las combinaciones válidas entre tipo de modelo de demanda (lineal / multiplicativo y mes / trimestre), variable dependiente a explicar y diferentes combinaciones de variables explicativas. El resumen de tipos de regresiones que se realizaron se muestra en la siguiente tabla, mientras que los resultados de cada uno de los modelos de regresión analizados se presentan en el Anexo II.

⁴ Variable que toma el valor de 1 o 0 para indicar la presencia o ausencia de algún efecto, en este caso el mes o el trimestre correspondiente.

Tabla 5-1 Resumen de Modelos de Regresión estudiados

Según Tipo de Estructura	Según Tipo de Estacionalidad (<i>dummies</i>)	Según Variable Dependiente	Según Variables Explicativas
Lineal	Mensual	<i>Carga Total</i>	PIB nacional, PIB regional, PIB sectorial, Población, Ingreso per Cápita, Producción de Cobre, PIB internacional ⁵ , Producción de Vino.
		Contenedor + Fraccionada	
Multiplicativo	Trimestral	<i>Carga Tipo de Operación</i>	
		Importación-Cabotaje y Exportación por separado	
		Exportación subdividido por sectores relevantes	

Fuente: Elaboración propia

De todas las regresiones multi-variable corridas, se escogieron los tres modelos de mayor validez. Todos estos corresponden a modelos multiplicativos, con variable dependiente igual a la carga total (contenedorizada y fraccionada) y con estacionalidad según mes. En la Tabla 5-2 se muestran los resultados de los modelos de regresión elegidos (para mayor detalle ver Anexo IV) mientras que en las secciones que siguen, se da un mayor detalle del por qué se llega a escoger los modelos presentados en la siguiente tabla.

⁵ Los PIB internacionales que se utilizaron fueron seleccionados a partir del análisis de la información de CAMPORT en donde se detallan los principales destinos y origen de las exportaciones e importaciones de los puertos bajo análisis. Estos datos se obtuvieron a partir de la información publicada en la página web del Banco Mundial. Los PIB internacionales utilizados son los siguientes:

EAP: Asia Oriental y el Pacífico
 ECA: Europa y Asia Central
 EEU: Unión Europea
 LAC: América Latina y el Caribe
 NAC: América del Norte
 CHN: China
 USA: Estados Unidos

Tabla 5-2 Principales Resultados de los modelos de Regresión escogidos

	Valor Intercepto	Elasticidad del PIB	Elasticidad del Ing_Per_Capita	Elasticidad del Cobre Región ⁶	R ²
Modelo 1	-21.52 (-19.5)	1,98 (32.1)			91,23%
Modelo 2	10.56 (99.1)		2.68 (31.8)		91.06%
Modelo 3	-25.64 (-12.9)	1.90 (27.6)		0.4 (2.5)	91.66%

Nota: Valores entre paréntesis corresponden al valor t estadístico.

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la Tabla 5-2, los 3 modelos tienen un ajuste bastante bueno (superior al 90%) y se diferencian muy poco entre ellos, es por ello que se utilizaron los 3 modelos para analizar los resultados de proyección de demanda.

De todas formas, el consultor recomienda la utilización del Modelo 2 el cual utiliza de variable explicativa el Ingreso per Cápita debido a que este presenta una menor variabilidad de la incertidumbre al proyectar la demanda en el periodo de análisis (ver Sección 8.1). Es con este modelo que la mayoría de los resultados son presentados.

Adicionalmente se va a utilizar el Modelo 1 (PIB como variable explicativa) para utilizarlo como base comparativa del modelo desarrollado en instancias anteriores a este estudio (ver Sección 8.1.2.1).

5.1.1 Conclusiones con respecto al modelo según Tipo de Estructura

En relación al tipo de estructura de los modelos econométricos estudiados, los modelos multiplicativos fueron siempre ligeramente mejores a los modelos lineales en cuanto a ajuste del modelo (R²) y significancia de las variables explicativas que participaban. Los modelos comparados correspondieron a modelos equivalentes con la sola diferencia de estructura (multiplicativa o lineal).

Según el tipo de estructura, se recomienda un modelo multiplicativo para desarrollar el modelo de demanda.

⁶ Producción histórica de Mina Carmen de Andacollo, AngloSur (Mina Los Bronces y El Soldado), División Teniente y División Andina de Codelco a partir del documento Anuario Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1991 – 2010. COCHILCO (2010).

5.1.2 Conclusiones con respecto al Tipo de Estacionalidad estudiada

Aunque los modelos en donde se utilizó como *dummie* el trimestre presentaron en general un R^2 y significancia de las *dummies* trimestrales ligeramente superior, se recomienda un modelo con estacionalidad mensual para así no perder la caracterización de meses específicos donde la demanda es mas alta.

A pedido de la contraparte, se entregan ambos modelos (estacionalidad trimestral y mensual). El presente informe presenta solo el modelo y resultados con estacionalidad mensual por ser el considerado más idóneo por parte del consultor.

5.1.3 Conclusiones con respecto al tipo de Variable Dependiente

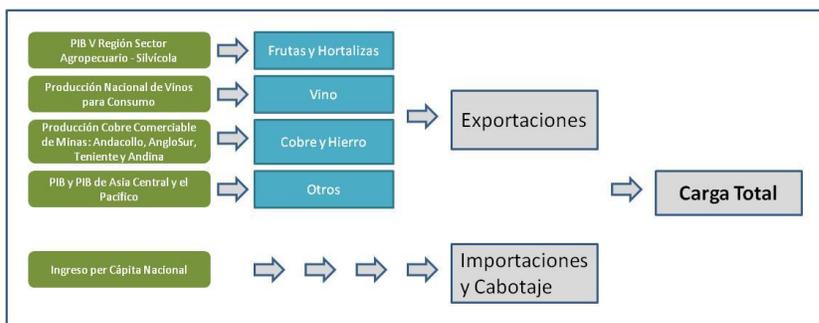
Una vez escogido un modelo econométrico con tipo de variable dependiente Carga Total (modelo multiplicativo con variable explicativa igual al Ingreso per Cápita), se quiso comparar con un modelo desagregado entre Importaciones, Cabotaje y Exportaciones. En este sentido se estudiaron dos tipos de modelos, el primero correspondiente a una subdivisión de la carga total en Importaciones – Cabotaje y Exportaciones (Modelo Desagregado 1) y un segundo modelo en que a su vez, las exportaciones se subdividen en sectores de exportación (Modelo Desagregado 2). Las figuras que siguen representan las estructuras de estos modelos.

Figura 5-1 Estructura del Modelo Desagregado 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-2 Estructura del Modelo Desagregado 2



Fuente: Elaboración propia

Para el caso del Modelo Desagregado 1, se probaron diferentes combinaciones de variables explicativas (PIB Nacional y Regional, PIB Internacionales, Ingreso per Cápita, Producción de Cobre, etc.) encontrándose que las mejores variables explicativas y resultados de los modelos correspondía a un modelo multi-variable entre el PIB Nacional y el PIB de Asia Central y el Pacífico. Lo mismo ocurrió para la categoría de exportaciones Otros en el Modelo Desagregado 2.

Lo siguiente tabla muestra una tabla comparativa entre el Modelo de Carga General y el Modelo Desagregado 1.

Tabla 5-3 Comparación de Modelos Económicos: Carga Total v/s Desagregado 1

Variable Indep.	Variable dep. ->	Modelo Simple		Modelo Desagregado 1			
		Carga Total		Importaciones - Cabotaje		Exportaciones	
		Coef.	t-stat	Coef.	t-stat	Coef.	t-stat
Variable Indep.	PIB					3.66	11.24
	IPC	2.68	31.8	2.92	24.43		
	PIB EAP ⁷					-0.50	-5.91
Estadísticas	dof	119		119		118	
	p	12		12		13	
	R ²	0.91		0.84		0.93	
	F-statistic	101		52.0		123.5	

Fuente: Elaboración propia

A pesar de que al separar la carga movilizada en Importación y Exportación, los modelos de regresión mantienen una buena significancia y un R² mayor a 0.8 para el modelo de Importaciones y mayor a 0.9 para el modelo de Exportaciones, el consultor recomienda

⁷ PIB de Asia Central y Pacífico. Valores Históricos obtenidos del Banco Mundial.

mantener la simpleza del modelo utilizando el modelo de Carga Total como variable dependiente. Este último posee un muy buen ajuste solo sobrepasado por el modelo de Exportaciones pero no así por el modelo de Importaciones-Cabotaje.

Veamos ahora que ocurre al comparar el Modelo de Carga Total con el Desagregado 2.

Tabla 5-4 Comparación de Modelos Económicos: Carga Total v/s Desagregado 2

Variable dep. ->	Modelo Simple		Modelo Desagregado 2										
	Carga Total		Import. - Cabot		Exportaciones								
	Coef	t	Coef	t	Fruta y Hortalizas		Vinos		Cobre y Hierro		Otros		
PIB												4.95	12.3
IPC	2.68	31.8	2.92	24.4									
PIB EAP												-0.85	-8.2
PIB Regiones - Sector ⁸					1.30	13.8							
Prod. Nacional Vino ⁹							1.70	25.7					
Prod. Cobre Región ¹⁰									2.68	5.5			
Estadísticas	dof	119	119	119	119	119	119	119	119	118			
	p	12	12	12	12	12	12	12	12	13			
	R ²	0.91	0.84	0.94	0.94	0.86	0.86	0.28	0.28	0.83			
	F-statistic	101	52	167	61	3.8	45						

Fuente: Elaboración propia

En este caso ocurre algo similar a lo descrito anteriormente. El modelo para las exportaciones de frutas y hortalizas resultó tener un muy buen ajuste al utilizar como variable explicativa el PIB sectorial Agropecuario – Silvícola de las regiones IV, V, RM, VI y VII alcanzando un R² igual a 0.94. Sin embargo, para los otros sectores, el ajuste de los modelos no alcanza a superar al modelo de Carga Total, por lo que nuevamente, el consultor recomienda, al comparar estos dos casos, el uso del modelo econométrico de Carga Total como variable dependiente. Cabe comentar el bajo ajuste del modelo de Cobre y Hierro que es explicado por una no clara tendencia de exportaciones de cobre ni tampoco contratos definidos en los puertos de Valparaíso y San Antonio por lo que no necesariamente la producción de cobre de las minas en cuestión exportan por estos puertos de manera constante y proporcional a su producción.

⁸ PIB Sectorial de las regiones IV, V, VI, VII y RM - Sector Agropecuario y Silvícola.

⁹ Valores históricos de producción (litros) obtenidos de ODEPA

¹⁰ Producción histórica de Cobre de minas que exportan parte de su producción por los puertos de Valparaíso y San Antonio: Mina Carmen de Andacollo, AngloSur (Mina Los Bronces y El Soldado) y División Teniente de Codelco a partir del documento Anuario Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1991 – 2010. COCHILCO (2010)

5.2 Desarrollo del Modelo de Atención Portuaria de la V Región

Una vez que se cuentan con proyecciones de la demanda por servicios portuarios, resulta relevante conocer la calidad del servicio que serán capaz de entregar los puertos de la región en su conjunto los próximos 10 años, con el objetivo de evaluar si los proyectos de ampliación actuales resultaran suficientes para satisfacer la demanda. El análisis se limitará a la parte de la demanda transportada en contenedores.

Para poder modelar un sistema de atención, es necesario caracterizar 2 elementos: las llegadas de los clientes y la atención de los servidores. En este caso los clientes son representados por los barcos y los servidores son los sitios de atraque.

En nuestro caso contamos con un sistema representado por 2 puertos, que cuentan con terminales prácticamente dedicados a transferir contenedores. Estos puertos compiten por los mismos clientes (las navieras), las cuales suelen operar en ambos puertos y distribuyen sus barcos según su conveniencia. Esto hace que sea razonable modelar el sistema como un sistema único con una serie de servidores dados por los sitios de atraque efectivos.

Para entender el sistema de atención, el componente más básico es el sitio de atraque efectivo, es decir cuántos barcos pueden ser atendidos simultáneamente para un frente de atraque, esta es una variable N , que estará dado por la razón entre el largo del frente de atraque y la evolución de la distribución de esloras más la distancia que se debe mantener entre barcos.

El modelo de colas que necesitamos analizar, tiene una estructura $M/EK/N$. Donde M indica una distribución exponencial, EK es una distribución Erlang de grado K y N es el número de sitios de atraque. Diversos autores, entre ellos (López, Camarero et al. 2011) y (Kuo, Huang et al. 2006) concuerdan que el proceso de llegadas de un puerto completo, se comportan como una $E1$, es decir una Erlang de grado 1, lo que es equivalente a una distribución exponencial, por lo que nuestra estructura de atención pasaría a ser una $M/M/N$.

5.2.1 Tasa de Llegada

Las características de las llegadas de los clientes, se pueden obtener por medio de la demanda proyectada (TEUs/mes) y la cantidad de TEUs que carga/descarga cada barco (TEU/barco), en base a la información histórica de los puertos. Sacando la razón entre estos 2 elementos se obtiene la tasa de llegadas (Barcos/mes) o en otra unidad temporal a elección.

5.2.2 Determinación del Numero de Sitios de Atrake Equivalente

Para definir el número de servidores con que va a contar el sistema, hay que determinar cuántos son los sitios de atraque equivalente (SAE) por frente. Entendiendo por SAE, la cantidad de barcos que pueden ser atendidos de manera simultánea en un solo frente de atraque lineal. Esto dependerá del largo utilizable de cada frente de atraque, la eslora de los barcos siendo atendidos y la distancia de seguridad que se debe mantener entre estos, como se muestra en la Ecuación 3.

Ecuación 3 Calculo de los Sitios de Atrake Equivalentes

$$SAE_i = \text{FuncionPiso}\left(\frac{\text{LargoFrente}_i}{\text{Eslora} + \text{DistanciaSeguridad}}\right)$$

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3 Tiempo de Atención

Por otro lado, para caracterizar los tiempos de atención, se necesita entender que elementos determinan que un barco tenga un tiempo mayor o menor. El consultor identificó 2 tipos de características:

1. Atributos del Servidor: Son múltiples y difíciles de caracterizar, dado que dependen de todos los elementos señalados en la Sección 4.2, pero son estables para cada terminal.
2. Atributos del Barco a ser atendido:
 - a. Eslora (para ver la distribución de eslora, ir a Sección 4.6)
 - b. Carga del barco (para ver la distribución de carga, ir a Sección 4.7)

Son los atributos del barco (eslora y carga) los que finalmente determinan el tiempo de atención según la siguiente ecuación.

$$\text{Atencion} \left[\frac{\text{Carga}}{\text{hora}} \right] = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \text{Carga} + \alpha_2 \cdot \text{Eslora}$$

Según la ecuación anterior, el tiempo de atención depende de la eslora (probabilística), la carga del barco (probabilística) y los coeficientes de regresión (α_0, α_1 y α_2) que fueron obtenidos para cada uno de los terminales. Para construir y obtener los coeficientes de regresión se utilizó información histórica para cada terminal del año 2010 y se asumió que para las expansiones futuras, cada puerto replicaba la tecnología (coeficientes) de su terminal más eficiente (para mayor detalle ver Sección 4.8). Cabe destacar que los atributos del servidor se encuentran representados por los coeficientes de regresión (α_0, α_1 y α_2) los cuales son distintos para cada terminal.

6. Descripción Modelo Generado

El modelo de proyección de demanda, de atención portuaria y de distribución de eslora de la V Región se elaboró en Analytica (Lumina 2012). Analytica es una herramienta computacional con interfaz visual que permite la creación, el análisis y la comunicación de modelos de decisión. Utiliza diagramas de influencia, que permiten crear el modelo de manera intuitiva, permite el manejo de información de manera multidimensional, y además permite evaluar de manera eficiente el riesgo y la incertidumbre utilizando modelación de Monte Carlo. Además permite realizar la modelación de manera modular, lo que es una ventaja para incorporar fácilmente información al modelo, proveniente desde otros modelos, elaborados en Analytica o en otras plataformas. Por ejemplo, la proyección del PIB puede ser modelada de manera interna o también puede ser ingresado por medio de una base datos, para una fácil manipulación de terceros en caso de que se requiera.

Se eligió esta herramienta por sobre otras alternativas, porque es en extremo flexible, trabaja con arreglos inteligentes (cada variable, puede tener múltiples dimensiones y distribuciones de probabilidades, pudiendo operarse entre ellas fácilmente), cuenta con nodos auto explicativos (cada variable puede ser comentada) que permite presentar el modelo de manera intuitiva (ver Figura 6-9) y permite propagar fácilmente la incertidumbre.

Las principales ventajas del modelo de demanda desarrollado son:

- ✓ Presenta una estructura simple e intuitiva.
- ✓ Expresa claramente cuáles son los parámetros y variables utilizadas, dado que cada tipología de nodo, tiene una forma diferente (ver Figura 6-9).
- ✓ Analiza la incertidumbre y su propagación.
- ✓ Facilita el análisis de los resultados en todas sus dimensiones de manera dinámica.
- ✓ Se puede actualizar y mejorar fácilmente, por cualquier usuario (Ej: si se quisiera extender el horizonte de análisis, basta cambiar año final 2020 (ver Figura 6-9), por el valor que uno desee y el modelo estará modificado y en funcionamiento, en Excel sería extender las series temporales para varias variables terminando en un proceso tedioso y engorroso).
- ✓ Se puede acoplar a otros modelos sin mayor dificultad (Ej: Agregar otras regiones, otras formas de transporte, etc.)

6.1 Identificación de Nodos en Plataforma de Modelación

Uno de los principales elementos de Analytica es el sistema de nodos, los cuales son utilizados para definir tanto la información disponible, como las variables a estudiar. Cabe destacar que este software distingue distintos tipos de nodos, en donde, cada uno representa una clase de objeto diferente.

Los nodos no representan una simple celda con un valor o una hoja de valores (como por ejemplo en Excel), un nodo es un elemento que tiene tantas dimensiones como el usuario necesite, definidas por los índices que operen en este. Esto facilita la agrupación de información multidimensional en un solo nodo.

Existen 7 clases de nodos, los cuales se diferencian por sus formas: nodos de decisión, variables, variables de probabilidad, objetivos, módulos, índices y constantes.

Figura 6-1 Clases de Nodos disponibles en Analytica



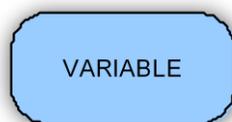
Fuente: Elaboración propia

El detalle de las clases de nodos más importantes utilizados en Analytica se detalla a continuación:

6.1.1 Variables

Las variables son representadas como un nodo rectangular redondeado (Figura 6-2). Este tipo de nodos son utilizados para indicar variables definidas en forma determinística, aunque su valor puede ser probabilístico si las variables de entrada lo son. Así mismo, es necesario mencionar que acepta tanto valores como operaciones con otras variables.

Figura 6-2 Nodo de Variables determinísticas



Fuente: Elaboración propia

6.1.2 Constante

La clase asociada a Constante es representada en forma de trapezoide (Figura 6-3). Este nodo se caracteriza por indicar el valor de una constante. No acepta “inputs” ni puede realizar cálculos.

Figura 6-3 Nodo de Constantes



Fuente: Elaboración propia

6.1.3 Variable Aleatoria

La clase Variable Aleatoria corresponde a un nodo de forma ovalada (Figura 6-4), el cual es usado para indicar que la variable toma valores probabilísticos. Siguiendo esta línea, cabe destacar que, el valor de este nodo es descrito en función de una distribución probabilística (Ej: Normal, Lognormal, Uniforme, etc).

Figura 6-4 Nodo de Variable Aleatoria



Fuente: Elaboración propia

6.1.4 Índices

Nodo en forma de paralelogramo (Figura 6-5), el cual se caracteriza por indicar un índice o lista de nombres. Así mismo, los índices definen las dimensiones de las variables que se usan en el modelo.

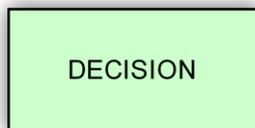
Figura 6-5 Nodo de Índices

Fuente: Elaboración propia

Cuando un nodo (variable, constante, etc.) es “indexado”, su valor incorpora una dimensión igual al índice. Por ejemplo, cuando una variable tiene un solo índice, se convierte en una lista con tantas filas como elementos tiene el índice. En cambio, si tiene 2 índices, se convierte en una tabla con dos dimensiones y así sucesivamente.

6.1.5 Decisión

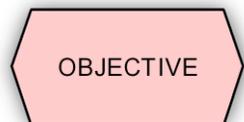
Nodo en forma rectangular (Figura 6-6), que hace referencia al tipo de decisión involucrada en el proceso. Indica los valores que son establecidos directamente por el tomador de decisiones.

Figura 6-6 Nodo de Decisión

Fuente: Elaboración propia

6.1.6 Objetivo o resultado

Nodo de forma hexagonal (Figura 6-7). Es usado para indicar un resultado u variable objetivo, el cual es generado como producto de operaciones anteriores.

Figura 6-7 Nodo de Objetivo o Resultado

Fuente: Elaboración propia

6.1.7 Módulo

Nodo cuya forma es de bordes redondeados (Figura 6-8), el cual permite agrupar otros nodos y crear modelos estructurados con múltiples niveles de jerarquía. Funciona como una carpeta que permite organizar la información y operaciones del modelo.

Figura 6-8 Nodo de Módulo



Fuente: Elaboración propia

6.2 Estructura General del Modelo Desarrollado

En la siguiente figura se muestra la portada del modelo generado en donde se presentan los principales parámetros que se utilizan, los escenarios de crecimiento de los parámetros, la entrada a la modelación misma, las entradas para seleccionar alternativas del modelo (Choices) y los principales resultados generados.

El modelo desarrollado, cuenta con una virtud importante; se estructura de manera ordenada, agrupando en especies de carpetas (módulos o Librerías) secciones del modelo. Esta característica permite ver secciones del modelo de manera fraccionada, facilitando el entendimiento (por parte de terceros al desarrollador) de las operaciones que realiza el Modelo, facilitando también la labor de edición.

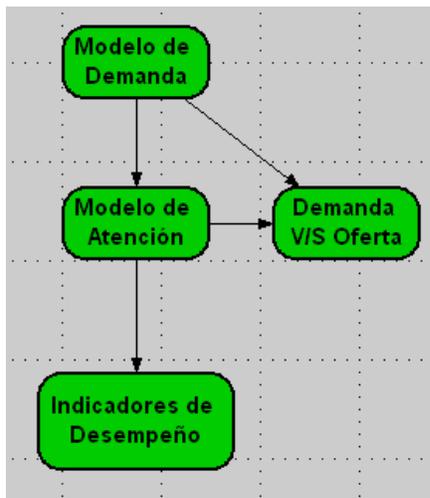
Por ejemplo, en la Figura 6-9, se puede identificar 3 librerías (Funciones, Índices y Parámetros). Estas agrupan todos los nodos de la tipología que su nombre indica. Por otro lado, podemos identificar 2 módulos; Lectura de Datos y Modelo Proyección Demanda-Atención Portuaria V Región, en donde, al ingresar en estos, se puede analizar el desarrollo de cada sección. Por ejemplo si se accede al segundo, se llega a la Figura 6-10, en donde a su vez hay 4 módulos.

Figura 6-9 Portada Modelo de Demanda y Atención Portuaria V Región

<p>Librerías</p> <p>Funciones</p> <p>Indices</p> <p>Parametros</p>	<p>Parametros</p> <p>Tasa Crecimiento PIB (% anual) <input type="button" value="Edit Table"/></p> <p>Tasa Crecimiento Poblacion (% anual) <input type="button" value="Edit Table"/></p> <p>ano inicio <input type="text" value="2010"/></p> <p>ano final <input type="text" value="2020"/></p>
<p>Modelación</p> <p>Lectura de Datos → Modulo Proyección Demanda-Atención Portuaria V Región</p>	<p>Choices</p> <p>Nombre del DSN de la Base de Datos <input type="button" value="BDLe▼"/></p> <p>Elegir Escenario Crecimiento <input type="button" value="Creci▼"/></p> <p>Elegir mes Proyectado <input type="button" value="All▼"/></p> <p>Elegir Año Proyectado <input type="button" value="All▼"/></p>
<p>Resultados Modulo de Demanda</p> <p>Demanda Mensual Proyectada (ton) <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>Demanda Anual (ton) <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>Carga historica unida a la proyeccion (TON) <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>Proyeccion TEU (TEU/año) <input type="button" value="Calc"/> mid</p>	<p>Resultados Modulo Demanda V/S Oferta</p> <p>Demanda V/S Oferta Anual (TEU/Año) <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>Demanda V/S Oferta mensual (TEU/mes) <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>Probabilidad de Saturación <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>Demanda V/S Oferta mensual Con Estress (TEU/mes) <input type="button" value="Calc"/> mid</p>
<p>Resultados Modulo de Atención</p> <p>Numero de Sitios de Atraque Equivalente <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>Utilizacion <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>Tiempo de espera a nivel mensual (horas) <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>Tiempo de espera Promedio (horas/barco) <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>Tiempo de espera Promedio Barcos Cola sistema (horas/barco) <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>Barcos en cola mes (Barcos) <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>Barcos Atendidos por mes (Barcos/mes) <input type="button" value="Calc"/> mid</p> <p>CDF Tiempo de espera (horas/barco) <input type="button" value="Calc"/> mid</p>	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 6-10 Estructura del Modelo Proyección Demanda-Atención Portuaria V Región



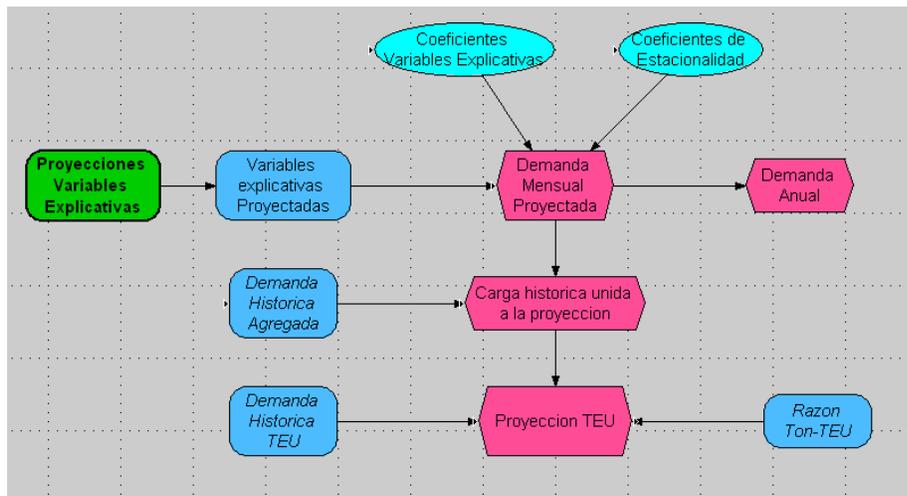
Fuente: Elaboración Propia

A continuación se detalla el funcionamiento de cada uno de los Módulos mostrados en la Figura 6-10.

6.2.1 Módulo de Proyección de Demanda

Una vez que se han seleccionado los modelos econométricos a utilizar para realizar las proyecciones de demanda (ver Sección 5.1), se debe construir el modelo de demanda. La estructura de este modelo se resume en la Figura 6-11. Básicamente, se deben realizar o contar con todas las proyecciones de las variables explicativas, los coeficientes de las variables explicativas (determinadas por medio de los modelos econométricos), para luego ser operadas según las estructura del modelo específico (lineal o multiplicativo).

Figura 6-11 Conceptualización del Modelo de Demanda



Fuente: Elaboración Propia

Este estudio generó un modelo de demanda portuaria para la V región que distingue 2 tipos de demanda. En primer lugar se determinó la demanda total en toneladas, diferenciando la parte transportada en contenedores de la fraccionada (excluyendo de este análisis la carga en granel, tal como se mencionó anteriormente). Para la desagregación de la demanda de carga contenedorizada y fraccionada se utilizó la proyección de la tendencia histórica de esta razón estableciendo un límite de 90% de participación de contenedores, tal como se explica en la Sección 4.4.

En segundo lugar, se determinó la demanda por TEUs, para la parte transportada en contenedores utilizando la razón Ton/TEU explicada en la Sección 4.5.

La carga de tipo granel se incluyó como línea base manteniendo el tonelaje reportado por el puerto de San Antonio para el año 2010.

6.2.1.1 Información sobre los parámetros utilizados

El modelo tiene parámetros que definen el alcance del modelo, definidos por decisiones tomadas por el consultor en base a la información disponible y a acuerdos con la contraparte contraparte técnica. En la

Tabla 6-1, se detallan estos parámetros.

Tabla 6-1 Detalle de parámetros asociados al alcance del modelo

Parámetro	Valor	Justificación
Año base	2010	Último año con información histórica completa.
Año Inicio modelación	2011	Año siguiente al año base
Año fin modelación	2020	Definido por la contraparte técnica
Datos al año base (2010)	Varios	Se revisaron fuentes oficiales y se tomaron sus estadísticas o proyecciones de los valores de PIB, Población y Producción de Cobre.

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado hay parámetros que construyen los escenarios del modelo, el consultor en conjunto con las contrapartes definió 3 escenarios de crecimiento y asociados a estos se propuso valores para los parámetros dependientes de estos escenarios.

Tabla 6-2 Valores de los parámetros de los escenarios de crecimientos

Parámetro/Escenario	Crecimiento			Justificación
	Bajo	Medio	Alto	
Tasa crecimiento del PIB	2%	3%	4%	Discusión entre las partes
Tasa crecimiento de la Población	0,5%	1%	1,5%	Escenario medio en base a Proyecciones de (CEPAL & INE 2005)

Fuente: Elaboración Propia

6.2.2 Módulo de Comparación Proyecciones de Demanda y Capacidad

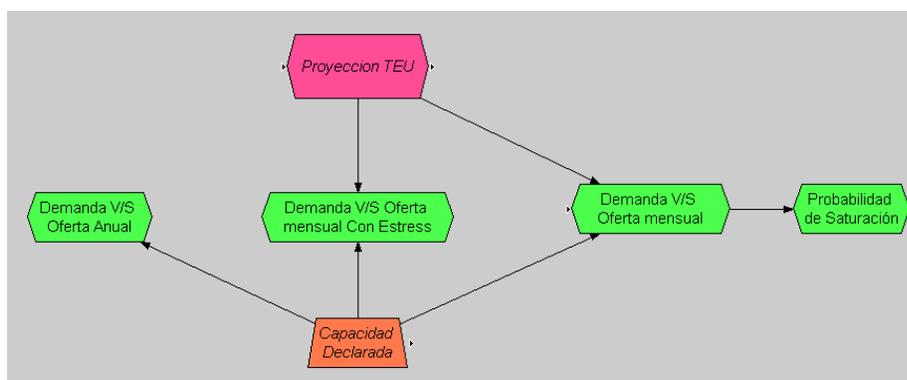
Antes de desarrollar un modelo de atención portuaria, propiamente tal (ver metodología en Sección 5.2), interesa tener una idea aproximada de que tan bien esta dimensionada la Capacidad en relación a las perspectivas de demanda. Para realizar esta labor, en primer lugar, se le solicitó a la contraparte que consolidara la información de proyectos de ampliación de la capacidad portuaria elaborados por los puertos (ver Sección 4.2). En segundo lugar se elaboró un Modulo dentro del Modelo desarrollado, donde se contrasta esta información con los escenarios de Demanda desarrollados en la Sección 5.

En este módulo se realiza el ejercicio de comparar los escenarios de proyección de demanda generados por el modelo (ver descripción del modulo de demanda en la Sección 6.2.1), junto a escenarios de capacidad construidos en base a la información de la Sección 4.2.

En concreto, en la Figura 6-12 se presenta el modulo desarrollado, donde se puede ver

que a partir del resultado del modelo de Demanda (Proyección TEU) y a la Capacidad Portuaria (Capacidad Declarada), se construyen 4 Resultados distintos. El primero compara la Capacidad del sistema y la demanda a nivel anual, mientras que los dos siguientes realizan la comparación con un foco mensual, difiriendo en que uno presenta el escenario de capacidad anual de la Figura 4-17 repartido homogéneamente a nivel mensual, mientras que el otro le asigna una capacidad adicional de 23%, asumiendo que el máximo mensual corresponde a un escenario de estrés. Por último, se determina cual es la probabilidad de Saturación (que la Demanda sea Mayor a la Capacidad).

Figura 6-12 Modulo Comparación Demanda-Capacidad

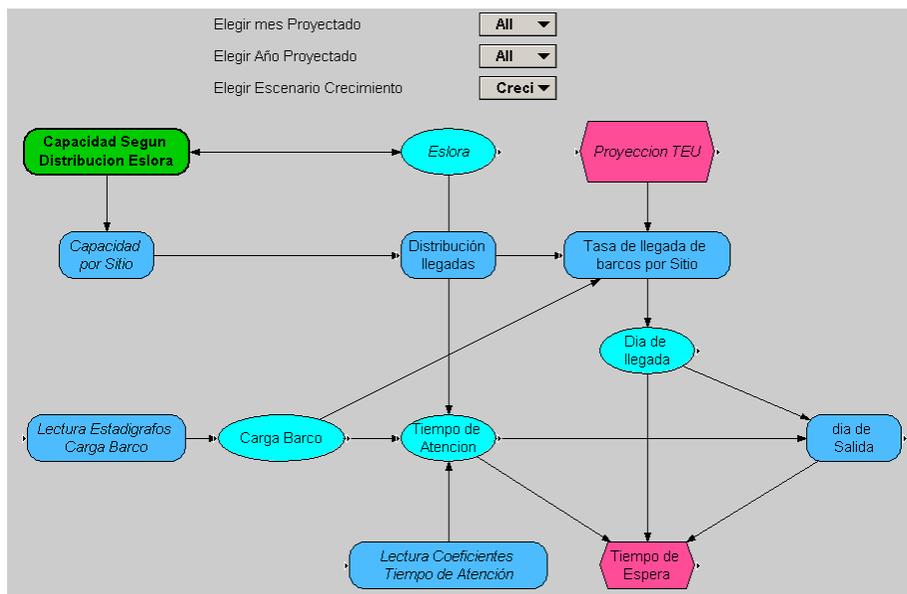


Fuente: Elaboración propia

6.2.3 Modulo de Atención Portuaria

En la Figura 6-13, se puede ver en detalle el modulo de atención que tiene como objetivo principal determinar los tiempos de espera de cada barco que entra al sistema. Para ello, se utiliza el Módulo Capacidad según Distribución de Eslora, en donde en específico se utilizan 2 de sus nodos; Eslora (probabilístico) y Capacidad por sitio.

Figura 6-13 Diagrama del Modulo de Atención Generado



Fuente: Elaboración Propia

El nodo “Eslora” afecta el “Tiempo de Atención”, mientras que “Capacidad por Sitio” determina la “Distribución llegadas”, que a su vez reparte la demanda representada por “Proyección TEU”, para cada sitio (se optó por distribuir la tasa de llegadas en proporción a la capacidad de cada sitio¹¹) obteniendo finalmente “Tasa de llegada de barcos por Sitio”. Aplicando una distribución exponencial a la tasa de llegada se obtiene “Día de Llegada” (probabilístico).

Para determinar el “Tiempo de Atención” (probabilístico) se utilizan los nodos “Eslora” y “Carga Barco” y se asignan los coeficientes de regresión de cada uno de los terminales (ver Sección 5.2.3).

Una vez determinado el tiempo de atención y utilizando el día de llegada, se obtiene el día de salida. Por último utilizando el Día de Llegada, Día de Salida y el Tiempo de Atención se calcula el tiempo de espera de cada barco (tiempo en cola).

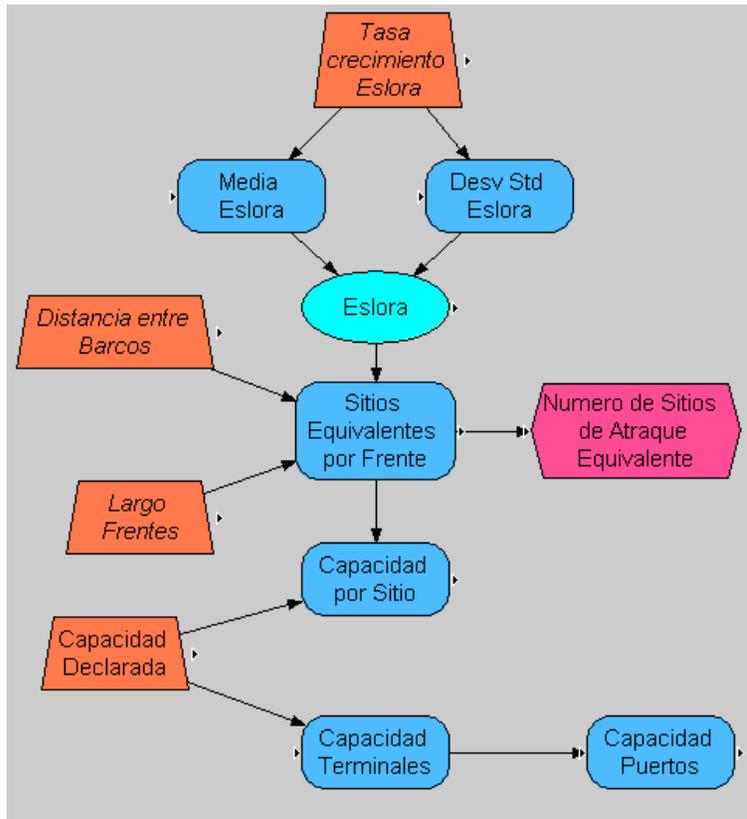
¹¹ Este es un supuesto y en la realidad la distribución puede ser muy diferente, por esto el modelo puede ser impreciso al explicar lo que ocurre en un terminal o frente específico entregando mejores resultados al mirar al sistema portuario de la V Región como un todo.

En la Figura 6-14 se puede ver el modulo de Capacidad según Distribución de eslora. Se aprecia que en base a la tasa de crecimiento eslora (constante), se proyecta, para todo el horizonte de análisis, la Media de la eslora y la Deviación estándar de esta en base a los datos históricos del año 2010 (ver Sección 4.6 para mayor detalle). En base a estas variables, se construye el nodo eslora (probabilística), que representa la distribución del largo de eslora de cada barco que llega (se consideran 50 llegadas por sitio equivalente y mes mientras que para cada llegada, se simularon 100 vidas del sistema).

En base a los valores de eslora obtenidos, y a los parámetros definidos (distancia entre barcos y largo de frentes), se obtiene la cantidad de sitios equivalentes por frente proyectados (que tiene su intervalo de confianza, dado por 100 vidas del sistema). Con los sitios equivalentes por frente, se calcula el Número de Sitios de Atrache Equivalente (ver detalle en Sección 5.2.2).

Por otro lado, en base a la proyección de capacidad declarada por frente (ver sección 4.2), se determina la capacidad por sitio (en función de los sitios equivalentes por frente), terminal y puerto.

Figura 6-14 Capacidad según Distribución de Eslora

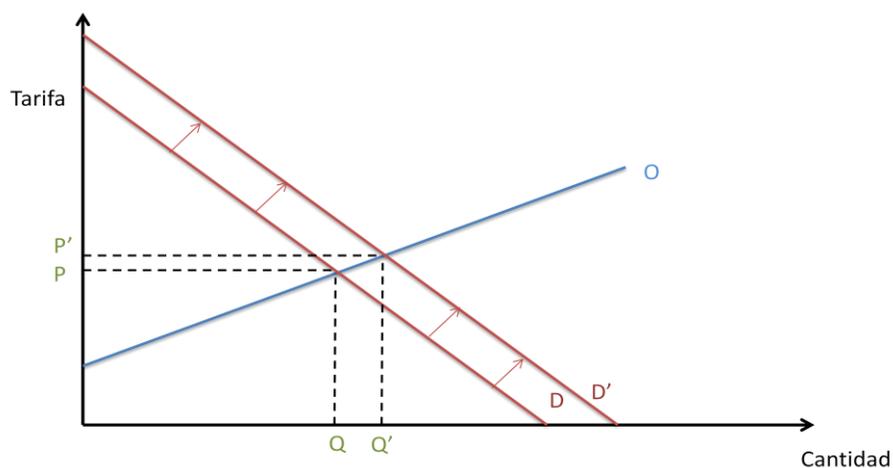


Fuente: Elaboración Propia

7. Efecto de la Saturación Portuaria en las Tarifas

Resulta presumible que al haber un aumento en la demanda, esto pueda conllevar un incremento en las tarifas que cobran los puertos. Esto se debe a que en economía, tanto la tarifa como la cantidad producida de un producto están dadas por el equilibrio entre oferta y demanda. En la Figura 7-1, se puede ver el clásico ejemplo de equilibrio Oferta-Demanda, antes y después de un aumento en la curva de Demanda, donde O es la curva de oferta dada por los Costos Marginales y D es la curva de Demanda, dada por las utilidades marginales. El punto de intersección entre ambas curvas, representa el equilibrio e indica la cantidad a producirse (Q) y la tarifa (P). Pero ¿Qué ocurre si la demanda aumenta?, en este caso la nueva curva de Demanda D', encontrará un nuevo equilibrio, que definirá una nueva cantidad (Q') y una nueva tarifa (P').

Figura 7-1 Ejemplo 1 de variación en el equilibrio Oferta-Demanda por aumento de la demanda



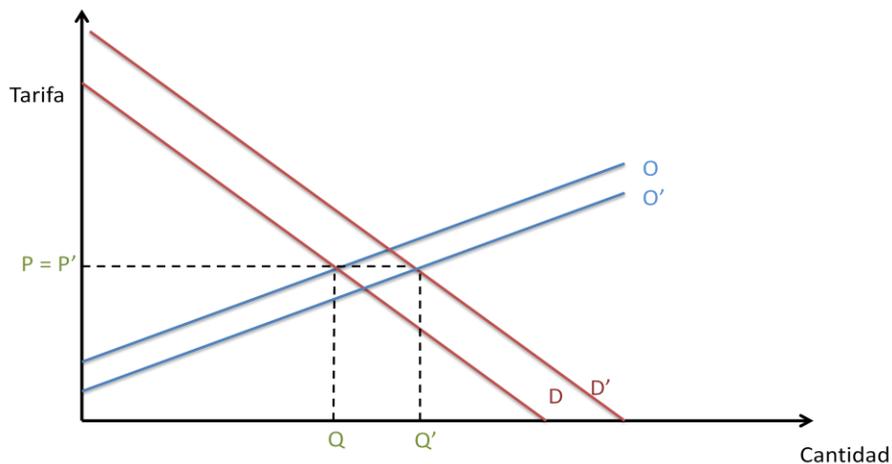
Fuente: Elaboración propia

Este es un caso simplificado, que haría presumible que un aumento en la demanda, siempre conlleva un incremento en las tarifas y en la cantidad producida.

Sin embargo, esto último no siempre ocurre así, dado que tanto oferta como demanda son dinámicos en el tiempo y por ejemplo, comúnmente se da que Oferta y Demanda aumenten conjuntamente. Cuando el mercado espera que aumente la demanda por un bien, esto hace más atractivo ser productor, por lo que es normal que aumenten los competidores o que los actores existentes hagan aumentos de capacidad. En estos casos, el nuevo precio (P') puede ser tanto mayor como menor a P. En la Figura 7-2, se aprecia un ejemplo de estos, donde solo se genera un incremento en la cantidad y la tarifa se

mantiene constante.

Figura 7-2 Ejemplo 2 de variación en el equilibrio Oferta-Demanda por aumento de la demanda



Fuente: Elaboración propia

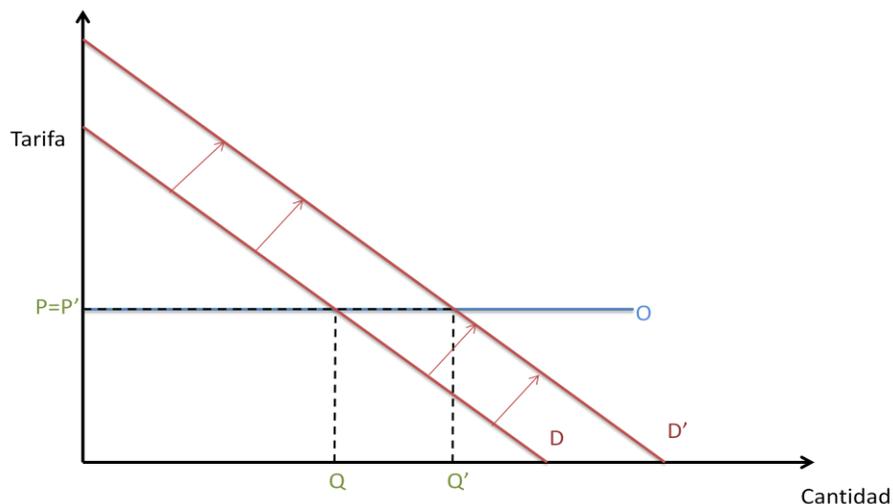
Es por esto que resulta relevante tener información adecuada sobre las proyecciones de Demanda como de Oferta y no analizar los elementos independientemente, para poder generar proyecciones adecuadas de las tarifa. Además resulta relevante la definición del horizonte temporal del análisis, porque los equilibrios difieren a corto, mediano y largo plazo.

Para los objetivos de este estudio, resulta relevante analizar el efecto a mediano y largo plazo.

En primer lugar si analizamos la oferta a mediano plazo (horizonte mensual), esta se puede asumir como inelástica a los precios, considerando que nos limitamos a analizar los costos de transferencia, además la curva de costos marginales no debiera cambiar de mes a mes. Esto se debe a que una vez que una grúa inicia la transferencia de contenedores de un barco, el costo marginal de movilizar la primera unidad es equivalente a la final. Esto hace que la tarifa no dependa de la demanda, como se muestra en la Figura 7-3.

Comment [a1]: Este "además" no lo entiendo.

Figura 7-3 Equilibrio a mediano entre Oferta y Demanda



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, si analizamos la oferta a largo plazo (horizonte anual) la situación es similar con respecto a la inelasticidad de oferta. Pero a este nivel si es presumible que cambie la curva de costos marginales, explicado por el probable cambio de múltiples factores, entre ellos: Aumento de la cantidad de contenedores por barco (Disminución de los costos), aumento del costo de la mano de obra (Aumento de los costos), Tecnologías más eficientes de transferencia (disminución de los costos), aumento del costo de los combustibles (aumento de los costos), etc. Como se puede apreciar, cada uno de estos efectos resulta bastante difícil de estimar y la variación conjunta de todos estos elementos, en base a la información disponible resulta imposible. Pero dado que los efectos más relevantes tienen direcciones opuestas, es presumible que los costos marginales no tengan una variación muy relevante en el futuro, por lo que las tarifas de transferencias debieran mantenerse, prácticamente, constantes en el largo plazo.

Es importante resaltar que existen otros costos en el rubro del transporte de carga marítimo que si podrían aumentar debido a la mayor saturación del sistema, como lo son las tarifas de las navieras o las de almacenamiento de carga, pero estas estimaciones quedan fuera del alcance del estudio.

8. Resultados

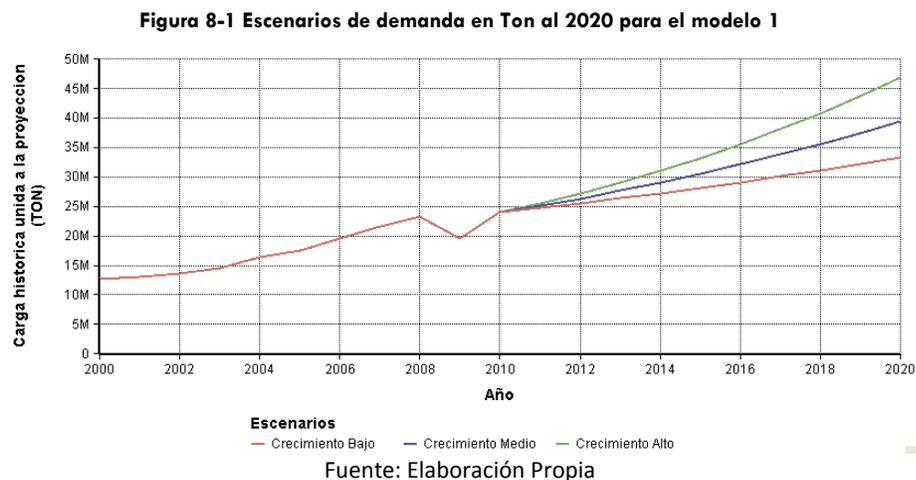
Los resultados del modelo de demanda permiten apreciar distintos niveles de resultados, a continuación se presentan los resultados más interesantes.

8.1 Proyecciones de demanda anual al 2020

En esta sección se presentan las evoluciones anuales de la demanda tanto en toneladas como en TEU, hasta el año 2020. Comparando los resultados de los distintos modelos, escenarios y la incertidumbre de las proyecciones.

8.1.1 Proyecciones de demanda anual agregada en toneladas

Podemos ver en la Figura 8-1 los resultados del modelo 1 (explicado por el PIB). Existe una fuerte variación en la demanda proyectada al 2020 para los distintos escenarios. Teniendo al 2020 valores que fluctúan entre 33,3Mton (Escenario Bajo) y 46,9Mton (Escenario Alto), con un valor esperado de 39.5Mton (Escenario Medio). Esto se debe a las diferencias en los valores del parámetro tasa crecimiento del PIB elegidos.



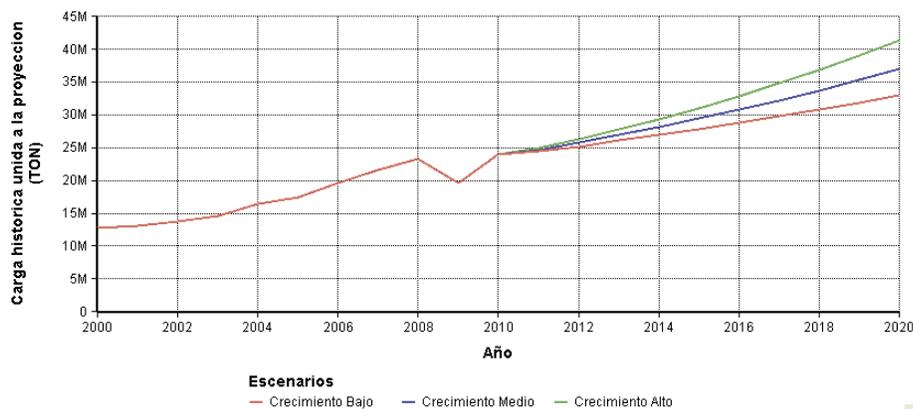
Estos últimos resultados incluyen graneles como línea base (valores constantes a los reportados para el año 2010). Si se excluye esta línea base, el valor esperado de tonelaje al 2020 corresponde a 35,1Mton.

Podemos ver en la Figura 8-2 los resultados del modelo 2 (explicado por el Ingreso per cápita), donde se obtuvieron resultados prácticamente equivalentes a los obtenidos con el modelo 1. Para el año 2020, los valores que fluctúan entre 33,0Mton (Escenario Bajo) y

41,3Mton (Escenario Alto), con un valor esperado de 36,9Mton (Escenario Medio).

Esto último se debe a las diferencias en los valores del parámetro tasa crecimiento del PIB elegidos y a pequeñas variaciones del parámetro tasa de crecimiento de la población. Lo que termina emulando la situación del modelo 1.

Figura 8-2 Escenarios de demanda en Ton al 2020 para el modelo 2



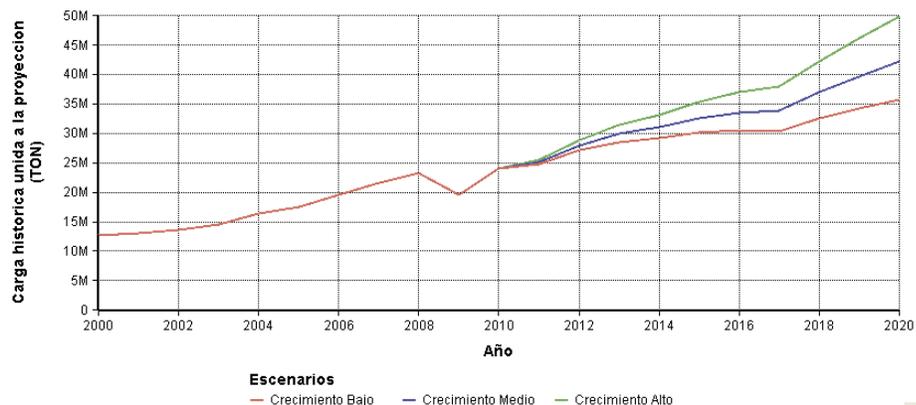
Fuente: Elaboración Propia

Si eliminamos la carga a granel, el resultado esperado (escenario de crecimiento medio) para el año 2020 se sitúa en 32,5Mton.

Por último, los resultados en los resultados del modelo 3 (explicado por el PIB y la Producción de Cobre que utiliza los puertos de la V Región), ocurre una situación consistente con los otros modelos, debido a la influencia del PIB. Al año 2020, los valores fluctúan entre 35,7Mton (Escenario Bajo) y 49,7Mton (Escenario Alto), con un valor esperado de 42,1Mton (Escenario Medio).

Cabe resaltar que los resultados son mayores en comparación a los modelos anteriores y que la curva se acentúa hacia el final del periodo (año 2017). Esto se debe a las proyecciones de producción de cobre que utilizan los puertos de la V Región como puerto de exportación. La proyección de esta variable es una estimación más afinada según los proyectos de inversión de las mineras lo que hace notar dicho efecto en el modelo presentado.

Figura 8-3 Escenarios de demanda en Ton al 2020 para el modelo 3



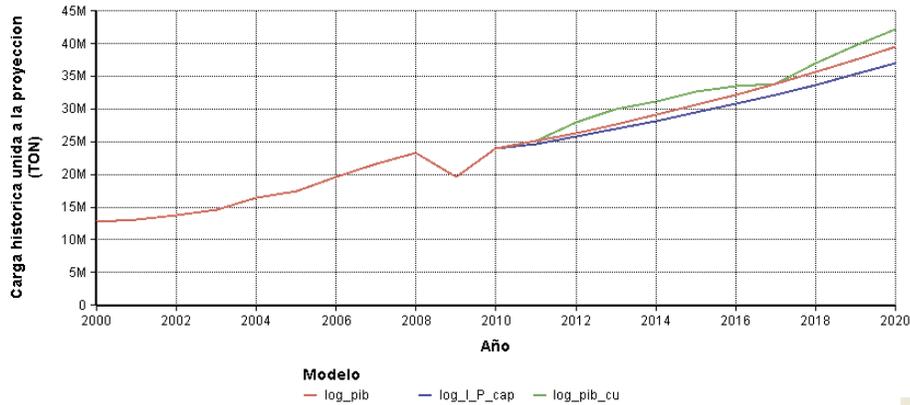
Fuente: Elaboración Propia

Si se eliminan los graneles de esta proyección al año 2020, el valor esperado de demanda de carga (contenedorizada y fraccionada) se sitúa en 37,7Mton.

Como se aprecia en los resultados, el modelo 2, el cual proyectó a través del ingreso per cápita es el modelo que presenta menor incertidumbre con respecto a los escenarios utilizados. Esto último se debe a que la desviación estándar del intercepto es menor. Esto último hace recomendable utilizar este modelo desde el punto de vista del consultor.

En la Figura 8-4 se confrontan los 3 modelos para el escenario de crecimiento medio. Como se puede apreciar, las curvas no presentan gran diferencia siendo el modelo 2 (Ingreso per Cápita), el más conservador.

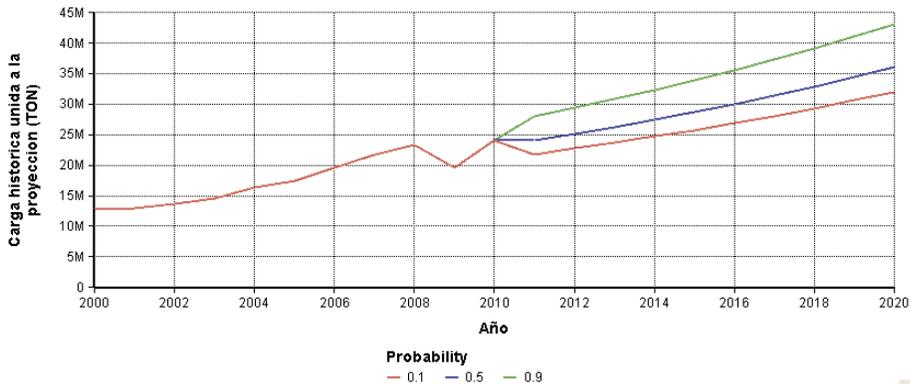
Figura 8-4 Comparación de las proyecciones de los 3 modelos de demanda en Ton



Fuente: Elaboración Propia

Por último, si analizamos la incertidumbre de nuestras proyecciones, podemos tomar el escenario de crecimiento medio del modelo 2 y ver las bandas de probabilidad para el 80% de los casos (entre el percentil 10 y el percentil 90)¹². En la Figura 8-5, podemos ver así que al 2020 el rango de la demanda esperada debiera estar entre 31.1Mton y 44.5Mton, con una mediana de 36.5Mton, rango bastante más ajustado que lo generado por los escenarios de crecimiento.

Figura 8-5 Bandas de probabilidad del escenario medio de crecimiento en Ton



Fuente: Elaboración Propia

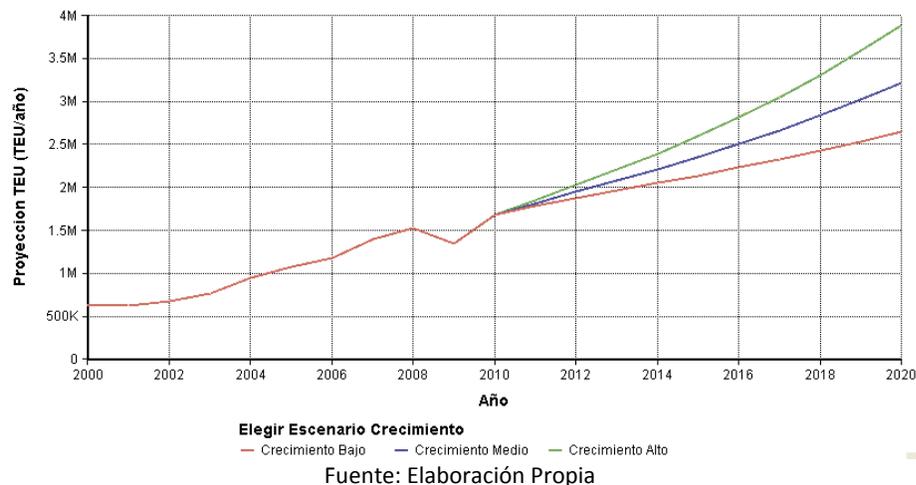
¹² Si se desea, la contraparte puede obtener estos resultados para distintos intervalos de confianza, obteniéndolos directamente desde el modelo.

8.1.2 Proyecciones de demanda anual en TEUs

La demanda anual proyectada en TEUs considera exclusivamente la parte transportada en contenedores. Como podemos ver en la Figura 8-6, donde se proyecta la demanda en TEUs al 2020, para los distintos escenarios del modelo 1 podemos apreciar que existe la misma variabilidad obtenida para las proyecciones en toneladas (lo que es esperable).

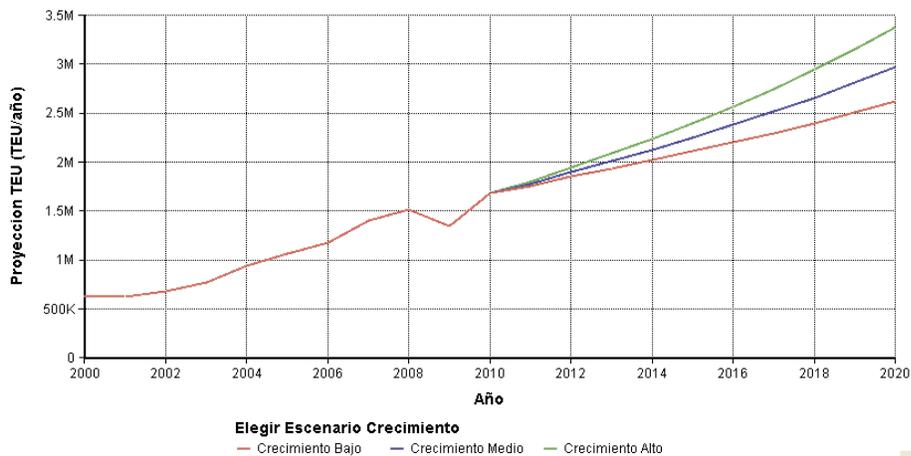
En este caso tenemos que la demanda al 2020 tiene valores entre 2.6MTEUs (Escenario Bajo) y 3.9MTEUs (Escenario Alto), con un valor esperado de 3.2MTEUs.

Figura 8-6 Crecimiento de la demanda en TEUs al 2020 del modelo 1



Para el modelo 2, como se presenta en la Figura 8-7, la demanda al 2020 tiene valores entre 2.6MTEUs (Escenario Bajo) y 3.4MTEUs (Escenario Alto), con un valor esperado de 3.4MTEUs.

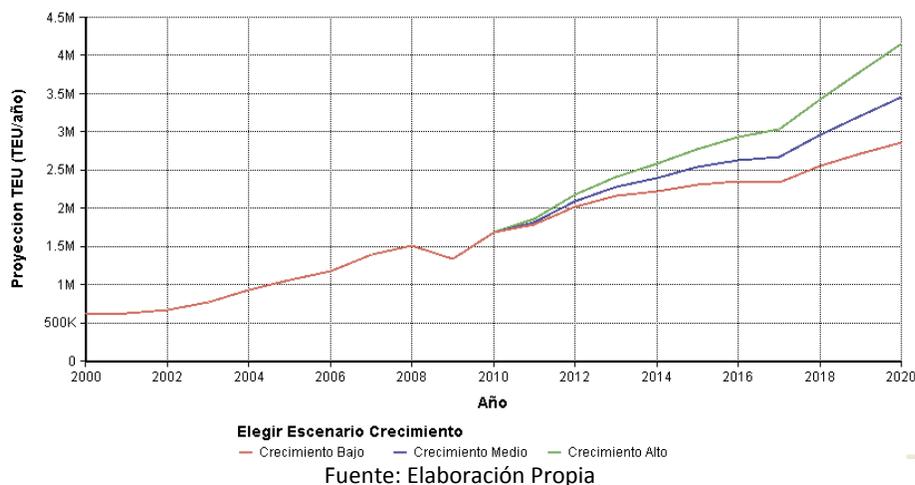
Figura 8-7 Crecimiento de la demanda en TEUs al 2020 del modelo 2



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, para el modelo 3, se puede apreciar en la Figura 8-8 que la demanda al 2020 tiene valores entre 2.9MTEUs (Escenario Bajo) y 4,1MTEUs (Escenario Alto), con un valor esperado de 3,5MTEUs.

Figura 8-8 Crecimiento de la demanda en TEUs al 2020 del modelo 3



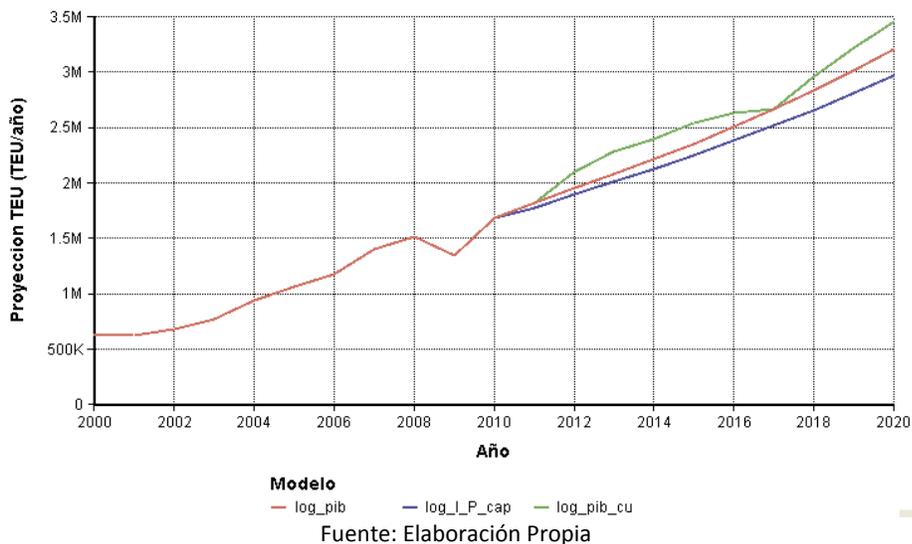
Fuente: Elaboración Propia

Al comparar los resultados de los 3 modelos en TEUs, como se puede ver en la Figura 8-9, obtenemos una curva consistente con la obtenida en la sección anterior, donde tenemos resultados muy cercanos para todos los modelos en el escenario de crecimiento medio;

modelo 1 (3.2MTEUs), modelo 2 (3.0MTEUs) y modelo 3 (3.5MTEUs).

Finalmente, parece bastante razonable presumir que el valor esperado de demanda al 2020, este entorno a los 3MTEUs y que considerando la menor variabilidad según escenario de crecimiento y a que es el modelo más conservador, el modelo 2, sea el más recomendable.

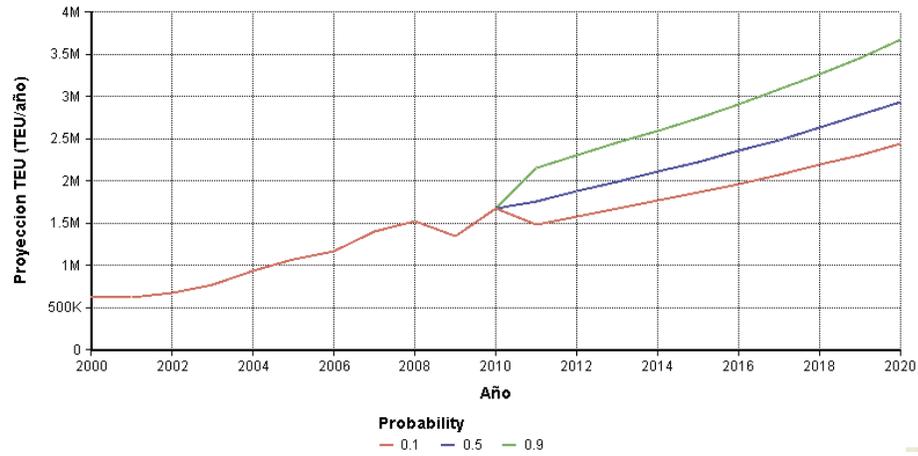
Figura 8-9 Comparación de las proyecciones de los 3 modelos de demanda en TEUs



Por último, si analizamos la incertidumbre de nuestras proyecciones, podemos tomar el escenario de crecimiento medio del modelo 2 y ver las bandas de probabilidad para el 80% de los casos (entre el percentil 10 y el percentil 90)¹³. En la Figura 8-10, podemos ver así que al 2020 el rango de la demanda esperada debiera estar entre 2.4MTEUs y 3,7MTEUs, con una mediana de 2.9MTEUs.

¹³ Si se desea, la contraparte puede obtener estos resultados para distintos intervalos de confianza, obteniéndolos directamente desde el modelo.

Figura 8-10 Bandas de probabilidad del escenario medio de crecimiento en TEUs

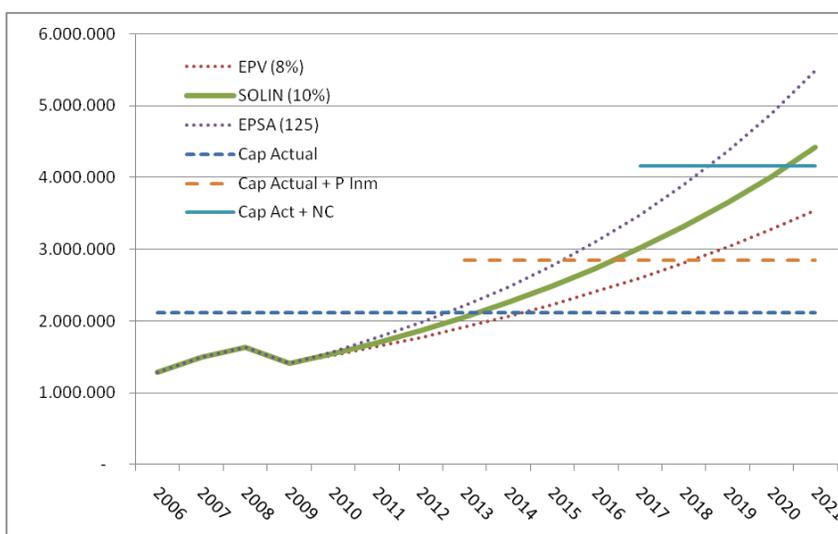


Fuente: Elaboración Propia

8.1.2.1 Comparación de los resultados con antecedentes anteriores

El principal antecedente de modelo de proyección de demanda portuaria para la V región fue realizado por SEP (2010). En este documento se resumen proyecciones de distintas fuentes. En la Figura 8-11, se pueden ver que los escenarios difieren mucho, dado que las tasas de crecimientos de la demanda varían fuertemente¹⁴, esta variabilidad de un único parámetro genera diferencias gigantescas cuando se proyecta a 10 años.

Figura 8-11 Escenarios de Crecimiento de la demanda de otras fuentes



Fuente: (SEP 2010).

Al contrastar los resultados de antecedentes anteriores con el presente modelo se puede apreciar que la tasa de crecimiento para la demanda en TEU en el periodo proyectado (2011-2020) crece a un 6.5%, lo que es algo menor a lo proyectado por EPV (Figura 8-11). De esto se puede concluir, que el modelo actual se encuentra dentro de los rangos de magnitud de los estudios anteriores, pero ubicado en la zona más conservadora. Este promedio de crecimiento depende fuertemente de los escenarios de PIB utilizados (para el escenario medio de crecimiento, el presente modelo de demanda utiliza una tasa de crecimiento del PIB de 3%).

El modelo actual de demanda portuaria de la V región (anterior a este estudio), proyecta que al 2020 se requerirán 4,5MTEU v/s los 3,2MTEU esperados por el consultor utilizando el modelo de proyección 1 (PIB). La importante diferencia yace en que la elasticidad con

¹⁴ Es importante destacar que si bien en el gráfico se comparan escenarios en base a tasas entre un 8% y un 12%, en el documento se mencionan tasas entre 6% y un 15%.

respecto al PIB supuesta por el modelo actual la cual es de 2,24¹⁵, mientras que el consultor determinó que este valor es de solo 1,98 (modelo 1). Adicionalmente el modelo actual asume un crecimiento promedio del PIB de un 5,3% v/s el 3% del escenario medio considerado por el consultor. Si bien cada modelo tiene sus fortalezas, el consultor recomienda controlar la variabilidad de los resultados y la incertidumbre asociados a estos, cosa que el nuevo modelo propuesto contiene como claras ventajas por sobre el modelo actual.

¹⁵ 2,24 para el 2011-2013, luego solo 2.



8.2 Estacionalidad de la demanda

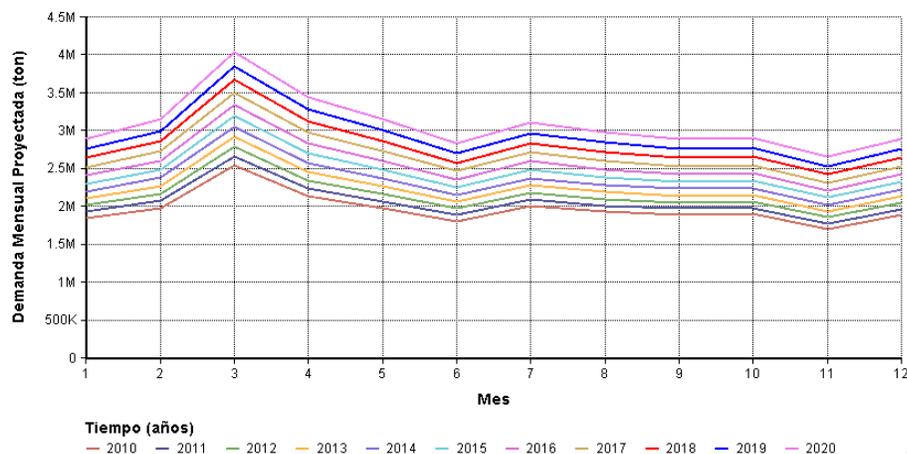
Otro elemento que considera la plataforma de modelación desarrollada, es la estacionalidad de la demanda. El modelo considera las fluctuaciones en la demanda que se generan mes a mes y trimestre a trimestre, siendo presentados a continuación solo los resultados de los modelos con estacionalidad mensual.

Representar la estacionalidad mensual resulta fuertemente relevante dado que hay meses con fuertes picos y considerar una demanda plana, puede llevar a sub-dimensionar el tamaño de los puertos.

8.2.1 Estacionalidad de la demanda en Ton

En la Figura 8-12, se muestra como la estacionalidad de la demanda tiene una estructura constante para todos los años de un mismo modelo. Esto se muestra como ejemplo para el modelo 2, pero es consistente para todos estos, acorde a la estructura del modelo utilizado.

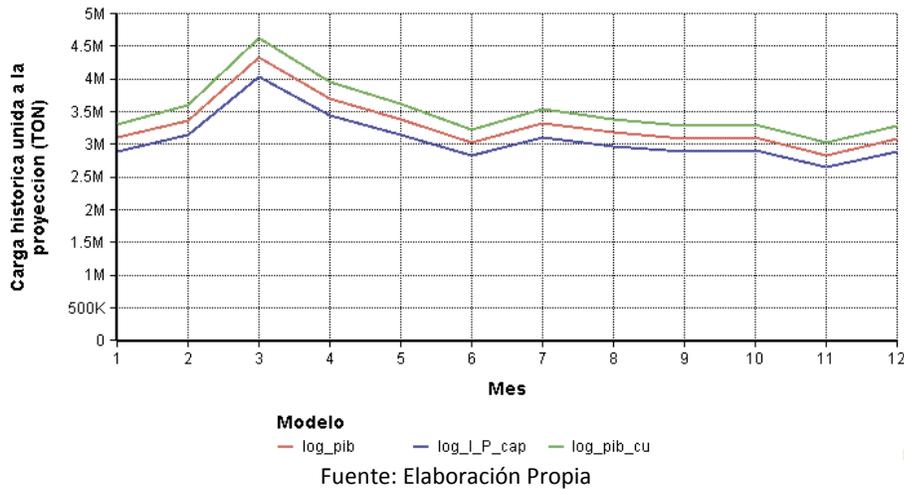
Figura 8-12 Estacionalidad de la demanda en Ton para el modelo 2 para todos los años – Escenario de Crecimiento medio



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 8-13, se puede apreciar que a su vez la estacionalidad inter-modelos, para un año específico, tienen una forma equivalente. Esto no debía ocurrir necesariamente y nos confirma que la forma de la demanda modelada es la adecuada. De los resultados analizados se sabe que el pico de demanda ocurre hacia marzo y es aproximadamente un 31% más alto de la media anual.

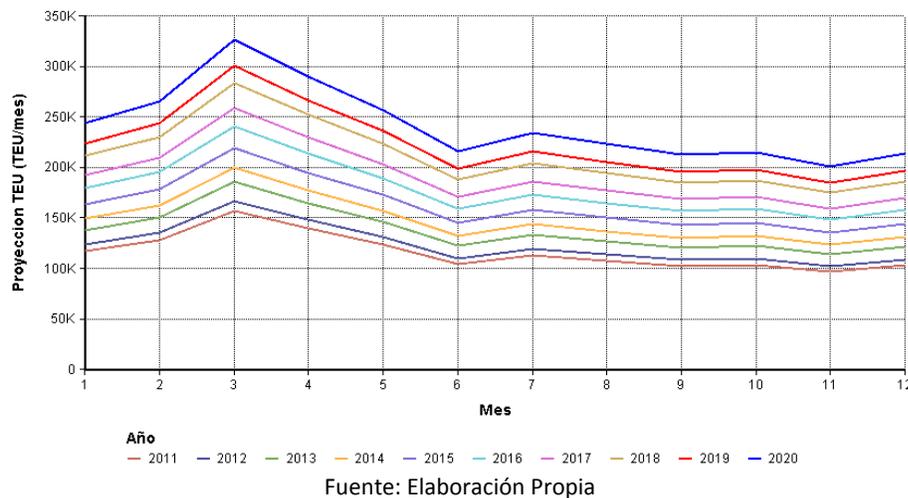
Figura 8-13 Estacionalidad de la demanda en Ton al año 2020 para los modelos desarrollados



8.2.2 Estacionalidad de la demanda en TEU

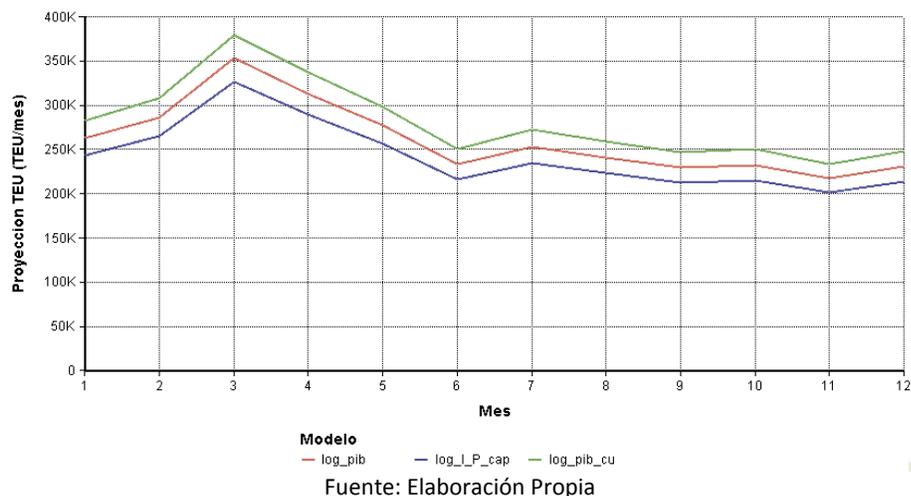
En la Figura 8-14, se muestra como la estacionalidad de la demanda para el modelo 2 tiene una estructura constante, consistente con lo ocurrido para las toneladas.

Figura 8-14 Estacionalidad de la demanda en TEU para el modelo 2 para todos los años – Escenario de crecimiento medio



En la Figura 8-15, se puede apreciar que a su vez la estacionalidad inter-modelos, para un año específico, tienen una forma equivalente. Lo que ocurre de igual forma en relación a la demanda en Ton. Para este caso el pico de demanda ocurre también hacia marzo y es aproximadamente un 35% más alto de la media anual, la variación en relación al modelo en ton, se debe al efecto producido por la razón ton/TEU, que también tiene su máximo en marzo.

Figura 8-15 Estacionalidad de la demanda en TEU al año 2020 para los modelos desarrollados

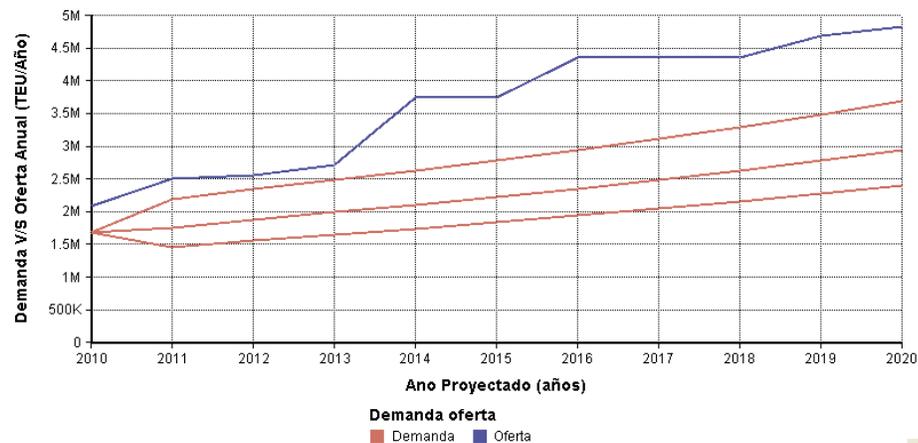


8.3 Proyección de Demanda v/s Capacidad de Atención

Los análisis que vienen a continuación contrastan las proyecciones de demanda y la proyección de capacidad de atención que fue definida en la Sección 4.2. Todos los análisis corresponden a utilizar el Modelo 2 (Ingreso per Cápita) en un escenario medio de crecimiento.

La Figura 8-16 muestra las proyecciones anuales de demanda y capacidad en donde la demanda está representada por tres bandas de probabilidad representando el 80% de los casos (percentil 90, percentil 50 y percentil 10). Como se puede apreciar, a nivel anual, la demanda no supera la capacidad de atención en ninguno de los años de proyección para el 80% de los casos.

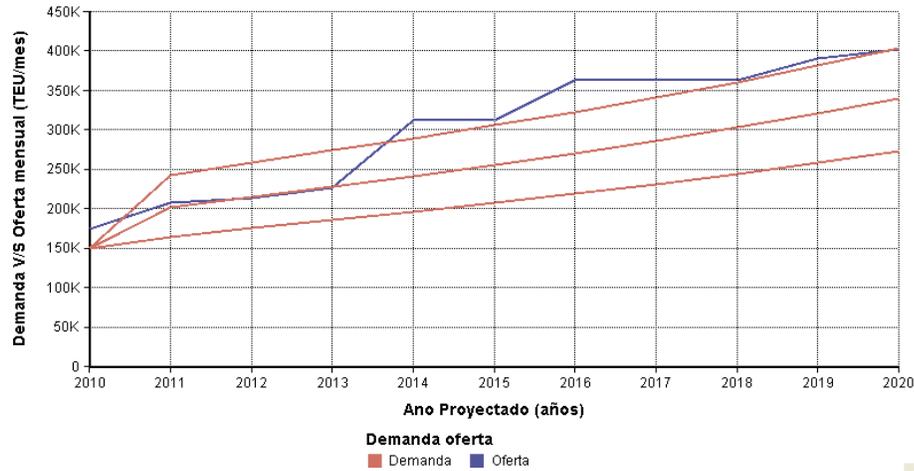
Figura 8-16 Demanda Anual (Bandas de probabilidad del 80% de los casos) v/s Capacidad de Atención anual para el Sistema Portuario de la V Región



Fuente: Elaboración propia

A pesar de que a nivel anual la demanda no supera la capacidad de atención del sistema portuario, resulta interesante ver este mismo análisis a nivel mensual. La Figura 8-17 muestra la proyección de demanda para el mes de marzo en el periodo de evaluación. Se puede apreciar en este caso, que el percentil 50 de la proyección de demanda, para los años 2011-2013 se encuentra en el límite de sobrepasar la capacidad de atención, tendencia que no se mantiene en el tiempo producto del aumento de capacidad que se proyecta para el 2014. Ahora si observamos la banda de probabilidades que representa el percentil 90 de la proyección de demanda, esta sí supera la capacidad de atención del puerto para el mes de marzo.

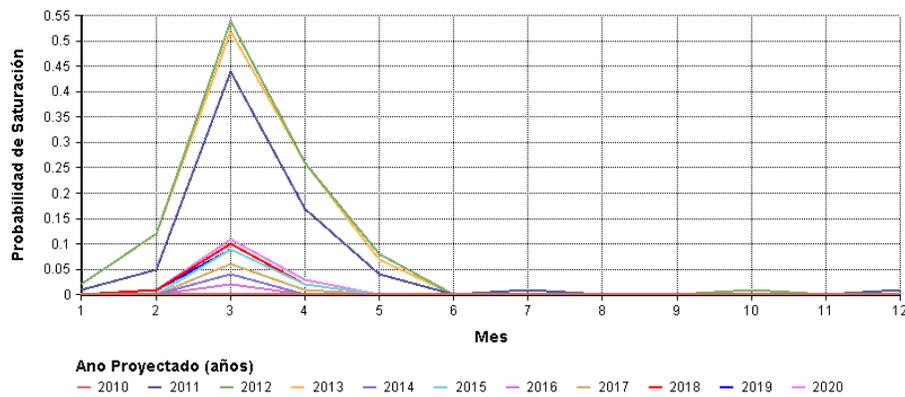
Figura 8-17 Demanda Marzo (Bandas de probabilidad del 80% de los casos) v/s Capacidad de Atención para el Sistema Portuario de la V Región



Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura muestra la probabilidad de saturación (probabilidad de que la demanda sea mayor a la capacidad) del sistema portuario según mes para todos los años de análisis. Como se aprecia, Marzo corresponde al mes que posee una mayor probabilidad de saturación siendo los años 2011-2013 los que superan el 40% de probabilidad. Luego de la ampliación de capacidad del sistema portuario proyectada para el 2014 esta situación se resuelve considerablemente. Para todos los otros meses y años, la probabilidad de saturación es cercana al 10%.

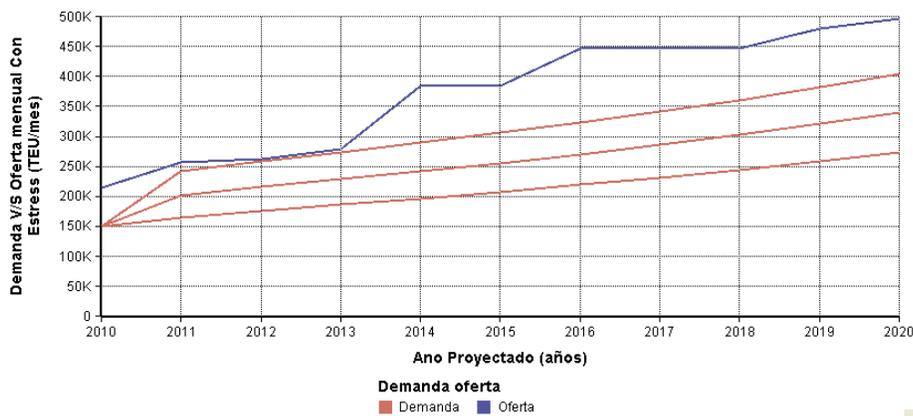
Figura 8-18 Probabilidad de Saturación del Sistema Portuario de la V Región



Fuente: Elaboración propia

Tal como se comentó en la Sección 4.2, la evidencia dice que en situaciones de estrés es posible atender a los barcos a una velocidad mayor de carga/descarga. Considerando que es posible atender un 25% más rápido en los meses de estrés, la Figura 8-19 muestra cómo se comporta la demanda y sus percentiles el mes de marzo para los años de análisis mientras que la Figura 8-20 muestra la probabilidad de saturación considerando que la velocidad de atención es un 25% mayor.

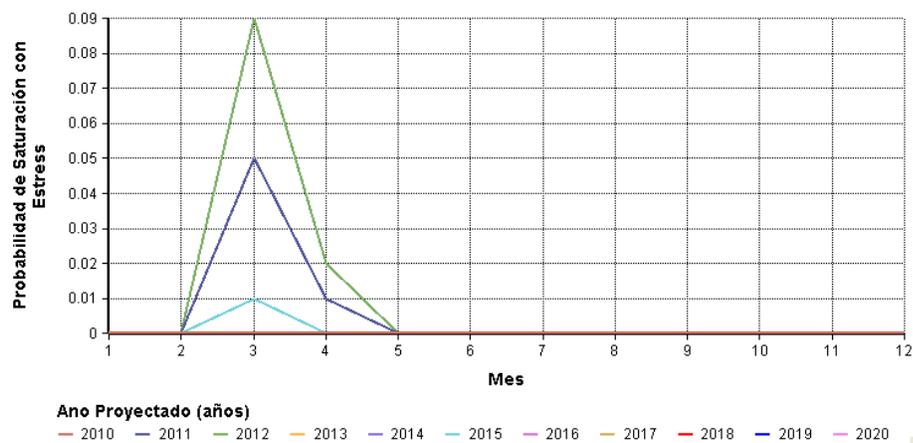
Figura 8-19 Demanda Marzo (Bandas de probabilidad del 80% de los casos) v/s Capacidad de Atención situación de Estrés para el Sistema Portuario de la V Región



Fuente: Elaboración propia

Considerando la capacidad de atención en situación de estrés, el percentil 50 de la proyección de demanda para el mes de marzo nunca la supera, mientras que el percentil 90, para los años 2011-2013 queda muy cercano al límite de superación.

Figura 8-20 Probabilidad de Saturación del Sistema Portuario de la V Región – Capacidad de Atención con situación de Estrés



Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia, considerando la capacidad de atención en situación de estrés, para los años 2012 y 2013, la probabilidad de saturación para el mes de marzo es cercana al 10% la cual es considerablemente mejor que en el caso en que no se considera este factor de estrés (probabilidad de saturación del 50%).

8.4 Indicadores de Desempeño del Modelo de Atención Portuaria

Para el modelo de atención portuaria y el desarrollo de los indicadores de desempeño se consideró como input la demanda proyectada exclusivamente para el modelo 2 (explicado por el ingreso per-cápita), dado que es el recomendado por el consultor. Adicionalmente, los resultados aquí mostrados corresponden al escenario de crecimiento medio de los parámetros (PIB y Población).

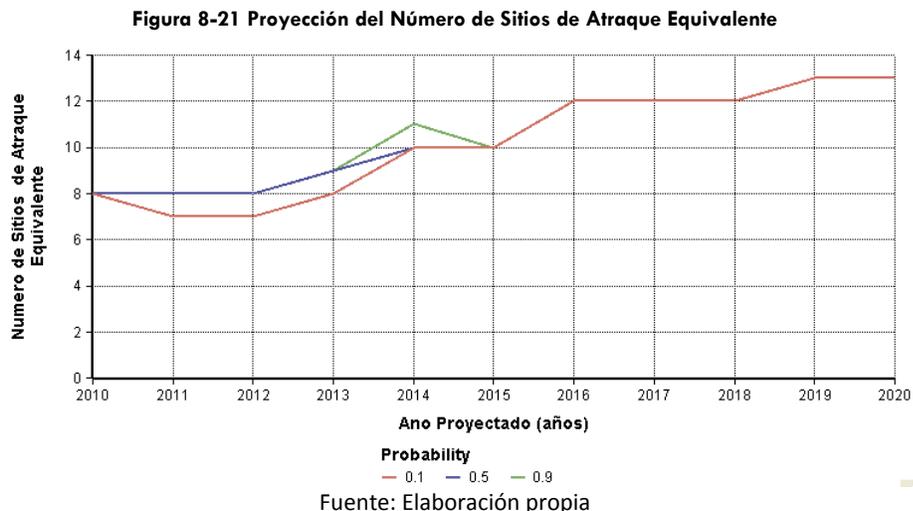
A continuación se revisan una serie de resultados que corresponden a los que el consultor considera de mayor relevancia, en donde, en general, son resultados del sistema portuario de la V Región pudiéndose analizar los resultados por frente para cada uno de los puertos directamente a través del modelo¹⁶. Adicionalmente, en el modelo se pueden encontrar otro tipo de resultados que no son analizados en el presente documento. Los resultados que se presentan a continuación son los siguientes:

¹⁶ Como se comentó anteriormente, debido a la estructura del modelo y específicamente al supuesto de que la tasa de llegada de barcos a cada uno de los sitios es proporcional a la capacidad de cada sitio, los resultados a nivel de sistema portuario en comparación a resultados a nivel de sitios representan de mejor forma el comportamiento de los resultados.

- ✓ Numero de Sitios de Atraque Equivalente 2010 – 2020
- ✓ Tasa de Utilización 2010 – 2020
- ✓ Tiempo de Espera a Nivel Mensual (horas) 2010 – 2020 para los meses de Marzo y Diciembre
- ✓ Tiempo de Espera Promedio (horas/barco) 2010 – 2020 para los meses de Marzo y Diciembre
- ✓ Tiempo de Espera Promedio de los Barcos en Cola (horas/barco) 2010 – 2020 para los meses de Marzo y Diciembre
- ✓ Función de Densidad Acumulada del Tiempo de Espera Promedio (horas/barco) Año 2013 para los meses de Marzo y Diciembre
- ✓ Número de Barcos que hacen cola (barcos) 2010 – 2020 para los meses de Marzo y Diciembre
- ✓ Número de Barcos Atendidos (barcos) 2010 – 2020 para los meses de Marzo y Diciembre

El objetivo de mostrar específicamente resultados del mes de Marzo y de Diciembre es analizar qué es lo que ocurre en el mes que el sistema portuario tiene una mayor demanda, entendiendo que esto último implica valores máximos de tasa de utilización, tiempo de espera y número de barcos atendidos. El mes de Diciembre corresponde a un mes estándar y promedio de comportamiento de la demanda por lo que es un buen mes para compararlo con respecto a lo que ocurre en Marzo.

La Figura 8-21 muestra la proyección del número de sitios de atraque equivalente del sistema portuario de la V región. Como se aprecia, a pesar de que la capacidad de los puertos aumenta a lo largo de los años por las ampliaciones proyectadas, si se analiza el número de frentes de atraque, estos no crecen en la misma tasa. Esto último se debe a que la media de la eslora de los barcos también aumenta, por lo que si es que se mantuviera constante la capacidad a través de los años, el número de sitios equivalentes iría disminuyendo. Por su parte, las bandas de probabilidad no manifiestan mucha diferencia debido a que la desviación estándar de la distribución de eslora no es lo suficientemente grande como para generar saltos desde una cantidad de sitios equivalente a otra.



La siguiente tabla muestra la información de la figura anterior pero subdivido por número de sitios de ataque según cada uno de los puertos. Los valores mostrados corresponden al percentil 50.

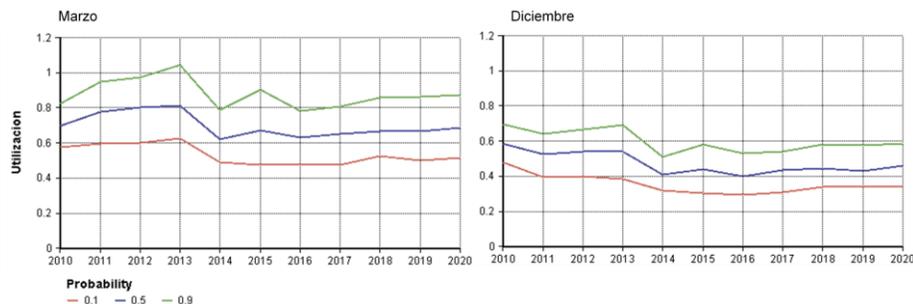
Tabla 8-1 Evolución de la cantidad de sitios de ataque efectivos por puerto

Puerto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Valparaíso	3	3	3	4	4	4	6	6	6	7	7
San Antonio	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
Total	8	8	8	9	10	10	12	12	12	13	13

Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura muestra la evolución de la tasa de utilización del sistema portuario de la V Región.

Figura 8-22 Proyección de la Tasa de Utilización del Sistema Portuario de la V Región (Mes de Marzo y Diciembre)



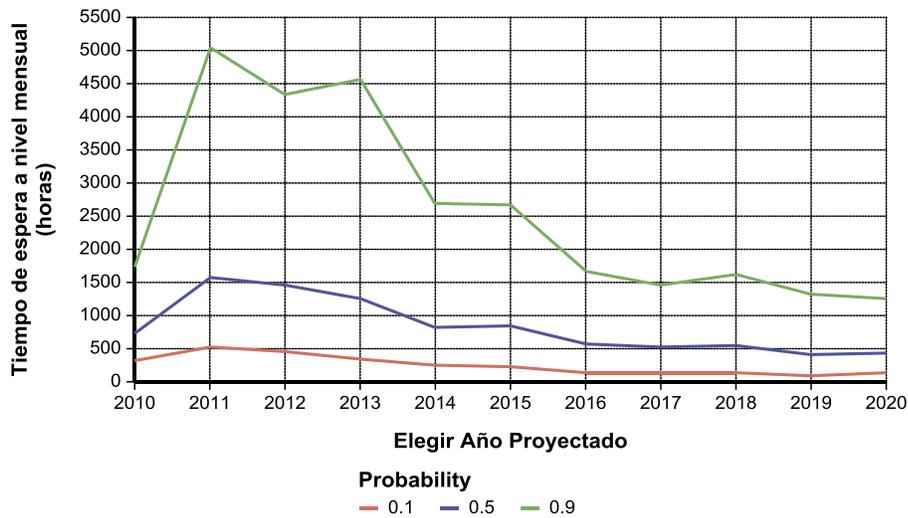
Fuente: Elaboración propia

La tasa de utilización de la capacidad se entiende como el porcentaje de la capacidad máxima mensual (23% más que el promedio anual, en base a la media histórica años 2000-2010) que realmente es utilizada. Como se aprecia en la figura anterior, para el mes de Marzo, la tasa de utilización es bastante mayor para todo el periodo de en comparación con el mes de Diciembre. Si analizamos lo que ocurre en el percentil 50 del mes de marzo, para todo el periodo de análisis, la tasa de utilización es menos a 1 por lo que el sistema, con un 50% de probabilidad, no colapsa. Para el año 2013 se pronostica un peak de la tasa de utilización, sobrepasando el valor de 1 para el percentil 90. Para ambos meses, se puede apreciar que el año 2014 la tasa de utilización baja considerablemente lo que se explica producto de la ampliación de capacidad proyectada para dicho año.

Los análisis de resultados que vienen a continuación hacen referencia al tiempo de espera.

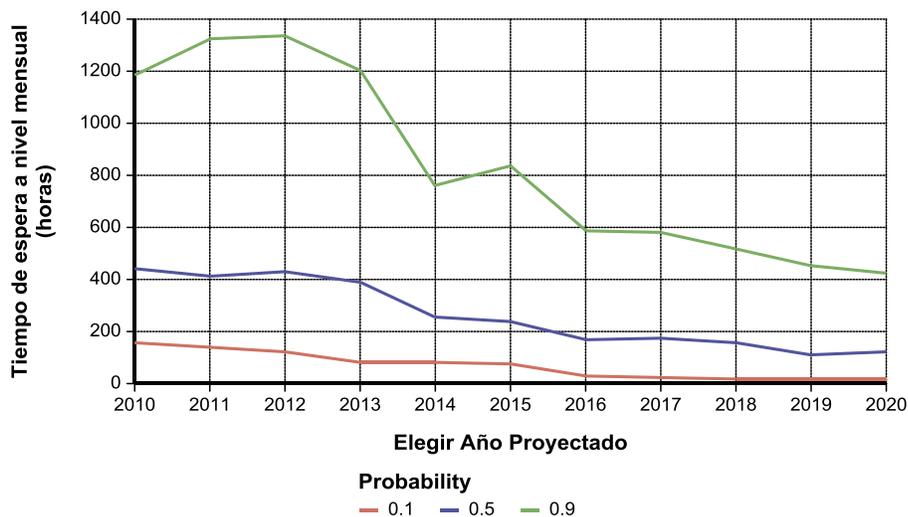
Las siguientes figuras muestran los resultados del tiempo de espera totales del sistema portuario de la V región para los meses de Marzo (mes crítico) y Diciembre (mes promedio). Los valores mostrados corresponden al tiempo total de espera para un determinado mes (suma de las horas que esperaron todos los barcos para ser atendidos).

Figura 8-23 Evolución del Tiempo de Espera Total Sistema Portuario V Región – Mes de Marzo



Fuente: Elaboración propia

Figura 8-24 Evolución del Tiempo de Espera Total Sistema Portuario V Región – Mes de Diciembre

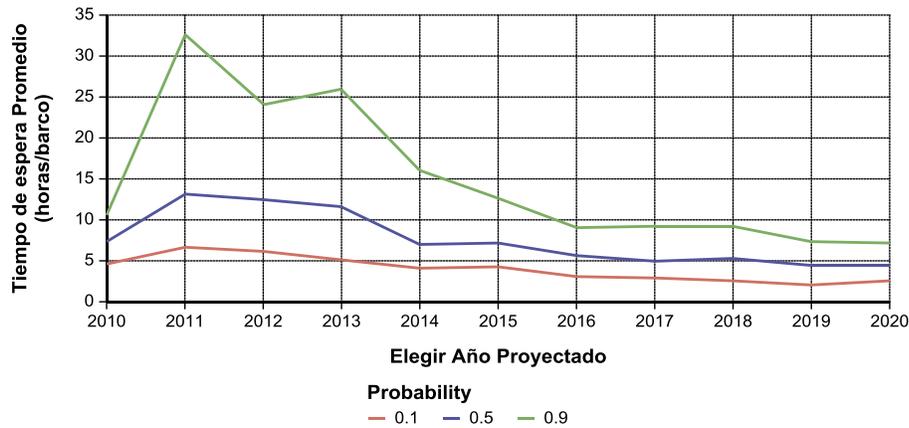


Fuente: Elaboración propia

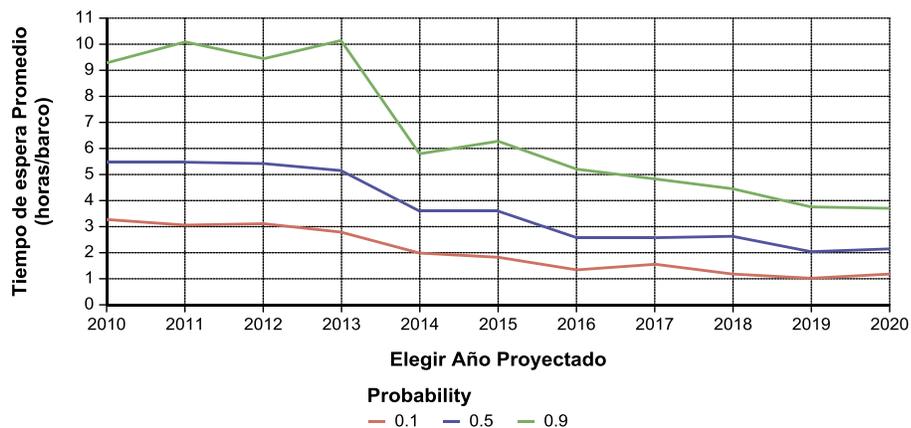
Como se aprecia en las figuras anteriores, para ambos meses existe una alta variabilidad de los resultados en donde el percentil 90 se dispara sobre todo para los primeros años del periodo de análisis. Con respecto al percentil 50, en ambos meses los valores más altos de tiempo de espera total corresponden al periodo 2011-2013 consecuente con todos los resultados ya mostrados, y consecuente también, a la ampliación de capacidad proyectada para el año 2014. Después de dicho periodo, los tiempos de espera se bajan paulatinamente. La diferencia de los tiempos de espera totales entre los meses de Marzo y Diciembre es bastante alta, en donde para el año 2013, las horas de espera en el mes de Diciembre es de solo un 30.7% de las de Marzo.

Esto último se explica producto de que en el mes de Marzo, la tasa de llegada de barcos es mayor lo que genera además que el tiempo de espera promedio para cada barco sea mayor. Los resultados que se muestran a continuación corresponden hacen alusión a la evolución del tiempo de espera promedio para cada barco, comparando tanto el mes de Marzo como el mes de Diciembre.

Figura 8-25 Evolución del Tiempo de Espera Promedio (horas/barco) – Mes de Marzo



Fuente: Elaboración propia

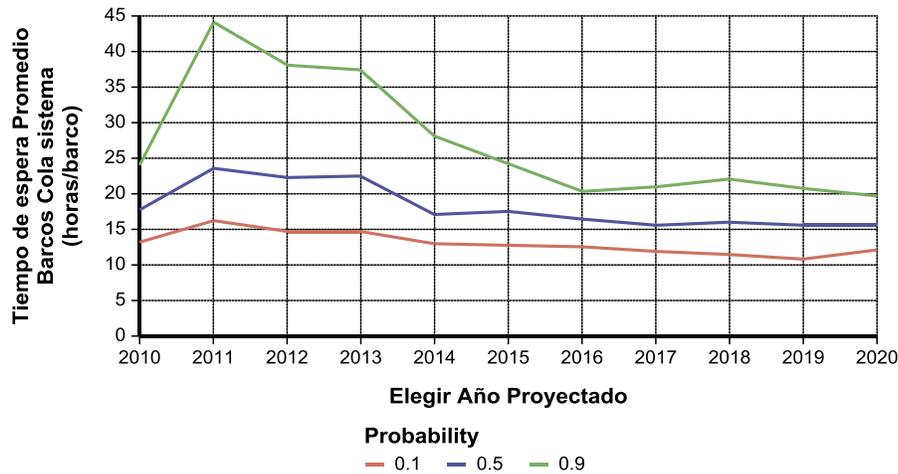
Figura 8-26 Evolución del Tiempo de Espera Promedio (horas/barco) – Mes de Diciembre

Fuente: Elaboración propia

Los resultados mostrados por las dos figuras anteriores se ajustan bastante bien a lo que ocurre en la realidad. Entre los años 2011 y 2013 (años en que se proyecta de mayor utilización del sistema) se puede ver que para el mes de Marzo el tiempo de espera, por ejemplo para el 2011, el promedio de los barcos es de 13.2 horas [IC80% 6.7– 32] mientras que Diciembre es de 5.5 horas [IC80% 3 – 10.1]. El valor de tiempo de espera promedio para de Marzo, a pesar de que es considerablemente alto en comparación con el mes Diciembre, es completamente razonable y acorde a la realidad producto del aumento de demanda que se tiene en dicho mes. A partir del 2014, hasta el 2020, los tiempos de espera promedio disminuyen fuertemente, producto del aumento en la carga de cada barco y a las ampliaciones.

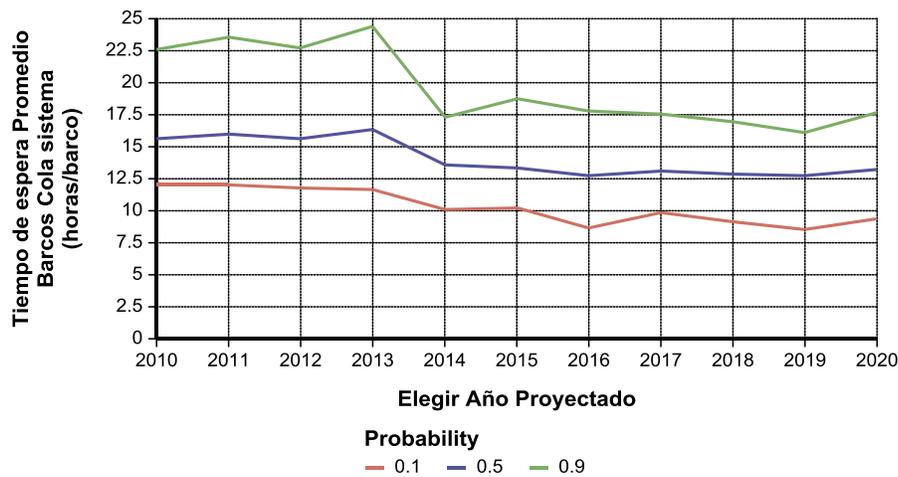
Los resultados recién mostrados corresponden al promedio de todos los barcos contabilizando tanto aquellos que esperaron, como los que no lo hicieron y fueron atendidos directamente. Ahora si vemos el tiempo promedio de espera solo para aquellos barcos que les toca esperar, el tiempo de espera promedio es bastante mayor. Esto se puede ver en las siguientes figuras.

Figura 8-27 Evolución del Tiempo de Espera Promedio Barcos en Cola (horas/barco) – Mes de Marzo



Fuente: Elaboración propia

Figura 8-28 Evolución del Tiempo de Espera Promedio Barcos en Cola (horas/barco) – Mes de Diciembre



Fuente: Elaboración propia

Para el año 2013 se puede ver que para el mes de Marzo el tiempo de espera promedio de los barcos que hacen cola es de 22.5 horas [IC80% 14.8 – 37.5] (mediana del tiempo de espera promedio de todos los barcos es de 10.1 horas) mientras que Diciembre es de 16.4 horas [IC80% 11.6 – 24.4].

Otro resultado interesante es analizar la curva de probabilidad acumulada para un periodo específico, dado que de este resultado se puede desprender fácilmente que tan probable es que un barco espere más de una cantidad de horas. Estos resultados se presentan a modo de ejemplo para los meses de marzo y diciembre del año 2013 a continuación:

Figura 8-29 Curva de probabilidad acumulada de los tiempos de espera de un barco(horas/barco) para el año 2013– Mes de Marzo

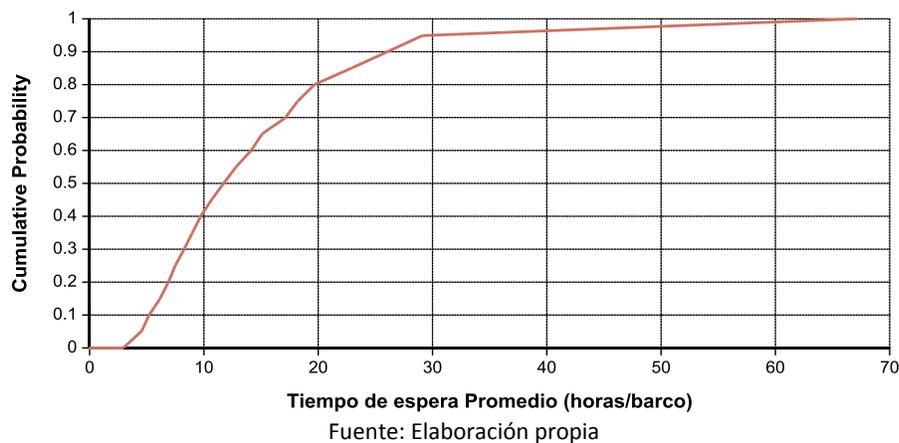
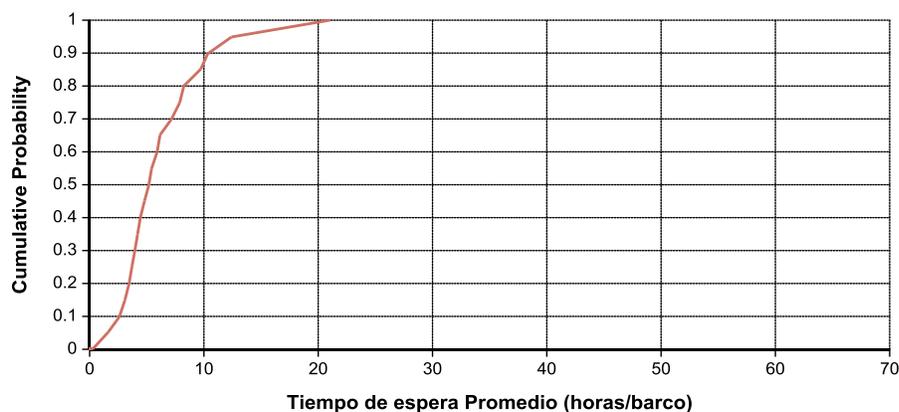


Figura 8-30 Curva de probabilidad acumulada de los tiempos de espera de un barco(horas/barco) para el año 2013– Mes de Diciembre

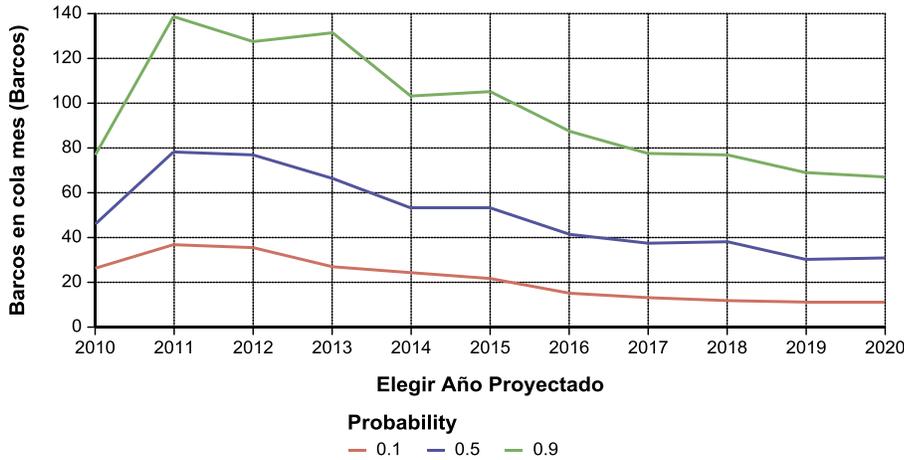


Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar existe una dispersión de los valores mucho mayor para marzo que para diciembre del 2013, esto se debe a que si la tasa de atención es cercana a la tasa de llegadas, el tiempo de espera promedio tiende al infinito y dado que en marzo la tasa de llegadas aumenta, acercándose a la tasa de atención, obviamente la dispersión en los tiempos de espera se dispersa para valores más altos de espera. Otro análisis interesante es, si quisiéramos saber cuál es la probabilidad de que un barco espera más de 10 horas, por ejemplo. En este caso, para diciembre del 2013 la probabilidad de esperar más de 10 horas es un 10%, mientras que para marzo del 2013 este valor aumenta, llegando a ser un 55%.

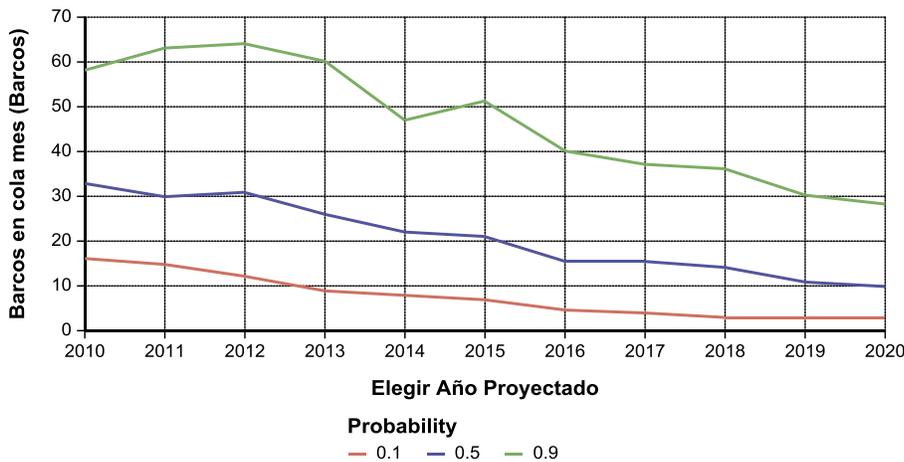
Los resultados siguientes tienen relación con la evolución del número de barcos que son atendidos por el sistema mensualmente. El primer análisis corresponde al número de barcos que hacen cola (mensual), mientras que el segundo corresponde al número total de barcos atendidos mensualmente por el sistema portuario.

Figura 8-31 Evolución del Numero de Barcos en Cola – Mes de Marzo



Fuente: Elaboración propia

Figura 8-32 Evolución del Numero de Barcos en Cola – Mes de Diciembre



Fuente: Elaboración propia

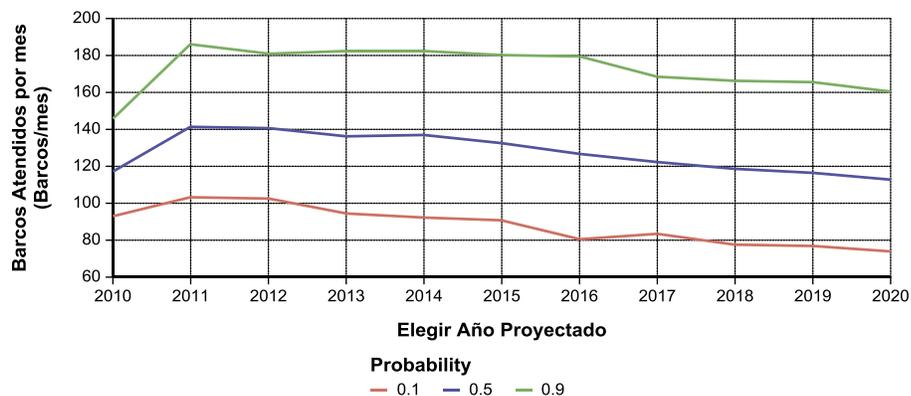
Se aprecia que para ambos meses, a pesar de existir grandes diferencias en el número de barcos que hacen cola (entre los meses), la evolución en el tiempo mantiene una disminución a una tasa relativamente constante. El año peak de número de barcos en cola, para marzo, es 2011 (aunque muy similar al 2012), mientras que para diciembre es 2010 (aunque similar al 2011 y 2012), analizando el año 2012 en Marzo el número de

barcos que hacen cola es de 77 barcos [IC80% 36 – 128] mientras que en Diciembre es 31 [IC80% 11 – 67]. Luego hacia el 2020 se alcanza el mínimo, en Marzo el número de barcos que hacen cola es de 27 barcos [IC80% 8 – 58.1] mientras que en Diciembre es 10 [IC80% 3 – 28].

La diferencia entre el número de barcos que hacen cola entre el mes de Marzo y Diciembre es producto del aumento de demanda para este mes lo que se traduce también en un aumento en la tasa de llegada de barcos al sistema portuario. Los resultados a continuación demuestran esto.

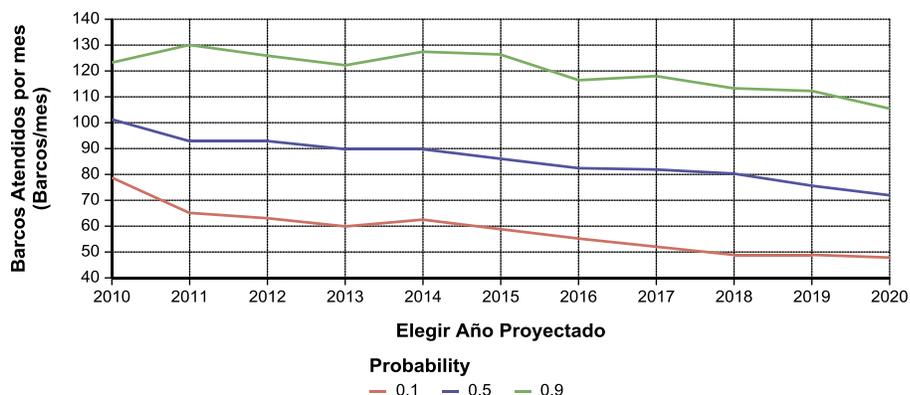
Por ejemplo, para el año 2011, el número de barcos que son atendidos por el sistema en Marzo es igual a 142 barcos [IC80% 103 – 186] mientras que en Diciembre este número baja a 93 barcos [IC80% 65 – 130].

Figura 8-33 Evolución del Numero de Barcos atendidos por el Sistema Portuario de la V Región – Mes de Marzo



Fuente: Elaboración propia

Figura 8-34 Evolución del Numero de Barcos atendidos por el Sistema Portuario de la V Región – Mes de Diciembre



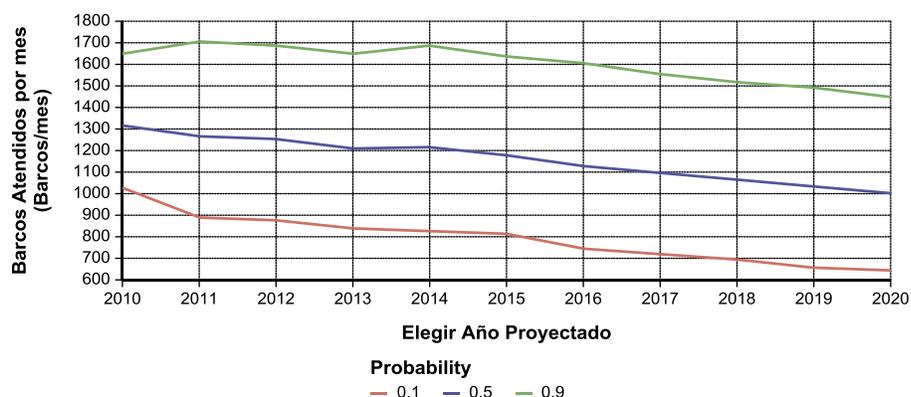
Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que el número de barcos atendidos disminuye en el periodo de análisis, esto se debe a que el crecimiento de la carga por barco aumenta con mucha fuerza (9% anual), haciendo más eficiente el sistema. Esto último podría indicar que la ampliación de capacidad proyectada se encuentra bien diseñada (considerando los parámetros del escenario de crecimiento medio presentados en la Sección 6.2.1) al punto de mantener los tiempos de espera o número de barcos que hacen cola en un valor que se considere razonable.

A manera de validación, podemos ver los valores que entrega el modelo para el año 2010 y compararlos con el valor histórico de barcos atendidos por los puertos de la V Región para el año 2010.

El dato histórico para el año 2010 corresponde a que fueron atendidos 1238 barcos entre ambos puertos (solo considerando barcos de carga/descarga con algún contenedor) mientras que los datos que arroja el modelo para el año 2010 (ver Figura 8-35) corresponde a 1318 barcos [IC80% 1025 – 1652].

Figura 8-35 Evolución del Numero de Barcos atendidos anualmente por el Sistema Portuario de la V Región



Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra este mismo análisis a nivel mensual.

Tabla 8-2 Comparación Numero de Barcos Atendidos por el Sistema Portuario de la V Región Histórico v/s Modelo – Año 2010

Mes	Valor Histórico	Valor Arrojado por el Modelo	IC80%
1	106	94	[70 - 117]
2	95	90	[66 - 115]
3	119	118	[93 - 146]
4	104	124	[99 - 156]
5	108	126	[102 - 155]
6	95	113	[87 - 142]
7	105	120	[94 - 151]
8	108	119	[93 - 147]
9	95	106	[82 - 135]
10	104	116	[92 - 145]
11	92	93	[70 - 118]
12	107	101	[79 - 123]

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia, los valores históricos mensuales del número de barcos que son atendidos por el sistema se encuentran todos dentro del intervalo de confianza del 80% en donde generalmente, los datos históricos, se encuentran cercanos a la mediana de los datos arrojados por el modelo.

9. Conclusiones

En relación a la construcción de las distintas alternativas de modelos econométricos, los modelos multiplicativos fueron siempre ligeramente mejores a los modelos lineales lo que implicó una tendencia por parte del consultor a escoger modelos multiplicativos para la proyección de demanda.

Por otro lado, y luego de un análisis comparativo entre un modelo que utiliza como variable dependiente la carga total y en comparación con aquellos que desagregan la carga según tipo de destino (importaciones, exportaciones, cabotaje, etc.), el consultor recomienda la utilización de la carga total como variable dependiente ya que este modelo logra un muy buen nivel de ajuste a los datos históricos, el cual no se ve mejorado al desagregar las cargas según destino.

Por último, al analizar los modelos considerando información trimestral, estos presentaron un R^2 y significancia de las *dummies* ligeramente superior a sus equivalentes con información mensual, sin embargo el consultor se ha inclinado por utilizar un modelo con estacionalidad mensual para así no perder el comportamiento mensual que presentan los puertos. De todas formas, el consultor proporciona el modelo utilizando la estacionalidad trimestral para que quede libre de manejo por parte de la contraparte.

De los 3 modelos seleccionados, 2 resultan prácticamente equivalentes (explicado por el PIB y explicado por el Ingreso per Cápita). El modelo 3 (PIB y Producción de Cobre que utiliza los puertos de la V Región), si bien tiene un ajuste levemente mejor, complejiza el modelo sin agregar mucho valor. Por otro lado, el modelo 2 (Ingreso per Cápita) es el que obtuvo una menor incertidumbre en los valores proyectados, lo que se explica por la desviación estándar del intercepto que en este caso es menor. Esto último hace recomendar al consultor la utilización del modelo de proyección de demanda que utiliza el Ingreso per Cápita como variable explicativa (Modelo 2).

En cuanto al análisis de incertidumbre, en relación al modelo escogido (Modelo 2) y con un escenario de crecimiento medio, se considera que los resultados obtenidos, tienen una variabilidad razonable donde la demanda crece desde aproximadamente 24.1Mton [IC80% 21.4 – 29.7 Mton] en 2011, hasta 36.1 [IC80% 31.3 – 45.4 Mton] el año 2020.

Por su parte, el análisis de incertidumbre para la demanda en TEUs, muestra un crecimiento desde aproximadamente 1.1MTEU [IC80% 1.2 – 2.2MTEU] en 2011, hasta 2.9MTEU [IC80% 2.5 – 3.7]. Lo que se considera una variabilidad razonable.

En cuanto al análisis de estacionalidad se determinó que el pico de demanda al interior del año ocurre en marzo, tanto para la proyección de la demanda en Ton (31% mayor al promedio anual), como para la demanda en TEUs (35% mayor al promedio anual). La diferencia entre estos resultados se debe a que la razón ton/TEU tiene su valor máximo, justamente para marzo.

Si comparamos los resultados del modelo 1 (PIB), las proyecciones de demanda obtenidas en el presente estudio se presentan dentro de los rangos de las estimaciones de otros antecedentes, si bien se podría decir que es una proyección conservadora, es coherente con las tendencias históricas de crecimiento. Se puede apreciar que el modelo actual de demanda portuaria de la V región (anterior a este estudio), proyecta que al 2020 se requerirán 4.5MTEU v/s los 2.9MTEU esperados por el consultor. La importante diferencia yace en que la elasticidad con respecto al PIB supuesta por el modelo actual es de 2,24, mientras que el consultor determinó que este valor es solo 1,98 (modelo 1), adicionalmente el modelo actual asume un crecimiento promedio del PIB de un 5,3% v/s el 3% de escenario medio considerado por el consultor. Si miramos el escenario de crecimiento alto, correspondiente a un crecimiento de 4% del PIB, la proyección de TEUs para el año 2020 es de 3.9MTEU, bastante más cercano a lo establecido por el modelo desarrollado anterior a este estudio. Si bien cada modelo tiene sus fortalezas, el consultor recomienda controlar la variabilidad de los resultados y la incertidumbre asociados a estos. Esto representa una clara ventaja por sobre el modelo actual, a las cuales se pueden sumar la caracterización de la demanda a nivel mensual y el contar con un modelo de atención portuaria, que determina los tiempos de espera de los barcos.

Analizando la demanda con la capacidad declarada por los puertos en el periodo de análisis (capacidad actual mas ampliaciones proyectadas), se pudo determinar que a nivel anual, la capacidad resulta suficiente para recibir el aumento de demanda. Sin embargo, si se analiza a nivel mensual y en específico para el mes peak de demanda correspondiente a marzo, la probabilidad de saturación del sistema para los años 2011, 2012 y 2013 es mayor a 40%, situación que se ve mejorada posterior a 2014 producto del aumento de capacidad del sistema portuario.

Si se considera que el sistema portuario en los meses peak de demanda pueden aumentar en un 25% su capacidad de atención (validado con información histórica), las probabilidades de saturación para el mes de marzo bajan radicalmente, no superando el 12%.

Analizando el cruce entre la proyección de demanda y la capacidad de atención del sistema portuario de la V Región, se detecta una falta de capacidad de atención para los meses de demanda peak, que se agrava hasta el 2013, para luego ser controlada desde el 2014 en adelante, gracias a las ampliaciones realizadas.

Al mirar los resultados del modelo de atención con distribución de eslora, los resultados son consistentes a los arrojados por la comparación entre demanda y capacidad, pero entrega también otros indicadores de utilización, tiempo de espera y cantidad de barcos atendidos que no es posible ver en los análisis de demanda – capacidad.

En este sentido, resulta interesante destacar el colapso del sistema que ocurre en marzo y sobre todo en el periodo 2011 – 2013, producto de que en dicho mes la tasa de utilización, los tiempos de espera y la cantidad de barcos en cola tienen su máximo. Luego de la ampliación proyectada para el año 2014, el peak en marzo se mantiene, pero el colapso del sistema para el mes de marzo se atenúa manteniendo la tasa de utilización y los tiempos de espera relativamente constantes y en un valor razonable a lo largo del periodo de análisis.

Por otro lado, el análisis que cruza la cantidad de barcos atendidos por el sistema con los tiempos de espera entrega un resultado que vale la pena destacar. A pesar de que el número de barcos atendido por el sistema portuario crece considerablemente a través de los años, el número de barcos que hace cola y los tiempos de espera promedio se mantiene relativamente constante, incluso, en el caso de los tiempos de espera, estos disminuyen ligeramente. Esto último podría indicar que la ampliación de capacidad proyectada se encuentra bien diseñada (considerando los parámetros del escenario de crecimiento medio presentados en la Sección 6.2.1) al punto de mantener los tiempos de espera o número de barcos que hacen cola en un valor que se considere razonable.

Por último, se destacan las múltiples fortalezas del modelo generado; cuenta con una estructura ordenada y fácil de entender por otros usuarios de este, conecta demanda con oferta, simulando de esta manera el sistema portuario, indica la incertidumbre asociada a las estimaciones, lo que permite conocer los intervalos de confianza de cada resultado y finalmente contó con el aporte de los actores involucrados, quienes han validado tanto los supuestos, como los resultados obtenidos.

10. Bibliografía

CEPAL & INE (2005). Chile: Proyecciones y Estimaciones de Población . Total País 1950-2050. Estudio Elaborado para el Instituto Nacional de Estadística.

Kuo, T. C., W. C. Huang, et al. (2006). "A case study of interarrival time distributions of containers ships." Journal of Marine science and technology 14(3): 155-164.

López, Í., A. Camarero, et al. (2011). Terminales Multi-Cliente Vs Terminales Dedicadas. Estudio Del Caso Del Puerto De Valencia, España.

Lumina (2012). "Why Analytica?". from <http://www.lumina.com/why-analytica/>.

Ministerio de Obras Públicas "Glosario de Infraestructura Costera y Portuaria."

Ministerio de Transportes Y Telecomunicaciones, S. d. T. (2007). Ley 19542, Moderniza El Sector Portuario Estatal.

SEP (2010). Minuta de Análisis de la Demanda de los puertos estatales de la V Región.

11. Anexos

I. Supuestos

A continuación se listan los supuestos realizados según Puerto y Terminal para generar las bases de datos de tonelaje y TEUs históricos finalmente utilizadas en la elaboración del modelo de demanda descrito en el presente documento.

I.1 Puerto de Valparaíso

I.1.1 Terminal 1

- ✓ Se consideró que no existe cabotaje en este terminal.
El volumen de transferencia de carga correspondiente a cabotaje no tiene registro debido a que fue muy pequeño y solo al comienzo de la concesión.
- ✓ La desagregación de tonelaje y TEUs para Importación / Exportación, en los casos en que existía información se obtuvo de la información disponible de Embarque/Desembarque.

I.1.2 Terminal 2

- ✓ Se consideraron las siguientes “tipo de nave” para obtener las toneladas y TEUs transferidos en Puerto: Bulk Carrier, Carga General, Cabotaje, Car Carrier, Carga Pesada, Contenedor, Full Container, Granel Seco, Reffer, Ro Ro. El resto de “tipo de nave” se dejaron fuera del análisis.
- ✓ Para obtener lo correspondiente a Cabotaje, solo se consideraron aquellos buques que poseían el campo “Tipo de Nave” igual a Cabotaje.
- ✓ Se supuso que el tonelaje de Falsos reportados en las bases de datos entregadas correspondían en un 100% a Contenedores.
En las situaciones en que las toneladas de Falsos superaban las Toneladas de Contenedores, se asignó esa diferencia a toneladas de carga Fraccionada Falsa restándola del tonelaje neto de carga Fraccionada.
- ✓ La desagregación de tonelaje y TEUs para Importación / Exportación, en los casos en que existía información se obtuvo de la información disponible de Embarque/Desembarque. Debido a que esta información solo se encontraba disponible para la carga total (sin desagregación entre Contenedores y Fraccionada) se supuso mantuvo la razón de Importación / Exportación para el tonelaje de Contenedores y carga Fraccionada.
- ✓ La el tonelaje total se obtuvo de la suma de Embarque / Descarga por existir inconsistencias entre esta suma y el valor de tonelaje total reportado en las bases

de datos.

- ✓ Entre el año 2000 y 2006 se asume que no existe Cabotaje.
Este supuesto se basa en que entre los años 2007 y 2009 no existe reportado Cabotaje en las bases de datos. Sin embargo, si se considera Cabotaje para los años 2010 y 2011 siguiendo lo reportado en las bases de datos entregadas.
- ✓ Para completar la desagregación requerida para los años 2000 – 2006 (años solo con información agregada de tonelaje total y desagregada por Embarque/Desembarque) se utilizó la razón histórica mensual provenientes de los datos que si se encontraban disponibles.

I.2 Puerto de San Antonio

Se utilizó íntegramente la base de datos proporcionada sin necesidad de aplicar ningún supuesto.

II. Resultados de Modelos para Análisis Ton/TEU

A continuación se presentan los resultados estadísticos del análisis de la razón Ton/TEU tanto a nivel mensual como trimestral. Adicionalmente se presentan dos figuras del tipo *box-plot* que presentan la estacionalidad de la razón.

Figura 11-1 Resultados Modelos de Análisis Ton/TEU

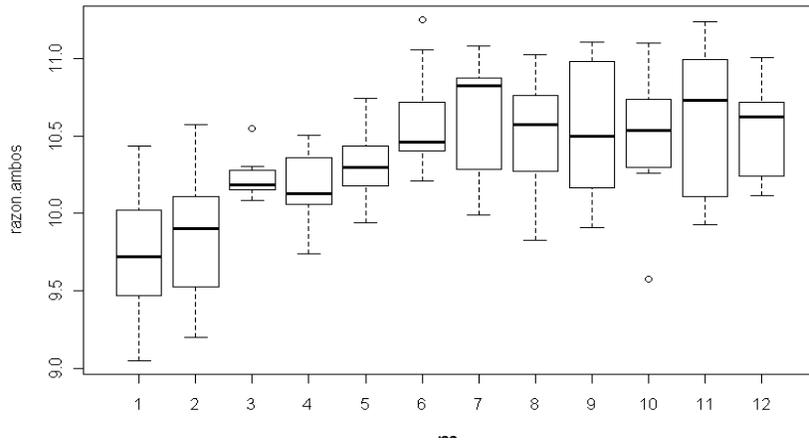
Modelo Lineal Mensual			
Var Dep	Razón Ton/TEU	Coficiente	t- stat
Intercepto		9.6	81.3 ***
Factor Año		-0.03	-3.3 **
Factor Mes	Ene	1.0	
	Feb	0.2	3.3
	Mar	0.5	3.1 **
	Abr	0.5	4.0 **
	May	0.6	5.8 ***
	Jun	0.9	5.8 ***
	Jul	0.9	5.2 ***
	Ago	0.8	5.4 ***
	Sep	0.8	5.2 ***
	Oct	0.8	5.9 ***
	Nov	0.9	5.4 ***
	Dic	0.8	0.0 ***
Estadísticas	dof	119	
	p	12	
	R2	0.45	
	F-statistic	7.96	

Modelo Lineal Trimestral			
Var Dep	Razón Ton/TEU	Coficiente	t- stat
Intercepto		9.8	89.2 ***
Factor Año		-0.03	-2.4 *
Factor Trim	1	1.0	
	2	0.4	3.3 **
	3	0.6	3.1 ***
	4	0.6	0.0 ***
Estadísticas	dof	39	
	p	4	
	R2	0.49	
	F-statistic	9.20	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

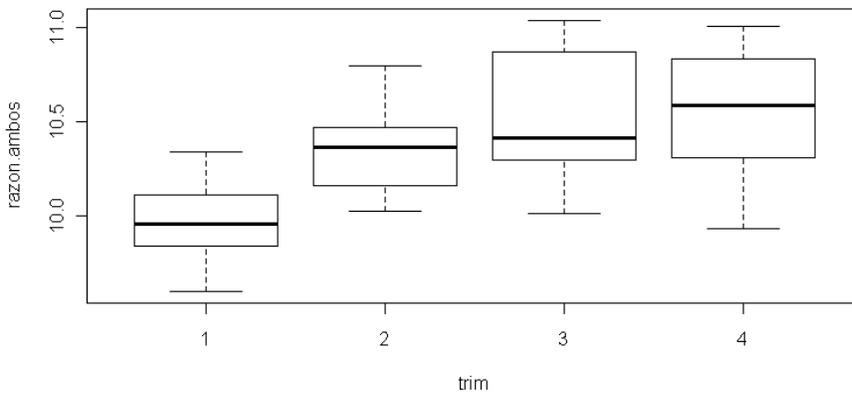
Fuente: Elaboración propia

Figura 11-2 Estacionalidad de la Razón Ton/TEU a nivel Mensual



Fuente: Elaboración propia

Figura 11-3 Estacionalidad de la Razón Ton/TEU a nivel Trimestral



Fuente: Elaboración propia

III. Detalle modelos Econométricos Analizados – Modelos Multiplicativos

Var Dep	Carga total mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	1,98	32,1
Factores mes		
Ene	1,00	
Feb	1,11	2,69
Mar	1,42	9,06
Abr	1,25	5,85
May	1,12	3,03
Jun	0,97	-0,77
Jul	1,05	1,37
Ago	1,00	-0,10
Sep	0,95	-1,38
Oct	0,96	-1,11
Nov	0,91	-2,59
Dic	0,95	-1,23
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0,91	
F-statistic	103,2	

Var Dep	Carga total mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	1,96	4,1
Pob	0,08	0,04
Factores mes		
Ene	1,00	
Feb	1,11	2,68
Mar	1,42	2,68
Abr	1,25	9,03
May	1,12	5,82
Jun	0,97	3,02
Jul	1,05	-0,77
Ago	1,00	1,36
Sep	0,95	-0,10
Oct	0,96	-1,37
Nov	0,91	-1,11
Dic	0,95	-2,58
Estadísticas		
dof	118	
p	12	
R2	0,91	
F-statistic	94,43	

Var Dep	Carga total mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	1,12	2,4
Pob	0,43	0,3
Cobre	1,35	5,0
Factores mes		
Ene	1,00	
Feb	1,11	2,93
Mar	1,41	2,93
Abr	1,25	9,89
May	1,12	6,36
Jun	0,97	3,26
Jul	1,05	-0,91
Ago	0,99	1,42
Sep	0,95	-0,20
Oct	0,95	-1,61
Nov	0,90	-1,32
Dic	0,95	-2,95
Estadísticas		
dof	117	
p	12	
R2	0,93	
F-statistic	107,6	

Var Dep	Carga total mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
IPC	2,68	31,8
Factores mes		
Ene	1,00	
Feb	1,11	2,67
Mar	1,42	8,99
Abr	1,25	5,80
May	1,12	3,02
Jun	0,97	-0,74
Jul	1,06	1,39
Ago	1,00	-0,07
Sep	0,95	-1,33
Oct	0,96	-1,06
Nov	0,91	-2,52
Dic	0,96	-1,16
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0,91	
F-statistic	101	

Informe Final



DICTUC, filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile, está certificado bajo norma ISO 9001:2008, y además es una entidad inscrita en el Registro de Centros para la Realización de Actividades de Investigación o Desarrollo para fines de la Ley de Incentivo Tributario a la Inversión Privada en Investigación o Desarrollo.
 Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago - Chile • Fono: (56 2) 354 4886 • Fax (56 2) 354 4954 • www.dictuc.cl



Var Dep	Carga total mensual		
	Coefficiente	t-stat	
Elasticidades			
PIB	1,24	7,8	
Cobre	1,35	5,05	
Factores mes			
Ene	1,00		
Feb	1,11	2,94	
Mar	1,41	2,94	
Abr	1,25	9,93	
May	1,12	6,38	
Jun	0,97	3,28	
Jul	1,05	-0,91	
Ago	0,99	1,43	
Sep	0,95	-0,19	
Oct	0,95	-1,61	
Nov	0,90	-1,32	
Dic	0,95	-2,96	
Estadísticas			
dof	118		
p	12		
R2	0,93		
F-statistic	116,8		

Var Dep	Carga total mensual		
	Coefficiente	t-stat	
Elasticidades			
PIB.region	2,20	32,1	
Factores mes			
Ene	1		
Feb	0,10	2,7	
Mar	0,35	9,0	
Abr	0,22	5,8	
May	0,12	3,0	
Jun	-0,03	-0,8	
Jul	0,05	1,3	
Ago	-0,01	-0,1	
Sep	-0,05	-1,4	
Oct	-0,04	-1,1	
Nov	-0,10	-2,6	
Dic	-0,05	-1,3	
Estadísticas			
dof	119		
p	12		
R2	0,91		
F-statistic	103		

Var Dep	Carga total mensual		
	Coefficiente	t-stat	
Elasticidades			
PIB.region	2,14	27,0	
Cobre.region	0,25	1,5	
Factores mes			
Ene	1		
Feb	0,10	2,7	
Mar	0,35	9,1	
Abr	0,22	5,9	
May	0,12	3,0	
Jun	-0,03	-0,8	
Jul	0,05	1,4	
Ago	0,00	-0,1	
Sep	-0,05	-1,4	
Oct	-0,04	-1,1	
Nov	-0,10	-2,6	
Dic	-0,05	-1,3	
Estadísticas			
dof	118		
p	13		
R2	0,91		
F-statistic	96,19		

Var Dep	Carga total mensual		
	Coefficiente	t-stat	
Elasticidades			
PIB	1,90	27,6	
Cobre.region	0,41	2,5	
Factores mes			
Ene	1		
Feb	0,10	2,8	
Mar	0,35	9,3	
Abr	0,22	6,0	
May	0,12	3,1	
Jun	-0,03	-0,8	
Jul	0,05	1,4	
Ago	0,00	-0,1	
Sep	-0,05	-1,4	
Oct	-0,04	-1,1	
Nov	-0,10	-2,6	
Dic	-0,05	-1,2	
Estadísticas			
dof	118		
p	13		
R2	0,92		
F-statistic	99,74		

Var Dep		Carga total mensual	
		Coefficiente	t- stat
Elasticidades			
	IPC	2,59	26,9
	Cobre.region	0,32	1,9
Factores mes			
	Ene	1	
	Feb	0,10	2,7
	Mar	0,35	9,1
	Abr	0,22	5,9
	May	0,12	3,1
	Jun	-0,03	-0,7
	Jul	0,05	1,4
	Ago	0,00	-0,1
	Sep	-0,05	-1,3
	Oct	-0,04	-1,0
	Nov	-0,10	-2,5
	Dic	-0,04	-1,1
Estadísticas			
	dof	118	
	p	13	
	R2	0,91	
	F-statistic	95,49	

Var Dep		Importación mensual	
		Coefficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	-26,33	-16,5
Factores mes			
	Ene	1	
	Feb	9,12	24,69
	Mar	0,9	-1,94
	Abr	1,05	0,94
	May	1,01	0,16
	Jun	1,03	0,49
	Jul	0,96	-0,68
	Ago	1,1	1,66
	Sep	1,07	1,22
	Oct	1,04	0,69
	Nov	1,03	0,54
	Dic	0,99	-0,12
Estadísticas			
	dof	119	
	p	12	
	R2	0,84	
	F-statistic	53,2	

Var Dep		Importacion mensual	
		Coefficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB.region	2,43	23,6
Factores mes			
	Ene	1	
	Feb	-0,11	-1,9
	Mar	0,05	0,9
	Abr	0,01	0,2
	May	0,03	0,5
	Jun	-0,04	-0,7
	Jul	0,09	1,6
	Ago	0,07	1,2
	Sep	0,04	0,6
	Oct	0,03	0,5
	Nov	-0,01	-0,1
	Dic	-0,01	-0,2
Estadísticas			
	dof	119	
	p	12	
	R2	0,83	
	F-statistic	48,53	

Var Dep		Importación mensual	
		Coefficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	2,64	3,8
	Pob	-1,64	-0,63
Factores mes			
	Ene	1,00	
	Feb	0,90	-1,94
	Mar	1,05	-1,94
	Abr	1,01	0,94
	May	1,03	0,17
	Jun	0,96	0,50
	Jul	1,10	-0,67
	Ago	1,07	1,66
	Sep	1,04	1,23
	Oct	1,03	0,70
	Nov	0,99	0,56
	Dic	0,99	-0,10
Estadísticas			
	dof	118	
	p	13	
	R2	0,84	
	F-statistic	48,89	

Var Dep	Importación mensual		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
IPC	9,40	61,5	
Factores mes			
Ene	1,00		
Feb	19,91	24,71	
Mar	0,90	-1,94	
Abr	1,05	0,95	
May	1,01	0,17	
Jun	1,03	0,51	
Jul	0,96	-0,67	
Ago	1,10	1,68	
Sep	1,07	1,24	
Oct	1,04	0,72	
Nov	1,03	0,58	
Dic	1,00	-0,09	
Estadísticas			
dof	119		
p	12		
R2	0,84		
F-statistic	53,26		

Var Dep	Importación mensual		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
Pob	-124,30	-20,9	
Factores mes			
Ene	1,00		
Feb	3924,52	23,06	
Mar	0,90	-1,84	
Abr	1,05	0,88	
May	1,01	0,14	
Jun	1,03	0,44	
Jul	0,96	-0,68	
Ago	1,09	1,53	
Sep	1,07	1,10	
Oct	1,04	0,60	
Nov	1,03	0,45	
Dic	0,99	-0,19	
Estadísticas			
dof	119		
p	12		
R2	0,82		
F-statistic	46,45		

Var Dep	Import-Cabot mensual		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	2,16	24,4	
Factores mes			
Ene	1		
Feb	-0,11	-2,0	
Mar	0,04	0,8	
Abr	0,00	0,1	
May	0,02	0,3	
Jun	-0,05	-0,8	
Jul	0,08	1,4	
Ago	0,06	1,1	
Sep	0,03	0,5	
Oct	0,02	0,4	
Nov	-0,01	-0,2	
Dic	-0,01	-0,1	
Estadísticas			
dof	119		
p	12		
R2	0,84		
F-statistic	51,76		

Var Dep	Import-Cabot mensual		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB.region	2,37	23,3	
Factores mes			
Ene	1		
Feb	-0,11	-1,9	
Mar	0,04	0,8	
Abr	0,00	0,1	
May	0,02	0,3	
Jun	-0,05	-0,8	
Jul	0,08	1,3	
Ago	0,06	1,0	
Sep	0,02	0,4	
Oct	0,02	0,4	
Nov	-0,01	-0,3	
Dic	-0,01	-0,1	
Estadísticas			
dof	119		
p	12		
R2	0,83		
F-statistic	47,36		

Var Dep	Import-Cabot mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
Pob	8,08	22,7
Factores mes		
Ene	1	
Feb	-0,11	-1,9
Mar	0,04	0,8
Abr	0,00	0,1
May	0,02	0,3
Jun	-0,05	-0,8
Jul	0,07	1,3
Ago	0,06	1,0
Sep	0,02	0,4
Oct	0,02	0,3
Nov	-0,02	-0,3
Dic	-0,01	-0,2
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0,82	
F-statistic	44,95	

Var Dep	Import-Cabot mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
IPC	2,92	24,4
Factores mes		
Ene	1	
Feb	-0,11	-2,0
Mar	0,04	0,8
Abr	0,00	0,1
May	0,02	0,4
Jun	-0,05	-0,8
Jul	0,08	1,4
Ago	0,06	1,1
Sep	0,03	0,5
Oct	0,03	0,5
Nov	-0,01	-0,2
Dic	0,00	-0,1
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0,84	
F-statistic	51,98	

Var Dep	Cabot mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	1,29	7,0
Factores mes		
Ene	1	
Feb	-0,15	-1,3
Mar	-0,10	-0,9
Abr	-0,11	-0,9
May	-0,15	-1,3
Jun	-0,18	-1,6
Jul	-0,22	-1,9
Ago	-0,06	-0,5
Sep	-0,19	-1,6
Oct	-0,10	-0,9
Nov	-0,13	-1,1
Dic	0,04	0,4
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0,34	
F-statistic	5,006	

Var Dep	Cabot mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB.region	1,42	7,0
Factores mes		
Ene	1	
Feb	-0,15	-1,3
Mar	-0,10	-0,9
Abr	-0,11	-0,9
May	-0,15	-1,3
Jun	-0,18	-1,6
Jul	-0,22	-1,9
Ago	-0,06	-0,5
Sep	-0,19	-1,6
Oct	-0,11	-0,9
Nov	-0,13	-1,1
Dic	0,04	0,4
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0,33	
F-statistic	4,944	

Var Dep	Cabot mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
Pob	4,72	6,7
Factores mes		
Ene	1	
Feb	-0,15	-1,3
Mar	-0,10	-0,8
Abr	-0,11	-0,9
May	-0,15	-1,3
Jun	-0,18	-1,6
Jul	-0,22	-1,9
Ago	-0,06	-0,5
Sep	-0,19	-1,6
Oct	-0,11	-0,9
Nov	-0,13	-1,1
Dic	0,04	0,3
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0,32	
F-statistic	4,602	

Var Dep	Cabot mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
Pob	1,76	7,1
Factores mes		
Ene	1	
Feb	-0,15	-1,3
Mar	-0,10	-0,9
Abr	-0,11	-0,9
May	-0,14	-1,3
Jun	-0,18	-1,6
Jul	-0,22	-1,9
Ago	-0,06	-0,5
Sep	-0,19	-1,6
Oct	-0,10	-0,9
Nov	-0,13	-1,1
Dic	0,04	0,4
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0,34	
F-statistic	5,107	

Var Dep	Exportación mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	1,77	24,9
Factores mes		
Ene	1,00	
Feb	1,32	6,22
Mar	1,80	13,37
Abr	1,51	9,36
May	1,23	4,67
Jun	0,99	-0,22
Jul	1,02	0,43
Ago	0,93	-1,64
Sep	0,87	-3,28
Oct	0,90	-2,50
Nov	0,82	-4,42
Dic	0,91	-2,10
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0,91	
F-statistic	101,9	

	Var Dep	Exportación mensual Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	0,69	4,1
	Cobre	1,95	6,79
Factores mes			
	Ene	1,00	
	Feb	1,31	7,29
	Mar	1,80	7,29
	Abr	1,51	15,67
	May	1,23	10,95
	Jun	0,99	5,41
	Jul	1,02	-0,34
	Ago	0,93	0,41
	Sep	0,86	-2,03
	Oct	0,89	-3,97
	Nov	0,82	-3,07
	Dic	0,91	-5,34
Estadísticas			
	dof	118	
	p	13	
	R2	0,94	
	F-statistic	133,2	

	Var Dep	Exportación mensual Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	IPC	0,86	3,7
	Cobre	2,03	7,02
Factores mes			
	Ene	1,00	
	Feb	1,31	7,22
	Mar	1,80	7,22
	Abr	1,51	15,52
	May	1,23	10,84
	Jun	0,99	5,37
	Jul	1,02	-0,33
	Ago	0,93	0,41
	Sep	0,86	-2,00
	Oct	0,89	-3,92
	Nov	0,82	-3,02
	Dic	0,91	-5,27
Estadísticas			
	dof	118	
	p	13	
	R2	0,93	
	F-statistic	130,4	

	Var Dep	Exportación mensual Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	-0,26	-0,5
	Cobre	1,97	7,0
	Pob	3,57	2,0
Factores mes			
	Ene	1,00	
	Feb	1,31	7,38
	Mar	1,80	7,38
	Abr	1,51	15,87
	May	1,22	11,07
	Jun	0,99	5,46
	Jul	1,01	-0,37
	Ago	0,92	0,38
	Sep	0,86	-2,10
	Oct	0,89	-4,07
	Nov	0,82	-3,16
	Dic	0,90	-5,47
Estadísticas			
	dof	117	
	p	14	
	R2	0,94	
	F-statistic	127,3	

	Var Dep	Exportación mensual Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	IPC	2,39	24,3
Factores mes			
	Ene	1,00	
	Feb	1,32	6,11
	Mar	1,80	13,12
	Abr	1,51	9,19
	May	1,23	4,59
	Jun	0,99	-0,19
	Jul	1,02	0,45
	Ago	0,93	-1,58
	Sep	0,87	-3,18
	Oct	0,90	-2,41
	Nov	0,82	-4,29
	Dic	0,91	-2,01
Estadísticas			
	dof	119	
	p	12	
	R2	0,91	
	F-statistic	97,59	

	Var Dep	Exportación mensual Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
Factores mes	EAP	0,43	18,5
	Ene	1,00	
	Feb	1,32	4,93
	Mar	1,80	10,59
	Abr	1,51	7,42
	May	1,23	3,71
	Jun	0,99	-0,15
	Jul	1,02	0,37
	Ago	0,93	-1,25
	Sep	0,87	-2,54
	Oct	0,90	-1,91
	Nov	0,83	-3,42
	Dic	0,92	-1,57
Estadísticas			
	dof	119	
	p	12	
	R2	0,86	
	F-statistic	60,05	

	Var Dep	Exportación mensual Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
Factores mes	ECA	0,39	23,4
	Ene	1,00	
	Feb	1,32	5,92
	Mar	1,81	12,73
	Abr	1,51	8,94
	May	1,23	4,50
	Jun	0,99	-0,13
	Jul	1,02	0,51
	Ago	0,94	-1,43
	Sep	0,87	-2,96
	Oct	0,90	-2,19
	Nov	0,83	-3,99
	Dic	0,92	-1,75
Estadísticas			
	dof	119	
	p	12	
	R2	0,90	
	F-statistic	90,99	

	Var Dep	Exportación mensual Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
Factores mes	EUU	0,84	26,0
	Ene	1,00	
	Feb	1,32	6,48
	Mar	1,81	13,93
	Abr	1,52	9,82
	May	1,24	5,00
	Jun	1,00	-0,01
	Jul	1,03	0,70
	Ago	0,94	-1,39
	Sep	0,88	-3,05
	Oct	0,91	-2,19
	Nov	0,84	-4,13
	Dic	0,93	-1,68
Estadísticas			
	dof	119	
	p	12	
	R2	0,92	
	F-statistic	110	

	Var Dep	Exportación mensual Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
Factores mes	LAC	0,58	14,2
	Ene	1,00	
	Feb	1,32	4,11
	Mar	1,81	8,84
	Abr	1,52	6,22
	May	1,23	3,14
	Jun	1,00	-0,06
	Jul	1,03	0,38
	Ago	0,94	-0,96
	Sep	0,87	-2,02
	Oct	0,91	-1,48
	Nov	0,83	-2,73
	Dic	0,92	-1,18
Estadísticas			
	dof	119	
	p	12	
	R2	0,80	
	F-statistic	38,62	

Var Dep	Exportación mensual		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
NAC	1,47	26,3	
Factores mes			
Ene	1,00		
Feb	1,32	6,53	
Mar	1,80	14,03	
Abr	1,51	9,83	
May	1,23	4,91	
Jun	0,99	-0,21	
Jul	1,02	0,48	
Ago	0,93	-1,69	
Sep	0,87	-3,40	
Oct	0,90	-2,58	
Nov	0,82	-4,59	
Dic	0,91	-2,15	
Estadísticas			
dof	119		
p	12		
R2	0,92		
F-statistic	113		

Var Dep	Exportación mensual		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
CHN	0,40	18,4	
Factores mes			
Ene	1,00		
Feb	1,32	4,90	
Mar	1,80	10,54	
Abr	1,51	7,39	
May	1,23	3,69	
Jun	0,99	-0,15	
Jul	1,02	0,37	
Ago	0,93	-1,25	
Sep	0,87	-2,53	
Oct	0,90	-1,90	
Nov	0,83	-3,41	
Dic	0,92	-1,57	
Estadísticas			
dof	119		
p	12		
R2	0,86		
F-statistic	59,38		

Var Dep	Exportación mensual		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	3,66	11,2	
EAP	-0,50	-5,9	
Factores mes			
Ene	1		
Feb	0,27	7,1	
Mar	0,59	15,2	
Abr	0,41	10,6	
May	0,21	5,3	
Jun	-0,01	-0,2	
Jul	0,02	0,5	
Ago	-0,07	-1,8	
Sep	-0,14	-3,7	
Oct	-0,11	-2,8	
Nov	-0,19	-5,0	
Dic	-0,09	-2,4	
Estadísticas			
dof	118		
p	13		
R2	0,93		
F-statistic	123,5		

Var Dep	Exportación mensual		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	2,39	3,7	
ECA	-0,14	-1,0	
Factores mes			
Ene	1		
Feb	0,27	6,2	
Mar	0,59	13,4	
Abr	0,41	9,3	
May	0,20	4,6	
Jun	-0,01	-0,2	
Jul	0,02	0,4	
Ago	-0,07	-1,7	
Sep	-0,15	-3,3	
Oct	-0,11	-2,6	
Nov	-0,20	-4,5	
Dic	-0,10	-2,2	
Estadísticas			
dof	118		
p	13		
R2	0,91		
F-statistic	94,05		

	Var Dep	Exportación mensual Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	USA	1,60	26,6
Factores mes			
	Ene	1,00	
	Feb	1,32	6,59
	Mar	1,80	14,16
	Abr	1,51	9,92
	May	1,23	4,95
	Jun	0,99	-0,21
	Jul	1,02	0,47
	Ago	0,93	-1,71
	Sep	0,87	-3,44
	Oct	0,90	-2,61
	Nov	0,82	-4,64
	Dic	0,91	-2,18
Estadísticas			
	dof	119	
	p	12	
	R2	0,92	
	F-statistic	115,3	

	Var Dep	Exportación mensual Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	USA	2,14	5,2
	CHN	-0,25	-4,0
	EUU	0,19	1,2
Factores mes			
	Ene	1,00	
	Feb	1,32	7,12
	Mar	1,81	7,12
	Abr	1,51	15,29
	May	1,23	10,74
	Jun	0,99	5,40
	Jul	1,02	-0,15
	Ago	0,93	0,60
	Sep	0,87	-1,74
	Oct	0,90	-3,59
	Nov	0,83	-2,68
	Dic	0,92	-4,85
Estadísticas			
	dof	117	
	p	14	
	R2	0,93	
	F-statistic	116,3	

	Var Dep	Exportación mensual Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	USA	2,56	11,4
	CHN	-0,27	-4,44
Factores mes			
	Ene	1,00	
	Feb	1,32	7,10
	Mar	1,81	7,10
	Abr	1,51	15,25
	May	1,23	10,70
	Jun	0,99	5,36
	Jul	1,02	-0,20
	Ago	0,93	0,55
	Sep	0,87	-1,80
	Oct	0,90	-3,66
	Nov	0,83	-2,77
	Dic	0,91	-4,95
Estadísticas			
	dof	118	
	p	13	
	R2	0,93	
	F-statistic	124,7	

	Var Dep	Exportación mensual Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	EAP	0,09	1,0
	ECA	-0,11	-0,7
	LAC	-0,52	-5,1
	NAC	2,66	4,9
Factores mes			
	Ene	1,00	
	Feb	1,32	8,00
	Mar	1,80	17,20
	Abr	1,51	12,04
	May	1,23	6,01
	Jun	0,99	-0,27
	Jul	1,02	0,56
	Ago	0,93	-2,10
	Sep	0,87	-4,21
	Oct	0,90	-3,22
	Nov	0,82	-5,69
	Dic	0,91	-2,72
Estadísticas			
	dof	116	
	p	15	
	R2	0,95	
	F-statistic	139,9	

Var Dep	Exportación mensual		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
USA	-0,48	-7,8	
CHN	2,46	18,31	
Factores mes			
Ene	1,00		
Feb	1,32	8,01	
Mar	1,80	8,01	
Abr	1,51	17,22	
May	1,23	12,07	
Jun	0,99	6,03	
Jul	1,02	-0,24	
Ago	0,93	0,60	
Sep	0,87	-2,06	
Oct	0,90	-4,17	
Nov	0,82	-3,16	
Dic	0,91	-5,64	
Estadísticas			
dof		118	
p		13	
R2		0,95	
F-statistic		161,5	

Var Dep	Exportacion mensual		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	0,66	2,1	
EUU	0,54	3,7	
Factores mes			
Ene	1		
Feb	0,28	6,6	
Mar	0,59	14,1	
Abr	0,42	9,9	
May	0,21	5,0	
Jun	0,00	-0,1	
Jul	0,03	0,6	
Ago	-0,06	-1,5	
Sep	-0,14	-3,2	
Oct	-0,10	-2,4	
Nov	-0,18	-4,4	
Dic	-0,08	-1,9	
Estadísticas			
dof		118	
p		13	
R2		0,92	
F-statistic		105	

Var Dep	Exportacion mensual		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	3,27	18,2	
LAC	-0,59	-8,8	
Factores mes			
Ene	1		
Feb	0,27	8,0	
Mar	0,59	17,1	
Abr	0,41	12,0	
May	0,21	6,0	
Jun	-0,01	-0,3	
Jul	0,02	0,5	
Ago	-0,07	-2,1	
Sep	-0,15	-4,2	
Oct	-0,11	-3,3	
Nov	-0,20	-5,7	
Dic	-0,10	-2,8	
Estadísticas			
dof		118	
p		13	
R2		0,95	
F-statistic		159,6	

Var Dep	Exportacion mensual		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	-3,53	-3,2	
NAC	4,38	4,8	
Factores mes			
Ene	1		
Feb	0,27	6,8	
Mar	0,59	14,6	
Abr	0,41	10,2	
May	0,21	5,1	
Jun	-0,01	-0,2	
Jul	0,02	0,6	
Ago	-0,07	-1,7	
Sep	-0,14	-3,4	
Oct	-0,10	-2,6	
Nov	-0,19	-4,6	
Dic	-0,09	-2,1	
Estadísticas			
dof		118	
p		13	
R2		0,93	
F-statistic		113	

Var Dep		Exportacion mensual	
		Coficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	3,62	11,3
	CHN	-0,45	-5,9
Factores mes			
	Ene	1	
	Feb	0,27	7,1
	Mar	0,59	15,2
	Abr	0,41	10,6
	May	0,21	5,3
	Jun	-0,01	-0,2
	Jul	0,02	0,5
	Ago	-0,07	-1,8
	Sep	-0,14	-3,7
	Oct	-0,11	-2,8
	Nov	-0,19	-5,0
	Dic	-0,09	-2,4
Estadísticas			
	dof	118	
	p	13	
	R2	0,93	
	F-statistic	123,5	

Var Dep		Exportacion mensual	
		Coficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	-4,23	-4,0
	USA	5,36	5,6
Factores mes			
	Ene	1	
	Feb	0,27	7,0
	Mar	0,59	15,0
	Abr	0,41	10,6
	May	0,21	5,3
	Jun	-0,01	-0,2
	Jul	0,02	0,6
	Ago	-0,07	-1,7
	Sep	-0,14	-3,6
	Oct	-0,10	-2,7
	Nov	-0,19	-4,8
	Dic	-0,09	-2,2
Estadísticas			
	dof	118	
	p	13	
	R2	0,93	
	F-statistic	120,8	

Var Dep		Exportacion mensual	
		Coficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	1,17	0,4
	USA	1,30	0,6
	CHN	-0,31	-1,9
	EUU	0,20	1,3
Factores mes			
	Ene	1	
	Feb	0,28	7,1
	Mar	0,59	15,2
	Abr	0,42	10,7
	May	0,21	5,4
	Jun	-0,01	-0,2
	Jul	0,02	0,6
	Ago	-0,07	-1,7
	Sep	-0,14	-3,6
	Oct	-0,10	-2,7
	Nov	-0,19	-4,9
	Dic	-0,09	-2,2
Estadísticas			
	dof	116	
	p	15	
	R2	0,93	
	F-statistic	107,8	

Var Dep		Exportacion mensual	
		Coficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	0,65	0,2
	USA	2,10	1,1
	CHN	-0,30	-1,9
Factores mes			
	Ene	1	
	Feb	0,27	7,1
	Mar	0,59	15,2
	Abr	0,41	10,6
	May	0,21	5,3
	Jun	-0,01	-0,2
	Jul	0,02	0,5
	Ago	-0,07	-1,8
	Sep	-0,14	-3,7
	Oct	-0,11	-2,8
	Nov	-0,19	-4,9
	Dic	-0,09	-2,3
Estadísticas			
	dof	117	
	p	14	
	R2	0,93	
	F-statistic	114,8	

Var Dep	Exportacion mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	-0,01	0,0
EAP	0,09	0,5
ECA	-0,11	-0,6
LAC	-0,52	-5,1
NAC	2,67	1,3
Factores mes		
Ene	1	
Feb	0,27	8,0
Mar	0,59	17,1
Abr	0,41	12,0
May	0,21	6,0
Jun	-0,01	-0,3
Jul	0,02	0,6
Ago	-0,07	-2,1
Sep	-0,14	-4,2
Oct	-0,11	-3,2
Nov	-0,20	-5,7
Dic	-0,09	-2,7
Estadísticas		
dof	115	
p	16	
R2	0,95	
F-statistic	130,1	

Var Dep	Exportacion mensual	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	1,37	1,2
LAC	-0,53	-7,0
NAC	1,44	1,6
Factores mes		
Ene	1	
Feb	0,27	8,0
Mar	0,59	17,2
Abr	0,41	12,1
May	0,21	6,0
Jun	-0,01	-0,3
Jul	0,02	0,6
Ago	-0,07	-2,1
Sep	-0,14	-4,2
Oct	-0,11	-3,2
Nov	-0,20	-5,7
Dic	-0,09	-2,7
Estadísticas		
dof	117	
p	14	
R2	0,95	
F-statistic	150,5	

Var Dep	ton.export.fruta mes	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB.sector.fruta	1.30	13.8
Factores mes		
Ene	1	
Feb	0.68	9.6
Mar	1.17	16.5
Abr	0.91	12.8
May	0.43	6.1
Jun	0.04	0.6
Jul	-0.11	-1.6
Ago	-0.33	-4.7
Sep	-0.63	-8.9
Oct	-0.68	-9.6
Nov	-0.84	-11.9
Dic	-0.47	-6.6
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0.94	
F-statistic	166.5	
Var Dep	ton.export.cobre mes	

Var Dep	ton.export.vino mes	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
prod.vino	1,70	25,7
Factores mes		
Ene	1	
Feb	-0,09	-1,4
Mar	0,08	1,1
Abr	0,03	0,4
May	0,07	1,1
Jun	-0,06	-0,8
Jul	0,13	1,9
Ago	0,11	1,6
Sep	0,15	2,2
Oct	0,27	4,1
Nov	0,03	0,5
Dic	0,06	0,8
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0,86	
F-statistic	60,75	
Var Dep	ton.export.otros mes	

		Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	prod.cob.ptos	2.69	5.5
Factores mes			
	Ene	1	
	Feb	0.16	0.9
	Mar	0.01	0.1
	Abr	-0.06	-0.3
	May	0.17	1.0
	Jun	0.09	0.5
	Jul	0.20	1.1
	Ago	0.15	0.9
	Sep	0.26	1.5
	Oct	0.29	1.7
	Nov	0.29	1.7
	Dic	0.40	2.3
Estadísticas			
	dof	119	
	p	12	
	R2	0.28	
	F-statistic	3.82	

		Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	1,71	17,7
Factores mes			
	Ene	1	
	Feb	-0,06	-1,0
	Mar	0,03	0,5
	Abr	-0,02	-0,3
	May	0,05	0,8
	Jun	-0,04	-0,7
	Jul	0,09	1,4
	Ago	0,03	0,5
	Sep	0,00	0,0
	Oct	0,04	0,6
	Nov	0,01	0,2
	Dic	0,02	0,3
Estadísticas			
	dof	119	
	p	12	
	R2	0,74	
	F-statistic	27,53	

Var Dep	ton.export.otros mes		
		Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB.region	1,92	18,5
Factores mes			
	Ene	1	
	Feb	-0,06	-1,1
	Mar	0,03	0,5
	Abr	-0,02	-0,3
	May	0,05	0,9
	Jun	-0,05	-0,8
	Jul	0,09	1,5
	Ago	0,03	0,5
	Sep	0,00	-0,1
	Oct	0,04	0,6
	Nov	0,01	0,1
	Dic	0,01	0,3
Estadísticas			
	dof	119	
	p	12	
	R2	0,75	
	F-statistic	29,99	

Var Dep	ton.export.otros mes		
		Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	4,95	12,3
	EAP	-0,85	-8,2
Factores mes			
	Ene	1	
	Feb	-0,06	-1,3
	Mar	0,03	0,6
	Abr	-0,02	-0,3
	May	0,05	1,1
	Jun	-0,04	-0,9
	Jul	0,09	1,8
	Ago	0,03	0,7
	Sep	0,00	0,0
	Oct	0,04	0,8
	Nov	0,01	0,2
	Dic	0,02	0,3
Estadísticas			
	dof	118	
	p	13	
	R2	0,83	
	F-statistic	44,77	

Var Dep	ton.export.otros mes	
	Coficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	3,88	16,6
LAC	-0,86	-9,8
Factores mes		
Ene	1	
Feb	-0,06	-1,4
Mar	0,03	0,6
Abr	-0,02	-0,4
May	0,05	1,1
Jun	-0,04	-1,0
Jul	0,09	1,9
Ago	0,03	0,7
Sep	0,00	-0,1
Oct	0,03	0,8
Nov	0,01	0,1
Dic	0,01	0,3
Estadísticas		
dof	118	
p	13	
R2	0,85	
F-statistic	52,89	

Var Dep	ton.export.otros mes	
	Coficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	4,88	12,4
CHN	-0,78	-8,2
Factores mes		
Ene	1	
Feb	-0,06	-1,3
Mar	0,03	0,6
Abr	-0,02	-0,3
May	0,05	1,1
Jun	-0,04	-0,9
Jul	0,09	1,8
Ago	0,03	0,7
Sep	0,00	0,0
Oct	0,04	0,8
Nov	0,01	0,2
Dic	0,02	0,4
Estadísticas		
dof	118	
p	13	
R2	0,83	
F-statistic	44,72	

Var Dep	ton.export.otros mes	
	Coficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	-7,95	-5,8
USA	8,63	7,1
Factores mes		
Ene	1	
Feb	-0,06	-1,2
Mar	0,03	0,6
Abr	-0,01	-0,3
May	0,05	1,1
Jun	-0,04	-0,8
Jul	0,09	1,8
Ago	0,04	0,8
Sep	0,01	0,1
Oct	0,05	0,9
Nov	0,02	0,4
Dic	0,03	0,5
Estadísticas		
dof	118	
p	13	
R2	0,81	
F-statistic	39,74	

Var Dep	Carga total trim	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB.region	2,21	20,8
Factores trim		
1	1	
2	-0,04	20,8
3	-0,15	-1,2
4	-0,23	-4,5
Estadísticas		
dof	39	
p	4	
R2	0,92	
F-statistic	116,2	

Var Dep	Carga total trimestral	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	2,00	20,5
Factores trim		
Trim 1	1,00	
Trim 2	0,96	-1,15
Trim 3	0,86	-4,35
Trim 4	0,80	-6,52
Estadísticas		
dof	39	
p	4	
R2	0,92	
F-statistic	113	

Var Dep	Carga total trimestral	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	2,52	3,3
Pob	-1,97	-0,7
Factores mes		
Trim 1	1,00	
Trim 2	0,96	-1,12
Trim 3	0,86	-4,27
Trim 4	0,80	-6,43
Estadísticas		
dof	38	
p	5	
R2	0,92	
F-statistic	89,3	

Var Dep	Carga total trimestral	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	1,67	2,3
Pob	-1,61	-0,6
Cobre	1,37	3,5
Factores mes		
Trim 1	1,00	
Trim 2	0,96	-1,40
Trim 3	0,86	-4,98
Trim 4	0,80	-7,43
Estadísticas		
dof	37	
p	6	
R2	0,94	
F-statistic	98,4	

Var Dep	Carga total trim	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB.region	2,12	18,0
Cobre.region	0,39	1,6
Factores trim		
1	1	
2	-0,04	1,6
3	-0,15	-1,3
4	-0,22	-4,7
Estadísticas		
dof	38	
p	5	
R2	0,93	
F-statistic	97,52	

Var Dep	Carga total trim	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	1.89	18.4
Cobre.region	0.54	2.3
Factores trim		
1	1	
2	-0.04	2.3
3	-0.15	-1.3
4	-0.22	-4.7
Estadísticas		
dof	38	
p	5	
R2	0.93	
F-statistic	101.9	

	Var Dep	Carga total trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	IPC	2,71	20,6
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,96	-1,12
	Trim 3	0,86	-4,32
	Trim 4	0,80	-6,50
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,92	
	F-statistic	114,3	

	Var Dep	Carga total trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	1,24	5,4
	Cobre	1,38	3,6
Factores mes			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,96	-1,44
	Trim 3	0,86	-5,06
	Trim 4	0,80	-7,53
Estadísticas			
	dof	38	
	p	5	
	R2	0,94	
	F-statistic	119,9	

	Var Dep	Importación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	2,24	15,8
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	1,03	0,63
	Trim 3	1,10	1,95
	Trim 4	1,02	0,45
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,87	
	F-statistic	64,15	

	Var Dep	Importación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	3,36	3,0
	Pob	-4,23	-1,0
Factores mes			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	1,03	0,68
	Trim 3	1,11	2,00
	Trim 4	1,03	0,50
Estadísticas			
	dof	38	
	p	5	
	R2	0,87	
	F-statistic	51,58	

	Var Dep	Importación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	IPC	3,05	16,0
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	1,03	0,67
	Trim 3	1,10	2,01
	Trim 4	1,02	0,49
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,87	
	F-statistic	66,01	

	Var Dep	Importación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	Pob	8,31	14,1
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	1,03	0,50
	Trim 3	1,10	1,69
	Trim 4	1,02	0,35
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,84	
	F-statistic	51,29	

Var Dep	Importacion trim	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB.region	2,46	15,1
Factores trim		
1	1	
2	0,03	15,1
3	0,09	0,6
4	0,02	1,8
Estadísticas		
dof	39	
p	4	
R2	0,86	
F-statistic	58,53	

Var Dep	Import-Cabot trim	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	2,19	15,5
Factores trim		
1	1	
2	0,03	15,5
3	0,09	0,6
4	0,02	1,8
Estadísticas		
dof	39	
p	4	
R2	0,86	
F-statistic	62	

Var Dep	Import-Cabot trim	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB.region	2,40	14,9
Factores trim		
1	1	
2	0,03	14,9
3	0,08	0,5
4	0,02	1,6
Estadísticas		
dof	39	
p	4	
R2	0,85	
F-statistic	56,75	

Var Dep	Import-Cabot trim	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
Pob	8,11	13,9
Factores trim		
1	1	
2	0,02	13,9
3	0,08	0,4
4	0,02	1,5
Estadísticas		
dof	39	
p	4	
R2	0,84	
F-statistic	49,37	

Var Dep	Import-Cabot trim	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
IPC	2,98	15,8
Factores trim		
1	1	
2	0,03	15,8
3	0,09	0,6
4	0,02	1,9
Estadísticas		
dof	39	
p	4	
R2	0,87	
F-statistic	64,01	

Var Dep	Cabotaje trim	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	1,30	5,9
Factores trim		
1	1	
2	-0,04	5,9
3	-0,06	-0,6
4	0,04	-0,7
Estadísticas		
dof	39	
p	4	
R2	0,49	
F-statistic	9,5	

Var Dep	Cabotaje trim	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB.region	1,43	5,9
Factores trim		
1	1	
2	-0,05	5,9
3	-0,06	-0,6
4	0,04	-0,8
Estadísticas		
dof	39	
p	4	
R2	0,49	
F-statistic	9,4	

Var Dep	Cabotaje trim	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
Pob	4,69	5,5
Factores trim		
1	1	
2	-0,05	5,5
3	-0,06	-0,6
4	0,04	-0,7
Estadísticas		
dof	39	
p	4	
R2	0,46	
F-statistic	8,3	

Var Dep	Cabotaje trim	
	Coefficiente	t- stat
Elasticidades		
IPC	1,78	6,0
Factores trim		
1	1	
2	-0,04	6,0
3	-0,06	-0,6
4	0,04	-0,7
Estadísticas		
dof	39	
p	4	
R2	0,50	
F-statistic	9,9	

	Var Dep	Exportación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	1,77	15,4
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,92	-2,20
	Trim 3	0,69	-9,18
	Trim 4	0,64	-11,10
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,91	
	F-statistic	94,79	

	Var Dep	Exportación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	0,69	2,7
	Cobre	1,96	4,6
Factores trims			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,91	-2,87
	Trim 3	0,69	-11,48
	Trim 4	0,63	-13,86
Estadísticas			
	dof	38	
	p	5	
	R2	0,94	
	F-statistic	120,2	

	Var Dep	Exportación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	0,10	0,1
	Cobre	1,98	4,7
	Pob	2,19	0,8
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,91	-2,89
	Trim 3	0,69	-11,46
	Trim 4	0,63	-13,82
Estadísticas			
	dof	37	
	p	6	
	R2	0,94	
	F-statistic	99,32	

	Var Dep	Exportación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	IPC	0,89	2,6
	Cobre	2,01	4,7
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,91	-2,84
	Trim 3	0,69	-11,37
	Trim 4	0,64	-13,72
Estadísticas			
	dof	38	
	p	5	
	R2	0,94	
	F-statistic	118	

	Var Dep	Exportación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	IPC	2,39	15,1
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,92	-2,13
	Trim 3	0,69	-9,00
	Trim 4	0,64	-10,89
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,90	
	F-statistic	91,63	

	Var Dep	Exportación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	EAP	0,42	10,7
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,92	-1,60
	Trim 3	0,69	-6,75
	Trim 4	0,64	-8,17
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,83	
	F-statistic	48,24	

	Var Dep	Exportación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	ECA	0,39	14,6
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,92	-2,01
	Trim 3	0,70	-8,59
	Trim 4	0,64	-10,37
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,90	
	F-statistic	85,53	

	Var Dep	Exportación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	EUU	0,85	17,0
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,92	-2,27
	Trim 3	0,70	-9,66
	Trim 4	0,65	-11,63
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,92	
	F-statistic	114,1	

	Var Dep	Exportación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	LAC	0,57	8,2
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,92	-1,27
	Trim 3	0,70	-5,53
	Trim 4	0,65	-6,68
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,76	
	F-statistic	30,35	

	Var Dep	Exportación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	NAC	1,48	16,6
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,92	-2,29
	Trim 3	0,69	-9,72
	Trim 4	0,64	-11,78
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,92	
	F-statistic	108,8	

	Var Dep	Exportación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	CHN	0,39	10,6
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,92	-1,60
	Trim 3	0,69	-6,73
	Trim 4	0,64	-8,13
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,83	
	F-statistic	47,8	

	Var Dep	Exportación trimestral Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	USA	1,61	16,8
Factores trim			
	Trim 1	1,00	
	Trim 2	0,92	-2,32
	Trim 3	0,69	-9,83
	Trim 4	0,64	-11,91
Estadísticas			
	dof	39	
	p	4	
	R2	0,92	
	F-statistic	111,2	

Var Dep	Exportación trimestral		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
USA	2,17	3,4	
CHN	-0,28	-3,0	
EUU	0,24	1,0	
Factores mes			
Trim 1	1,00		
Trim 2	0,92	-2,59	
Trim 3	0,69	-11,01	
Trim 4	0,64	-13,23	
Estadísticas			
dof		37	
p		6	
R2		0,94	
F-statistic		97,26	

Var Dep	Exportación trimestral		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
USA	2,72	8,2	
CHN	-0,31	-3,5	
Factores mes			
Trim 1	1,00		
Trim 2	0,92	-2,61	
Trim 3	0,69	-11,14	
Trim 4	0,64	-13,47	
Estadísticas			
dof		38	
p		5	
R2		0,94	
F-statistic		116,6	

Var Dep	Exportación trimestral		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
LAC	-0,49	-5,6	
NAC	2,50	12,9	
Factores mes			
Trim 1	1,00		
Trim 2	0,91	-3,16	
Trim 3	0,69	-13,10	
Trim 4	0,64	-15,78	
Estadísticas			
dof		38	
p		5	
R2		0,96	
F-statistic		161,5	

Var Dep	Exportacion trim		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	3,86	8,2	
EAP	-0,55	-4,6	
Factores trim			
1	1		
2	-0,09	-4,6	
3	-0,37	-2,7	
4	-0,45	-11,4	
Estadísticas			
dof		38	
p		5	
R2		0,94	
F-statistic		118,5	

Var Dep	Exportacion trim		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	2,03	1,9	
ECA	-0,06	-0,3	
Factores trim			
1	1		
2	-0,09	-0,3	
3	-0,37	-2,2	
4	-0,45	-9,0	
Estadísticas			
dof		38	
p		5	
R2		0,91	
F-statistic		74,0	
Var Dep	Exportacion trim		

Var Dep	Exportacion trim		
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	0,47	1,0	
EUU	0,63	2,9	
Factores trim			
1	1		
2	-0,09	2,9	
3	-0,36	-2,3	
4	-0,44	-9,7	
Estadísticas			
dof		38	
p		5	
R2		0,92	
F-statistic		91,5	
Var Dep	Exportacion trim		

		Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	3,32	12,9
	LAC	-0,61	-6,3
Factores trim			
	1	1	
	2	-0,09	-6,3
	3	-0,38	-3,3
	4	-0,45	-13,2
Estadísticas			
	dof	38	
	p	5	
	R2	0,95	
	F-statistic	159,7	

		Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	-4,11	-2,4
	NAC	4,88	3,4
Factores trim			
	1	1	
	2	-0,08	3,4
	3	-0,36	-2,3
	4	-0,44	-10,1
Estadísticas			
	dof	38	
	p	5	
	R2	0,93	
	F-statistic	98,3	

Var Dep		Exportacion trim	
		Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	3,83	8,3
	CHN	-0,50	-4,5
Factores trim			
	1	1	
	2	-0,09	-4,5
	3	-0,37	-2,7
	4	-0,45	-11,3
Estadísticas			
	dof	38	
	p	5	
	R2	0,94	
	F-statistic	118,1	

Var Dep		Exportacion trim	
		Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	-4,53	-2,8
	USA	5,66	3,8
Factores trim			
	1	1	
	2	-0,08	3,8
	3	-0,36	-2,4
	4	-0,44	-10,5
Estadísticas			
	dof	38	
	p	5	
	R2	0,93	
	F-statistic	105,7	

Var Dep		Exportacion trim	
		Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	3,75	0,9
	USA	-0,58	-0,2
	CHN	-0,46	-2,1
	EUU	0,28	1,2
Factores trim			
	1	1	
	2	-0,09	1,2
	3	-0,37	-2,7
	4	-0,45	-11,0
Estadísticas			
	dof	36	
	p	7	
	R2	0,94	
	F-statistic	83,2	

Var Dep		Exportacion trim	
		Coeficiente	t- stat
Elasticidades			
	PIB	2,86	0,7
	USA	0,69	0,2
	CHN	-0,45	-2,0
Factores trim			
	1	1	
	2	-0,09	-2,0
	3	-0,37	-2,7
	4	-0,45	-11,1
Estadísticas			
	dof	37	
	p	6	
	R2	0,94	
	F-statistic	96,0	

Var Dep		Exportacion trim	
---------	--	------------------	--

Var Dep		Export Fruta trim	
---------	--	-------------------	--

	Coefficiente	t-stat
Elasticidades		
PIB	1,47	0,8
LAC	-0,55	-4,8
NAC	1,40	1,0
Factores trim		
1	1	
2	-0,09	1,0
3	-0,37	-3,2
4	-0,45	-13,1
Estadísticas		
dof		37
p		6
R2		0,96
F-statistic		133,5

	Coefficiente	t-stat
Elasticidades		
PIB.region.fruta	0,94	7,5
Factores trim		
1	1	
2	-0,19	7,5
3	-1,05	-2,8
4	-1,37	-15,6
Estadísticas		
dof		39
p		4
R2		0,94
F-statistic		151,3

Var Dep	Export Vino trim	Coefficiente	t-stat
Elasticidades			
Prod. Vino		1,72	15,3
Factores trim			
1		1	
2		0,03	15,3
3		0,14	0,5
4		0,13	2,2
Estadísticas			
dof			39
p			4
R2			0,87
F-statistic			62,5

Var Dep	Export Cobre trim	Coefficiente	t-stat
Elasticidades			
Prod.cobre.region		2,11	2,1
Factores trim			
1		1	
2		0,00	2,1
3		0,14	0,0
4		0,26	0,9
Estadísticas			
dof			39
p			4
R2			0,18
F-statistic			2,1

Var Dep	Export Otros trim	Coefficiente	t-stat
Elasticidades			
PIB		1,74	11,1
Factores trim			
1		1	
2		0,02	11,1
3		0,06	0,4
4		0,03	1,1
Estadísticas			
dof			39
p			4
R2			0,77
F-statistic			31,9

Var Dep	Export Otros trim	Coefficiente	t-stat
Elasticidades			
PIB.region		1,95	11,8
Factores trim			
1		1	
2		0,02	11,8
3		0,06	0,4
4		0,03	1,1
Estadísticas			
dof			39
p			4
R2			0,79
F-statistic			35,9

Var Dep	Export	Otros trim	
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	5,26	9,7	
EAP	-0,92	-6,6	
Factores trim			
1	1		
2	0,02	-6,6	
3	0,06	0,5	
4	0,03	1,5	
Estadísticas			
dof	38		
p	5		
R2	0,89		
F-statistic	62,6		

Var Dep	Export	Otros trim	
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	3,96	11,9	
LAC	-0,87	-7,0	
Factores trim			
1	1		
2	0,01	-7,0	
3	0,05	0,3	
4	0,03	1,5	
Estadísticas			
dof	38		
p	5		
R2	0,90		
F-statistic	67,0		

Var Dep	Export	Otros trim	
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	5,21	9,8	
CHN	-0,84	-6,6	
Factores trim			
1	1		
2	0,02	-6,6	
3	0,06	0,5	
4	0,03	1,5	
Estadísticas			
dof	38		
p	5		
R2	0,89		
F-statistic	62,5		

Var Dep	Export	Otros trim	
	Coefficiente	t- stat	
Elasticidades			
PIB	-8,37	-4,1	
USA	9,09	4,9	
Factores trim			
1	1		
2	0,03	4,9	
3	0,07	0,7	
4	0,04	1,7	
Estadísticas			
dof	38		
p	5		
R2	0,86		
F-statistic	45,5		

IV. Detalle modelos Econométricos elegidos

Tabla 11-1 Detalle Resultado Regresión modelo multiplicativo 1

Variable Dependiente	Carga total mensual	
	Coficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	1.7	29.344
Factores mes		
Ene	1.0	
Feb	1.1	1.8
Mar	1.3	7.6
Abr	1.2	4.4
May	1.1	2.9
Jun	1.0	-0.1
Jul	1.1	2.9
Ago	1.1	2.1
Sep	1.0	1.3
Oct	1.1	1.7
Nov	1.0	-0.8
Dic	1.0	0.3
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0.8899	
F-statistic	80.13	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11-2 Detalle Resultado Regresión modelo multiplicativo 2

Variable Dependiente	Carga total mensual	
	Coficiente	t- stat
Elasticidades		
Ing_Per_Capita	2.3	29.77
Factores mes		
Ene	1.0	
Feb	1.1	1.8
Mar	1.3	7.7
Abr	1.2	4.4
May	1.1	3.0
Jun	1.0	-0.1
Jul	1.1	2.9
Ago	1.1	2.2
Sep	1.0	1.3
Oct	1.1	1.8
Nov	1.0	-0.7
Dic	1.0	0.4
Estadísticas		
dof	119	
p	12	
R2	0.8926	
F-statistic	82.44	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11-3 Detalle Resultado Regresión modelo multiplicativo 3

Variable Dependiente	Carga total mensual	
	Coficiente	t- stat
Elasticidades		
PIB	1,90	27,6
Cobre.region	0,41	2,5
Factores mes		
Ene	1	
Feb	0,10	2,8
Mar	0,35	9,3
Abr	0,22	6,0
May	0,12	3,1
Jun	-0,03	-0,8
Jul	0,05	1,4
Ago	0,00	-0,1
Sep	-0,05	-1,4
Oct	-0,04	-1,1
Nov	-0,10	-2,6
Dic	-0,05	-1,2
Estadísticas		
dof	118	
p	13	
R2	0,92	
F-statistic	99,74	

Fuente: Elaboración Propia

V. Respuesta a Observaciones realizadas al Informe Final

Consolidado por: María José Ventura -MTT.
Respondidas por: Camila Cabrera - GreenLabUC

1. Contrapartes:

- Programa de Desarrollo Logístico (PDL), MTT
- Sistema de Empresas (SEP)
- Empresa Portuaria Valparaíso (EPV)
- Empresa Portuaria San Antonio (EPSA)
- Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA), MTT

2. Observaciones:

1. Se sugiere establecer el límite del grado de contenedorización en 90% para el Puerto de Valparaíso y en 85% para el Puerto de San Antonio.

R: Debido a la estructura del modelo, el grado de contenedorización se aplica para el sistema portuario completo de la V Región por lo que no es posible utilizar diferentes % para cada puerto. Se utiliza finalmente un límite de 90% para el sistema portuario completo (San Antonio y Valparaíso). Adicionalmente se comenta que el año 2010, el grado de contenedorización de San Antonio fue de un 85% (el 100% no considera Graneles) mientras en Valparaíso fue de un 88% por lo que considerar un límite de 90% para el sistema completo se considera con un límite razonable.

2. Cambiar el concepto de disponibilidad por sitio equivalente, ya que el primero esta asociado al clima de oleaje.

R: Se utiliza el concepto de sitio de atraque efectivo en lugar de disponibilidad por sitio equivalente.

3. Para efectos del recalcu de los sitios equivalentes, se solicita evaluar la posibilidad de simular en base a una evolución temporal de una hora; esto, bajo el entendido de que la simulación de un mes/año dado no requiere simular los años entre $t = 0$ y $t = x$, lo cual implicaría una simulación de a lo sumo $24 \times 365 = 8.760$ 'slices'.

R: Se intentó simular como se solicita pero el modelo no lo permite por utilizar demasiados recursos de memoria. Sin embargo, en la presente entrega final se realizó la mejora de pasar de turnos de 24 horas a turnos de 8 horas lo que el consultor considera suficiente ya que los tiempos de atención de los barcos para el 2010 en promedio superan dicho valor (San Antonio – Espigón: 30 hrs; San

Antonio- Molo Sur: 18 hrs; Valparaíso- Terminal 1: 22 hrs).

4. Se pide revisar los niveles de producción de cobre que efectivamente salen por los puertos de Valparaíso y San Antonio. La inclusión de yacimientos que no exportan su producción por estos puertos es una posible causa del bajo ajuste de los modelos que incluyen dicha producción como variable explicativa.

R: Finalmente las minas que se consideran corresponden a Mina Andacollo, Anglo Sur (Los Bronces y El Soldado), y División El Teniente de Codelco, excluyendo División Andina la cual, según el Estudio “Análisis y Estimación de la Demanda de Carga Interurbana” exporta su producción a través del puerto de Ventanas. Con esto el R2 pasó de 0.16 a 0.28.

5. Se solicita explicar de mejor forma la estructura del modelo de atención. Esto debiera incluir una explicación/diagrama concisa de las distintas variables, dejando claro cuáles variables son aleatorias y cuáles son determinísticas, las ventanas de simulación (o ‘slices’), etc.

R: Se presenta una explicación detallada de la estructura del modelo de atención.

6. Se solicita modificar componente aleatoria de la última parte de los pronósticos del modelo econométrico de demanda, pasando de una descripción según distintos escenarios de las variables de entrada (e.g. PIB alto, medio, bajo) a una basada en escenarios probabilísticos de las variables de salida, por ejemplo bandas o box plots de 50%, 80% y 90% de probabilidad de la demanda pronosticada.

R: Para cada uno de los escenarios de crecimiento establecidos (parámetros), los resultados de las variables de salida se presentan con bandas de probabilidad incluyendo el intervalo de confianza del 80% (10% y 90% de los resultados). Adicionalmente, directamente en el modelo se pueden obtener otras bandas de probabilidad que se requieran. Esto forma de presentar los resultados ya se encontraba en los informes anteriores.

7. Se solicita, asimismo, utilizar una lógica similar en los pronósticos de saturación de los terminales, derivados del modelo estocástico de atención de naves, por ej. “existe un X% de probabilidad de que en la temporada alta del año Y, los buques deban esperar más de Z días a la gira antes de poder recalar”.

R: Se estableció un nodo en el modelo que entrega el resultado comentado con la posibilidad de que el usuario del modelo pueda ingresar tanto el mes y el año como la cantidad de días y este le entregue la probabilidad como resultado. Adicionalmente se incluye en la sección de resultados este mismo indicador para un ejemplo: Año 2015; Mes: Marzo; 1 día.

8. Se solicita clarificar estructura y datos del modelo de distribución de esloras.

R: Se presenta una explicación detallada de la estructura del modelo de distribución de esloras.

9. Se solicita realizar un ejercicio de validación del modelo estocástico, contrastando sus resultados/pronósticos con datos observados en la realidad que no hayan sido utilizados directamente en los ajustes y estimaciones (por ej. tiempos de espera de las naves).

R: Se presenta una sección completa en la que se realiza una validación del modelo. En esta se comparan los tiempos de espera reales del año 2010 con los modelados para dicho año como también el indicador de la tasa de ocupación (modelado v/s real).

CEPAL & INE (2005). Chile: Proyecciones y Estimaciones de Población . Total País 1950-2050. Estudio Elaborado para el Instituto Nacional de Estadística.

Kuo, T. C., W. C. Huang, et al. (2006). "A case study of interarrival time distributions of containers ships." Journal of Marine science and technology 14(3): 155-164.

López, Í., A. Camarero, et al. (2011). Terminales Multi-Cliente Vs Terminales Dedicadas. Estudio Del Caso Del Puerto De Valencia, España.

Lumina (2012). "Why Analytica?". from <http://www.lumina.com/why-analytica/>.

Ministerio de Obras Públicas "Glosario de Infraestructura Costera y Portuaria."

Ministerio de Transportes Y Telecomunicaciones, S. d. T. (2007). Ley 19542, Moderniza El Sector Portuario Estatal.

SEP (2010). Minuta de Análisis de la Demanda de los puertos estatales de la V Región.