



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL DESARROLLO DEL
TRANSPORTE MARÍTIMO DE CORTA DISTANCIA EN
MESOAMÉRICA.**

**Informe Alcance 2 - Versión Final
Potenciales Líneas de TMCD en Mesoamérica**

Panamá, Junio de 2013



Acrónimos y Abreviaturas

AELC	Asociación Europea de Libre Comercio
AISM o IALA	Asociación Internacional de Señalización Marítima
AMP	Autoridad Marítima de Panamá
AMP	Autoridad Marítima Portuaria de El Salvador
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
COCATRAM	Comisión Centroamericana de Transporte Marítimo
CODIGO PBIP	Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias
CODIGO IMDG	Código Marítimo Internacional de Cargas Peligrosas
CSC,72	Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores de 1972
FAL,65	Convenio para Facilitar el Tráfico Marítimo Internacional de 1965
FMI	Fondo Monetario Internacional
MARPOL73/78	Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques
MUSD	Miles de dólares de los Estados Unidos de América
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OMI	Organización Marítima Internacional
OMS	Organización Mundial de la Salud
SICA	Sistema de Integración Centroamericano
PIB	Producto Interno Bruto
SOLAS,74	Convenio Internacional de Seguridad de la Vida Humana en el Mar de 1974 y sus enmiendas posteriores
TLCRDCEUA	Tratado de Libre Comercio República Dominicana-Centroamérica y Estados Unidos de América
TLC	Tratado de Libre Comercio
TLCAN	Acuerdo de Libre Comercio de América del Norte (Canadá, Estados Unidos y México)
TMCD	Transporte Marítimo de Corta Distancia
UE	Unión Europea
UTFM	Unidad de Transporte Fija y Móvil (Contenedor o Tráiler de 20 pies)

Glosario de Términos

Big-Bag	Bolsa de gran tamaño para envase de graneles sólidos. En general con capacidad de 1 ton. También se conoce con el nombre de Jumbo-Bags.
Bow Thruster	Dispositivo tecnológico en la hélice que aumenta la maniobrabilidad de la nave.
Buque alimentador	Nave de tamaño mediano especializado en el transporte de contenedores desde un Puerto Pivote hacia Puertos menores regionales y viceversa.
Buque Ro – Ro	Nave diseñada para el transporte de unidades de transporte móviles de rodado.
Buque Con – Ro	Nave mixta diseñada para el transporte de contenedores y unidades de transporte móviles de rodado.
Buque tipo Bulk	Nave especializada en transporte de graneles sólidos y líquidos.
Cadena Logística	Cadena compuesta por varios eslabones que participan como operadores económicos autorizados en la cadena de valor del comercio internacional realizado por los diferentes modos de transporte, aéreo, terrestre y marítimo, desde el punto de origen hasta el de consumo.
Calado	Profundidad sumergida de una nave en el agua desde la quilla hasta la línea de flotación.
Centro Logístico	Zona donde se concentra instalaciones y actividades logísticas.
Corredor bioceánico	Infraestructura de transporte terrestre que une un puerto y/o terminal en la costa del Océano Pacífico con otro del Caribe para dar continuidad al transporte.
Contenedor	Unidad de transporte fija cerrada y reutilizable. Los hay de 20, 40 y 45 pies. En general se denomina dry en el caso de cargas secas.



Contenedor Refrigerado	Se utiliza generalmente para el transporte de carga que requiere de temperaturas constantes. Regulación de la temperatura mediante sistema frigorífico propio del contenedor.
Contenedor Isotank	Unidad para transporte de graneles líquidos en contenedores, en general de 20 pies.
Contenedor Open Top	Unidad abierta en su parte superior para el transporte de productos de difícil manipulación en contenedores estándares.
Enclave portuario	Territorio relacionado a actividades portuarias incluido en otro con diferentes características políticas, administrativas, y geográficas.
Feeder	Buque alimentador desde puertos pequeños hacia puertos mayores con servicios marítimos de ultramar en los cuales se concentra la carga, y viceversa.
Hinterland Hub	Corresponde al área de influencia terrestre de un determinado puerto. Puerto mayor en el cual es posible realizar servicios de transferencia de buques de ultramar y servicios tipo alimentador o feeder, tanto en servicios de trasbordo como en faenas de embarque y desembarque. Estos en general se usan para el movimiento de contenedores.
Hub-and-spoke	Sistema en el cual distintos servicios regulares establecidos recalán en un mismo puerto y trasbordan carga de un servicio a otro en itinerarios entrelazados.
Instalación Portuaria	Lugar donde se realiza la interfaz buque- puerto o buque-buque para la transferencia de mercancías, pasajeros, tripulaciones y aprovisionamientos propios del buque.
Logística	El conjunto de todas las actividades y procesos necesarios para la administración estratégica del flujo y almacenamiento de materias primas y componentes.
Mesoamérica	Para el estudio de referencia, es la región comprendida desde el sur de México hasta el norte de Colombia, incluyendo los países de Centroamérica y la República Dominicana
Packing	Instalaciones donde se realiza la selección, embalaje y paletización de productos agrícolas en general.
Palet o Pallet	Tarima de madera para agrupar cajas y/o envases en cantidades y dimensiones homogéneas.
Paletizar	Agrupar carga sobre palets o tarima de madera.
Plataforma Logística	Una zona en la cual se integran una infraestructura con servicios para la producción, comercialización distribución y consumo de bienes generando diversos flujos de diferentes productos que se expresan estructural y funcionalmente a través de diferentes cadenas o familias logísticas.
Puerto	Bahía o lugar resguardado donde se encuentran las Instalaciones Portuarias.
Remolque	Unidad de transporte móvil sobre el cual se depositan las cargas.
Sistema portuario nacional	Conjunto de personas naturales o jurídicas, bienes, infraestructuras, puertos, terminales e instalaciones portuarias, públicas y/o privadas situadas en cada país mesoamericano.
Stacking de contenedores	Acopio de contenedores en los puertos en espera de la llegada de la nave.
TEU y FEU	TEU; Unidad de transporte fija y cerrada de veinte pies de longitud (6,10 m). Se utiliza como medida estadística de flujos o capacidades de almacenamiento y de transferencia. FEU; Unidad de transporte fija y cerrada de cuarenta pies de longitud (12,20 m) equivalente a 2 TEUs.
Tipo de carga:	Mercancías que se transportan de acuerdo al estado físico de la materia, pudiendo ser, solidas, liquidas y gaseosas, en diferentes envases/embalajes, y en unidades de transporte cerradas, recipientes intermedios a granel o a granel en las bodegas de los buques.
Tonelada métrica:	Unidad de masa equivalente a 1.000 kg (aproximadamente 2.500 libras)
Trasbordo	Transferencia de mercancía de un buque a otro buque.
Tránsito:	Paso de mercancías extranjeras a través del país cuando éste forma parte de un trayecto total comenzado en el extranjero y que debe ser terminado fuera de sus



Transporte intermodal:	fronteras por modo de transporte distinto al marítimo. Es el que utiliza al menos dos modos de transporte y que no existe una única responsabilidad frente al usuario y este puede accionar en contra de uno, o cualquiera de los transportadores.
Transporte marítimo Liner	Trasporte marítimo de servicio regular.
Transporte marítimo Tramp	Trasporte marítimo de servicio no regular, esporádico entre dos o más puertos establecidos.
Transporte Multimodal:	Es el que utiliza al menos dos modos de transporte bajo un solo contrato y única responsabilidad.
Triangulo del Norte	Nombre con el que se conoce a tres países de Centroamérica en función de su integración económica, a saber, Guatemala, El Salvador y Honduras.
Tripulación:	Persona que forma parte de la dotación de un buque, para realizar un trabajo específico, por medio de un contrato de embarque, que se rige por las leyes de la bandera de matricula de dicho buque.
VAN	Valor actualizado neto de los flujos de un proyecto.

Fuentes de información:

Diccionario de Derecho Marítimo, M. Genskowsky, Editorial Jurídica, Chile, 2003
Autoridad Marítima Portuaria de El Salvador: Glosario de Términos Marítimos Portuarios, 2010
Asociación Latino-Americana de Integración/Asociación Latinoamericana de Logística: Glosario de Términos Logísticas 2008, 2008 2009 revisado
Compañía Chilena de Navegación Interoceánica (CCNI): Glosario de Términos, sin fecha
Organización Marítima Internacional: Glosario de términos
Real Academia Española: Diccionario esencial de la lengua española, Madrid. 2006
Proyecto Mesoamérica: Glosario, 2011



INFORME ALCANCE 2: POTENCIALES LÍNEAS DE TMCD EN MESOAMÉRICA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
1. RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	1
2. DEFINICIÓN DEL MERCADO OBJETIVO DE CADA UNA DE LAS ZONAS ANALIZADAS EN EL ALCANCE ANTERIOR.....	10
2.1 Introducción	10
2.2 Determinación de Mercado Objetivo	11
2.3 Caracterización de la Matriz de Carga	14
2.4 Determinación del volumen de carga estimado para el Servicio TMCD.....	15
2.5 Influencia de las Zonas Libres	23
3. GENERACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	24
3.1 Objetivo de Maximización del Beneficio Privado de la Empresa Naviera	24
3.2 Objetivo de Maximización del Beneficio Comunitario o Social	24
3.3 Objetivo de Maximización de la Cobertura con Puertos Específicos	25
4. DISEÑO DEL SERVICIO	26
4.1 Aspectos Preliminares	26
4.2 Enfoque de Análisis	29
4.2.1 Descripción del problema	29
4.2.2 Formulación general	31
4.2.3 Procedimiento de implementación.....	39
4.3 Determinación de parámetros y variables del modelo	41
4.3.1 Identificación de los puertos en análisis	41
4.3.2 Fletes marítimos	42
4.3.3 Costos operacionales de las naves.....	46
4.3.4 Costos de capital	46
4.3.5 Costos portuarios.....	48
4.4 Resultados	54
4.4.1 Modelo representativo del comportamiento del naviero	54
4.4.2 Modelo representativo del óptimo comunitario o social	59
4.4.3 Modelo de máxima cobertura	64
5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, SOCIOECONÓMICA, FINANCIERA Y AMBIENTAL.....	69
5.1 Factibilidad Técnica	69
5.1.1 Áreas de navegación e infraestructura portuaria	69
5.1.2 Estado de los accesos viales y ferroviarios.....	70
5.1.3 Equipamiento portuario	73
5.2 Factibilidad Socioeconómica.....	76
5.2.1 Identificación de beneficios y costos sociales	76
5.2.2 Impacto económico de un puerto en su hinterland.....	79
5.2.3 Impacto en las carreteras de acceso a puertos.....	89
5.2.4 Evaluación socioeconómica de las alternativas de TMCD identificadas.....	91



5.3	Evaluación Financiera	100
5.3.1	Aspectos preliminares.....	100
5.3.2	Evaluación financiera de las alternativas de TMCD identificadas	100
5.3.3	Identificación de riesgos e incentivos necesarios.....	110
5.3.4	Estrategia global de implementación	112
5.4	Evaluación Ambiental	113
5.4.1	Identificación de Impactos	113
5.4.2	Beneficios por reducción de emisiones contaminantes y de gases efecto invernadero	114
5.5	Análisis de Sensibilidad	118
5.5.1	Resultados del cambio al tamaño de la nave.....	118
5.5.2	Resultado a aumento de frecuencia	120
5.5.3	Resultado a aumento de rendimiento de transferencia	122
5.5.4	Resultado a disminución del costo de transporte terrestre	123
ANEXO A-1:	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	124
A-1	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	125
A-1.1	Sensibilización del Tamaño de la Nave	125
A-1.1.1	Modelo representativo del comportamiento del naviero	126
A-1.1.2	Modelo representativo del óptimo social	134
A-1.1.3	Modelo de máxima cobertura	142
A-1.2	Sensibilización de la Frecuencia del Servicio	150
A-1.3	Sensibilización del Rendimiento de Carga/descarga	158
A-1.4	Reducción de Tarifas de Transporte Terrestre	166



ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1-1:	Resumen de Itinerarios y Operación del Servicio TMCD en Costa Pacífico ... 3
Cuadro 1-2:	Resumen de Itinerarios y Operación del Servicio TMCD en Costa Caribe 4
Cuadro 1-3:	Resultados de la Evaluación Social y Financiera según Escenarios 5
Cuadro 1-4:	Resultados de las Evaluaciones para una nave de 600 Teus 6
Cuadro 1-5:	Resultado de las evaluaciones para una frecuencia de dos veces por semana 7
Cuadro 1-6:	Resultado de las evaluaciones para un mayor rendimiento de transferencia 7
Cuadro 2-1:	Matriz O/D Carga TMCD Mesoamérica Océano Pacífico 2010 - Teus 17
Cuadro 2-2:	Matriz O/D Carga TMCD Mesoamérica Océano Pacífico 2010 - Boxes 17
Cuadro 2-3:	Puertos de Origen Océano Pacífico - 2010 18
Cuadro 2-4:	Puertos de Destino Océano Pacífico - 2010 18
Cuadro 2-5:	Matriz O/D Carga TMCD Mesoamérica Mar Caribe 2010 - Teus 20
Cuadro 2-6:	Matriz O/D Carga TMCD Mesoamérica Mar Caribe 2010 - Boxes 20
Cuadro 2-7:	Puertos de Origen Mar Caribe - 2010 21
Cuadro 2-8:	Puertos de Destino Mar Caribe - 2010 21
Cuadro 4-1:	Criterios utilizados en el Diseño del Servicio 28
Cuadro 4-2:	Lista de puertos a incorporar en la formulación de los modelos 42
Cuadro 4-3:	Datos de costos de transporte terrestre internacional 43
Cuadro 4-4:	Modelo de costos de transporte terrestre internacional 43
Cuadro 4-5:	Costos de transporte terrestre nacional 44
Cuadro 4-6:	Factores utilizados para la estimación de fletes marítimos por tipo de box . 45
Cuadro 4-7:	Estimación de los fletes marítimos competitivos con el modo terrestre Costa Pacífico (USD/TEU) 45
Cuadro 4-8:	Estimación de los fletes marítimos competitivos con el modo terrestre Costa Caribe (USD/TEU) 45
Cuadro 4-9:	Estimación del costo de capital asociado a la compra de naves 47
Cuadro 4-10:	Costo de capital estimado para los contenedores 47
Cuadro 4-11:	Clasificación de las tarifas portuarias examinadas 48
Cuadro 4-12:	Información de la operación portuaria utilizada para la estimación de las tarifas portuarias incorporadas en los modelos, Costa Pacífico 49
Cuadro 4-13:	Información de la operación portuaria utilizada para la estimación de las tarifas portuarias incorporadas en los modelos, Costa Caribe 50
Cuadro 4-14:	Información de las características de las naves que se han utilizado en la estimación de las tarifas portuarias incorporadas en los modelos 50
Cuadro 4-15:	Resultados globales modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico 55
Cuadro 4-16:	Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico 56
Cuadro 4-17:	Resultados globales modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe 57
Cuadro 4-18:	Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe 59
Cuadro 4-19:	Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico 60



Cuadro 4-20:	Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico	61
Cuadro 4-21:	Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe	62
Cuadro 4-22:	Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe	63
Cuadro 4-23:	Resultados globales del modelo de máxima cobertura, Costa Pacífico	65
Cuadro 4-24:	Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo de máxima cobertura Costa Pacífico	66
Cuadro 4-25:	Resultados globales del modelo de máxima cobertura, Costa Caribe	67
Cuadro 4-26:	Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo de máxima cobertura Costa Caribe	68
Cuadro 5-1:	Antecedentes de las áreas de navegación e infraestructura portuaria	70
Cuadro 5-2:	Calificación del estado de las carreteras de acceso a los puertos en análisis	72
Cuadro 5-3:	Grúas de muelle disponibles en los puertos de análisis – 2010	73
Cuadro 5-4:	Incremento porcentual en la carga movilizada-2010	74
Cuadro 5-5:	Incremento porcentual en la carga contenerizada movilizada considerando el servicio TMCD versus tasas de crecimiento históricas promedio	75
Cuadro 5-6:	Puertos analizados y sus metodologías de estudio	85
Cuadro 5-7:	Impacto económico local/regional de actividades portuarias	87
Cuadro 5-8:	Cálculo del factor de impacto para los puertos de Norteamérica considerados	88
Cuadro 5-9:	Cálculo del factor de impacto para los puertos de Europa considerados	89
Cuadro 5-10:	Impacto del tráfico del servicio TMCD sobre el tránsito TDPA en caminos ..	90
Cuadro 5-11:	Descripción de los conceptos incluidos en la evaluación socioeconómica de las alternativas de servicio	91
Cuadro 5-12:	Resumen de resultados de la evaluación socioeconómica	93
Cuadro 5-13:	Evaluación socioeconómica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico	94
Cuadro 5-14:	Evaluación socioeconómica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe	95
Cuadro 5-15:	Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico	96
Cuadro 5-16:	Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe	97
Cuadro 5-17:	Evaluación socioeconómica modelo de máxima cobertura Costa Pacífico ..	98
Cuadro 5-18:	Evaluación socioeconómica modelo de máxima cobertura Costa Caribe	99
Cuadro 5-19:	Descripción de los conceptos incluidos en la evaluación económica de las alternativas de servicio	101
Cuadro 5-20:	Resumen de resultados de la evaluación financiera	102
Cuadro 5-21:	Evaluación financiera modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico	104
Cuadro 5-22:	Evaluación financiera modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe	105
Cuadro 5-23:	Evaluación financiera modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico	106
Cuadro 5-24:	Evaluación financiera modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe	107
Cuadro 5-25:	Evaluación financiera modelo de máxima cobertura Costa Pacífico	108
Cuadro 5-26:	Evaluación financiera modelo de máxima cobertura Costa Caribe	109



Cuadro 5-27:	Parámetros utilizados en la estimación de beneficios por reducción de emisiones contaminantes y de gases efecto invernadero.....	115
Cuadro 5-28:	Beneficios por reducción de emisiones contaminantes y de gases efecto invernadero, Costa Pacífico	116
Cuadro 5-29:	Beneficios por reducción de emisiones contaminantes y de gases efecto invernadero, Costa Caribe	117
Cuadro 5-30:	Sensibilidad a Cambio de Tamaño de Nave – Escenario Comportamiento del Naviero	119
Cuadro 5-31:	Sensibilidad a Cambio de Tamaño de Nave – Escenario Comportamiento del Naviero – Evaluaciones.....	119
Cuadro 5-32:	Sensibilidad a Cambio de Tamaño de Nave – Escenario Representativo del Óptimo Comunitario	119
Cuadro 5-33:	Sensibilidad a Cambio de Tamaño de Nave – Escenario Representativo del Óptimo Comunitario - Evaluaciones	120
Cuadro 5-34:	Sensibilidad a Aumento de Frecuencia del Servicio – Escenario Representativo del Óptimo Comunitario.....	121
Cuadro 5-35:	Sensibilidad a Aumento de Frecuencia del Servicio – Escenario Representativo del Óptimo Comunitario - Evaluaciones.....	121
Cuadro 5-36:	Sensibilidad a Aumento de Rendimiento de Transferencia – Escenario Representativo del Óptimo Comunitario.....	122
Cuadro 5-37:	Sensibilidad a Aumento de Rendimiento de Transferencia – Escenario Representativo del Óptimo Comunitario - Evaluaciones	123

ÍNDICE DE CUADROS ANEXOS

	Pág.
Cuadro A- 1-1: Características de la nave de mayor tamaño utilizada en el análisis de sensibilidad	125
Cuadro A- 1-2: Resultados globales modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico, sensibilización tamaño de la nave	126
Cuadro A- 1-3: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave	127
Cuadro A- 1-4: Resultados globales modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave	128
Cuadro A- 1-5: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave.....	129
Cuadro A- 1-6: Resultados de la evaluación económica y socioeconómica, modelo representativo del naviero, sensibilización del tamaño de la nave, Valor Presente al año 2014	129
Cuadro A- 1-7: Evaluación económica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave	130
Cuadro A- 1-8: Evaluación económica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave	131
Cuadro A- 1-9: Evaluación socioeconómica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave	132
Cuadro A- 1-10: Evaluación socioeconómica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave	133



Cuadro A- 1-11: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave	134
Cuadro A- 1-12: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave	135
Cuadro A- 1-13: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave	136
Cuadro A- 1-14: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave.....	137
Cuadro A- 1-15: Resultados de la evaluación económica y socioeconómica, modelo representativo del óptimo social, sensibilización del tamaño de la nave, Valor Presente al año 2014	137
Cuadro A- 1-16: Evaluación económica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave	138
Cuadro A- 1-17: Evaluación económica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave	139
Cuadro A- 1-18: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave	140
Cuadro A- 1-19: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave	141
Cuadro A- 1-20: Resultados globales del modelo de máxima cobertura, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave.....	142
Cuadro A- 1-21: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo de máxima cobertura Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave ..	143
Cuadro A- 1-22: Resultados globales del modelo de máxima cobertura, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave.....	144
Cuadro A- 1-23: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo de máxima cobertura Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave	145
Cuadro A- 1-24: Resultados de la evaluación financiera y socioeconómica, modelo de máxima cobertura, sensibilización del tamaño de la nave, Valor Presente al año 2014	145
Cuadro A- 1-25: Evaluación económica modelo de máxima cobertura, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave.....	146
Cuadro A- 1-26: Evaluación económica modelo de máxima cobertura, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave.....	147
Cuadro A- 1-27: Evaluación socioeconómica modelo de máxima cobertura, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave.....	148
Cuadro A- 1-28: Evaluación socioeconómica modelo de máxima cobertura, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave.....	149
Cuadro A- 1-29: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización de la frecuencia del servicio	150
Cuadro A- 1-30: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización de la frecuencia del servicio.....	151
Cuadro A- 1-31: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización de la frecuencia del servicio	152
Cuadro A- 1-32: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización de la frecuencia del servicio	153



Cuadro A- 1-33: Resultados de la evaluación económica y socioeconómica, modelo representativo del óptimo social, sensibilización de la frecuencia del servicio, Valor Presente al año 2014.....	153
Cuadro A- 1-34: Evaluación económica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización de la frecuencia del servicio	154
Cuadro A- 1-35: Evaluación económica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización de la frecuencia del servicio	155
Cuadro A- 1-36: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización de la frecuencia del servicio	156
Cuadro A- 1-37: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización de la frecuencia del servicio	157
Cuadro A- 1-38: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del rendimiento de carga/descarga	158
Cuadro A- 1-39: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del rendimiento de carga/descarga.....	159
Cuadro A- 1-40: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del rendimiento de carga/descarga	160
Cuadro A- 1-41: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del rendimiento de carga/descarga.....	161
Cuadro A- 1-42: Resultados de la evaluación financiera y socioeconómica, modelo representativo del óptimo social, sensibilización del rendimiento de carga/descarga, Valor Presente al año 2014	161
Cuadro A- 1-43: Evaluación económica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del rendimiento de carga/descarga	162
Cuadro A- 1-44: Evaluación económica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del rendimiento de carga/descarga	163
Cuadro A- 1-45: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del rendimiento de carga/descarga	164
Cuadro A- 1-46: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del rendimiento de carga/descarga	165
Cuadro A- 1-47: Resultados globales modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización de los costos de transporte terrestres.....	166
Cuadro A- 1-48: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización de los costos de transporte terrestres.....	167
Cuadro A- 1-49: Resultados Evaluación Económica, modelo representativo del comportamiento del naviero, caso base y sensibilización de los costos de transporte terrestres-VAN (MUSD)	168
Cuadro A- 1-50: Evaluación económica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico, sensibilización de los costos de transporte terrestres.....	169
Cuadro A- 1-51: Evaluación económica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización de los costos de transporte terrestres.....	170



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2-1:	Cadena Logística Terrestre Actual y Alternativa TMCD..... 11
Figura 2-2	Cargas TMCD Puertos Océano Pacífico – 2010..... 19
Figura 2-3	Cargas TMCD Puertos Mar Caribe – 2010..... 22
Figura 4-1:	Esquema de los niveles de planificación a considerar en el análisis de servicios marítimos regulares 30
Figura 4-2:	Esquema general de implementación del proceso de Diseño del Servicio ... 40
Figura 4-3:	Esquema descriptivo del funcionamiento del módulo de generación de archivos y control 41
Figura 4-4:	Costos portuarios incorporados en los modelos, Costa Pacífico 52
Figura 4-5:	Costos portuarios incorporados en los modelos, Costa Caribe 53
Figura 4-6:	Itinerarios óptimos, modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico 56
Figura 4-7:	Itinerarios óptimos, modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe 58
Figura 4-8:	Itinerarios óptimos, modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico 61
Figura 4-9:	Itinerarios óptimos, modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe 63
Figura 4-10:	Itinerarios predefinidos, modelo de máxima cobertura, Costa Pacífico 64
Figura 4-11:	Itinerarios predefinidos, modelo de máxima cobertura, Costa Caribe 66
Figura 5-1:	Tipos de impactos económicos cuantificables de un puerto en la economía local 80
Figura 5-2:	La actividad portuaria y sus efectos indirectos y el multiplicador 82

1. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este Informe Alcance 2 se presenta el diseño de los servicios TMCD más apropiados y su evaluación técnica, socioeconómica, financiera y ambiental.

Se inicia el proceso con la información de los mercados objetivos que se identificaron en el Informe Alcance 1, donde se culminó con una matriz origen destino de contenedores de distinto tipo, tanto para el Océano Pacífico como para el Mar Caribe, proyectadas para los años 2010, 2020 y 2030. En estas matrices se identificaron los puertos de embarque y desembarque de los productos de acuerdo con las cadenas logísticas que se consideraron más apropiadas para el transporte naviero.

Así también, como se señala en el Informe Alcance 1, no se incluyeron los tráficos relacionados con las zonas libres pues éstos no se encuentran identificados en la información aduanera utilizada.

A fin de proceder al diseño del servicio marítimo TMCD, y dadas las numerosas opciones que existen para satisfacer parte o toda la demanda fue necesario establecer objetivos de análisis para delimitarlas en cada océano. En primer término se estableció un escenario donde el objetivo fue determinar aquella ruta donde el naviero maximiza la utilidad empresarial del servicio. En segundo término, y dado que este estudio tiene un fuerte componente de política pública, se estableció como objetivo buscar aquella ruta en que se maximizara el beneficio comunitario o social sujeto a que la empresa naviera no incurriera en pérdidas. Por último, se definió un tercer escenario donde el objetivo era establecer la ruta marítima que maximizara la cobertura geográfica del servicio sin restricciones de pérdidas para la compañía naviera. Así, en este último caso se establecieron a priori los puertos en que la compañía naviera debía recalar.

El servicio se diseñó suponiendo rutas independientes en cada océano como lo sugerían las matrices origen destino obtenidas. No se consideró dentro del diseño del servicio la posibilidad de cruzar el Canal de Panamá por su elevado costo y tiempos de espera y tránsito como por el alargamiento excesivo del itinerario de la nave. El servicio se diseñó para una frecuencia semanal, que fue lo que indicaron prácticamente todos los actores de las cadenas logísticas que se visitaron durante el estudio. La nave utilizada es de portacontenedores con una capacidad de 260 Teus.

Para propósitos de análisis y búsqueda de las mejores rutas en cada escenario se preparó un método de optimización que se explica en detalle en el capítulo



4 de este informe. Como resultado se obtuvo, para cada escenario en cada año de proyección, la mejor ruta para el servicio de transporte marítimo TMCD. Los resultados resumidos de los itinerarios y operación obtenidos se presentan en Cuadro 1-1 y Cuadro 1-2 para los distintos años de análisis.

Cuadro 1-1: Resumen de Itinerarios y Operación del Servicio TMCD en Costa Pacífico

Escenario	Descripción	Indicador	Año		
			2010	2020	2030
Representativo del comportamiento del naviero	En todos los años, los puertos terminales que maximizan la utilidad operacional del naviero corresponden a Quetzal y Caldera. En los años 2010 y 2020, se agregan al servicio los puertos de Acajutla y Corinto y, en el año 2030, Acajutla. Además, en todos los casos, los itinerarios identificados son idénticos, para cada sentido del viaje	Demanda total (Teus/año)	52.104	83.980	122.408
		TEUS movilizados (Teus/año)	38.480	38.324	41.444
		% de Teus transportado	74%	46%	34%
		Toneladas transportadas (Ton/Año)	401.501	423.130	505.972
		Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	4	3	4
Representativo del óptimo social	Para todos los años en análisis, el itinerario óptimo considera que la flota tipo recalca en los puertos de Quetzal, Acajutla, Corinto y Caldera, para ambos sentidos de circulación de las naves.	Demanda total (Teus/año)	52.104	83.980	122.408
		TEUS movilizados (Teus/año)	31.252	38.480	41.444
		% de Teus transportados	60%	46%	34%
		Toneladas transportadas (Ton/Año)	368.649	477.417	546.069
		Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	3	3	4
Máxima cobertura	El itinerario de ida y regreso considera recaladas en los puertos de Lázaro Cárdenas, Quetzal, Acajutla, Corinto, Caldera y Panama Ports Balboa	Demanda total (Teus/año)	121.524	204.880	294.892
		TEUS movilizados (Teus/año)	18.980	19.760	24.440
		% de Teus transportados	16%	10%	8%
		Toneladas transportadas (Ton/Año)	303.740	342.672	436.273
		Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	3	3	4

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro 1-2: Resumen de Itinerarios y Operación del Servicio TMCD en Costa Caribe

Escenario	Descripción	Indicador	Año		
			2010	2020	2030
Representativo del comportamiento del naviero	En todos los años, los puertos terminales que maximizan la utilidad operacional del naviero corresponden a Veracruz y Limón-Moín. En los años 2010 y 2020, se recalca además en Puerto Cortés, y en el año 2030 en Santo Tomás de Castilla. En todos los casos, los itinerarios identificados son idénticos, para cada sentido del viaje.	Demanda total (Teus/año)	43.628	71.812	102.492
		TEUS movilizados (Teus/año)	11.908	14.092	19.344
		% de Teus transportado	27%	20%	19%
		Toneladas transportadas (Ton/Año)	128.199	162.955	217.699
		Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	2	2	3
Representativo del óptimo social	En este escenario, el itinerario óptimo, se desarrolla entre los puertos de Veracruz y Limón / Moín, sin embargo, en los años 2010 y 2020, se incorpora al servicio Puerto Cortés, en el sentido Sur- Norte.	Demanda total (Teus/año)	43.628	71.812	102.492
		TEUS movilizados (Teus/año)	11.752	13.780	14.352
		% de Teus transportados	27%	19%	14%
		Toneladas transportadas (Ton/Año)	132.511	171.182	164.949
		Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	2	2	2
Máxima cobertura	El itinerario de ida y regreso considera recaladas en los puertos de Tampico, Veracruz, Santo Tomás de Castilla, Puerto Cortés, Limón/Moín y Panama Ports Cristóbal.	Demanda total (Teus/año)	50.752	84.864	121.732
		TEUS movilizados (Teus/año)	15.600	15.392	14.300
		% de Teus transportados	31%	18%	12%
		Toneladas transportadas (Ton/Año)	227.456	249.627	256.545
		Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	3	3	3

Fuente: Elaborado por Inecon

Luego de la determinación de itinerarios y datos operacionales se procedió a la evaluación técnica, socioeconómica, financiera y ambiental del servicio TMCD en cada escenario estudiado.

Desde el punto de vista técnico los análisis realizados concluyeron que en todos los casos la nave del servicio puede recalar en los puertos seleccionados.

Desde el punto de vista socioeconómico la evaluación considera los beneficios sociales atribuibles al servicio y se adicionan aquellas externalidades positivas o negativas como la menor emisión de gases contaminantes, la mayor actividad económica inducida en las ciudades puertos, las posibles inversiones en carreteras de acceso y la menor actividad en los trayectos carreteros utilizados actualmente. Se consideró una tasa social de descuento de 12%, que es la que se utiliza en la mayoría de los países de Mesoamérica, y se corrigieron los beneficios por las transferencias correspondientes al impuesto a los combustibles.

Desde el punto de vista económico financiero se tomaron en cuenta todos los conceptos de ingresos por la venta de transporte y los conceptos de costos en que incurre la compañía naviera para proporcionar el servicio.

Desde el punto de vista ambiental se evaluaron los posibles impactos en puertos y emisiones contaminantes.

Los resultados obtenidos de la evaluación se muestran en el Cuadro 1-3 donde éstos se presentan en términos de valor presente y en términos de valores anuales equivalentes.

Cuadro 1-3: Resultados de la Evaluación Social y Financiera según Escenarios

Escenario	Costa	Valor Actual Neto VAN (MUSD)		Valor Anual Equivalente (MUSD/año)	
		Evaluación Socio-económica	Evaluación Financiera	Evaluación Socio-económica	Evaluación Financiera
Representativo del comportamiento del naviero	Pacífico	76.540	130.965	10.751	21.657
	Caribe	27.797	59.192	3.904	9.788
Representativo del óptimo comunitario o social	Pacífico	91.754	130.695	12.887	21.613
	Caribe	32.463	61.259	4.560	10.130
Máxima cobertura	Pacífico	-29.703	-48.354	-4.172	-7.996
	Caribe	-75.696	-87.468	-10.632	-14.464

Fuente: Elaborado por Inecon

Como parte del análisis de viabilidad del servicio, se identificaron los riesgos del mismo y se definieron formas de mitigación, entre los cuales se analizaron la posibilidad de cambio de la estructura logística actual, la posibilidad de descreme del negocio y otros propios de los sistemas de transporte tales como el precio de los combustibles, arriendo de naves y mejoras en eficiencias en el transporte carretero.

Por otra parte, y con el mismo fin de analizar la viabilidad del servicio, se realizaron varios análisis de sensibilidad a las soluciones encontradas, según se describe a continuación.

En primer término se estudió la posibilidad de agrandar el tamaño de la nave desde una de 260 Teus a una de 600 Teus, considerando adicionalmente en esta opción un rendimiento de transferencia portuaria de 10 box/hr. El resultado indica que ésta última mejora sustancialmente las posibilidades de captar una mayor proporción de carga en las diferentes rutas estudiadas, llegando en algunos años a alcanzar el 100% de la carga potencial en los mercados analizados. Los resultados económicos de las evaluaciones para cada escenario y océano se presentan en el Cuadro 1-4.

Cuadro 1-4: Resultados de las Evaluaciones para una nave de 600 Teus

Escenario	Costa	Valor Actual Neto VAN (MUSD)		Valor Anual Equivalente (MUSD/año)	
		Evaluación Socio-económica	Evaluación Financiera	Evaluación Socio-económica	Evaluación Financiera
Representativo del comportamiento del naviero	Pacífico	206.210	295.074	28.964	48.795
	Caribe	72.467	129.525	10.178	21.419
Representativo del óptimo comunitario o social	Pacífico	217.811	305.251	30.593	50.478
	Caribe	98.717	121.891	13.865	20.157
Máxima cobertura	Pacífico	76.087	28.538	10.687	4.719
	Caribe	53.062	54.818	7.453	9.065

Fuente: Elaborado por Inecon

Desde el punto de vista financiero el hecho de utilizar una nave de mayor tamaño aumenta la rentabilidad del negocio a más del doble en comparación con aquella que se obtiene cuando se utiliza una nave de 260 Teus. Ello debido a los menores costos de arriendo de naves, consumo de combustible, ciclos de viaje y estadía en puertos. Sin embargo, INECON considera que esta opción toma una proporción muy alta del mercado potencial lo que eleva considerablemente el riesgo del negocio, por lo que no se recomienda al inicio de la implementación del proyecto.

En segundo término, se estudió la posibilidad de aumentar la frecuencia del servicio desde una recalada semanal a una de dos veces por semana, utilizando la nave de 260 Teus. El resultado indica que el aumento de frecuencia provoca una disminución de los puertos de recalada y la proporción de carga que se capta y, en casi todos los casos, se requiere un aumento de la flota, más marcadamente en la costa Caribe.

Los resultados económicos de las evaluaciones para cada océano se presentan en el Cuadro 1-5.

Cuadro 1-5: Resultado de las evaluaciones para una frecuencia de dos veces por semana

Escenario	Costa	Valor Actual Neto VAN (MUSD)		Valor Anual Equivalente (MUSD/año)	
		Evaluación Socio-económica	Evaluación Financiera	Evaluación Socio-económica	Evaluación Financiera
Representativo del óptimo comunitario o social	Pacífico	-538	44.542	-76	7.366
	Caribe	-33.600	7.220	-4.719	1.194

Fuente: Elaborado por Inecon

Desde el punto de vista financiero el hecho de utilizar mayor frecuencia disminuye la rentabilidad del negocio mostrando una rentabilidad social negativa. Esto indica que esta alternativa no es recomendable ni desde el punto de vista social ni financiero.

En tercer lugar, se estudió el impacto de aumentar el rendimiento de transferencia en los puertos, pasando de 6 box/hr a 10 box/hr. Esta opción mantiene los puertos de recalada y el tamaño de la flota, pero aumenta levemente la proporción de mercado tomada por el servicio TMCD entre un 10% y un 20%.

Los resultados económicos de las evaluaciones para cada océano se presentan en el Cuadro 1-5.

Cuadro 1-6: Resultado de las evaluaciones para un mayor rendimiento de transferencia

Escenario	Costa	Valor Actual Neto VAN (MUSD)		Valor Anual Equivalente (MUSD/año)	
		Evaluación Socio-económica	Evaluación Financiera	Evaluación Socio-económica	Evaluación Financiera
Representativo del óptimo comunitario o social	Pacífico	125.772	174.254	17.666	28.816
	Caribe	42.111	68.786	5.915	11.375

Fuente: Elaborado por Inecon



Desde el punto de vista financiero, el mayor rendimiento mejora la rentabilidad del negocio TMCD entre un 12% y un 33% dependiendo de la costa de análisis. Se estima que este rendimiento de 10 box/hr es factible de lograr en el mediano plazo dependiendo de la operatividad, eficiencia y productividad de los puertos asociados a cada servicio.

Finalmente, la reducción de un 10% en el costo de transporte carretero, producto de mejoras en éste, impacta con una reducción de un 27% y un 37% en la rentabilidad del negocio en la costa Pacífico y Caribe respectivamente.

En síntesis, las principales conclusiones del análisis realizado en este Informe Alcance 2 son las siguientes:

- a) Se recomienda impulsar la implementación del servicio TMCD por la costa Pacífico, que es el que muestra mayor potencial de desarrollo en los distintos escenarios analizados. Luego de esto, y de acuerdo a los resultados obtenidos, implementar el desarrollo en la costa Caribe.
- b) La alternativa de máxima cobertura no se recomienda pues no es rentable ni social ni privadamente, y se requeriría una gran cantidad de recursos anuales para sustentar el servicio.
- c) A fin de minimizar los riesgos de cambio en la logística del transporte que deben asumir los posibles usuarios de este servicio, los países de recaladas del servicio deben procurar entregar facilidades para que se cumpla estrictamente el itinerario de las naves. Para ello se requerirá el aseguramiento de sitio o preferencia de éste en los puertos donde recale. También para reducir los riesgos de variaciones en la demanda para el naviero se puede compensar por medio de reducciones tarifarias en los puertos.
- d) No se recomienda aumentar el tamaño de la nave al inicio del servicio sino que cuando este ya se haya consolidado, puesto que el mayor tamaño de la nave aumenta los riesgos de sustentación del negocio. Tampoco se recomienda el aumento de la frecuencia de la nave a dos veces por semana, por cuanto disminuye la rentabilidad del negocio haciéndolo inviable.
- e) El rendimiento de transferencia portuaria demuestra la importancia de la gestión y operación en los puertos en que recala el servicio como eslabones críticos de la nueva cadena logística, así como la rentabilidad



asociada al negocio del transporte marítimo. En este sentido puede ser beneficioso para la implantación del TMCD estudiar un mejoramiento de los procesos en la gestión de los puertos del servicio.

- f) Se recomienda realizar una prueba piloto del servicio para resolver los aspectos de detalle de la implantación.

De acuerdo a la discusión y análisis realizados en el Taller de Difusión que se presenta en el Informe Alcance 3 de este estudio, algunas de las propuestas anteriores presentadas por INECON resultaron modificadas, tales como:

- a) En lugar de plan piloto se recomendó iniciar un plan de acción que contenga aspectos esenciales en la definición del servicio TMCD, aspectos que se han detallado en el Informe Alcance 3 de este estudio.
- b) Se consideró innecesario proceder a un subsidio del servicio en casos de inviabilidad o riesgo. El proyecto se debe sustentar por sí solo.
- c) Se solicitó difundir los resultados del estudio a los actores relevantes.

2. DEFINICIÓN DEL MERCADO OBJETIVO DE CADA UNA DE LAS ZONAS ANALIZADAS EN EL ALCANCE ANTERIOR

2.1 Introducción

En el Informe Alcance 1 se identificaron los potenciales usuarios de un servicio marítimo tipo TMCD, como así también se realizó una síntesis de las necesidades de las familias logísticas. En esta sección, se presenta un resumen de los principales resultados de dicho informe, los que se consideran como antecedentes base de la matriz puertos de origen a puertos de destino (matriz O/D) de los volúmenes, tipos de carga y los correspondientes contenedores asociados, para los distintos puertos de recalada, sobre los cuales se realizan los análisis de un potencial servicio tipo TMCD.

En general, las distintas empresas visitadas y entrevistadas a lo largo del estudio, consideran que la existencia potencial de un servicio marítimo tipo TMCD puede resultar una alternativa viable, para la cual deben necesariamente modificar sus criterios actuales de diseño de la cadena logística. A algunas les resulta más complejo y a otras más sencillo, pero siempre están todas de acuerdo en que, si ésta resulta una alternativa confiable de más bajo costo al sistema terrestre actual, la considerarían en sus proyecciones futuras. Esto por cuanto manifiestan que permanentemente están evaluando alternativas que resulten más confiables y eficientes que las utilizadas en la actualidad.

Desde luego, recalcan como fundamentales en este proceso algunos parámetros operativos ya indicados, tales como la frecuencia del servicio, los puertos de recalada, la certeza del cumplimiento del itinerario, de tal modo que a las empresas les permita conocer anticipadamente los tiempos totales involucrados en el abastecimiento integral de sus clientes, actualmente definidos con bastante precisión salvo accidentes o eventualidades de fuerza mayor con las que necesariamente deben y ya están acostumbrados a convivir.

Todas estas características permiten definir un adecuado tiempo de respuesta en los requerimientos de productos para los diferentes pedidos, los que se reflejan en los tamaños de inventarios necesarios de acuerdo a esta nueva cadena logística, tanto de parte del cliente como del proveedor, permitiendo así un normal y oportuno abastecimiento de la mercadería.

2.2 Determinación de Mercado Objetivo

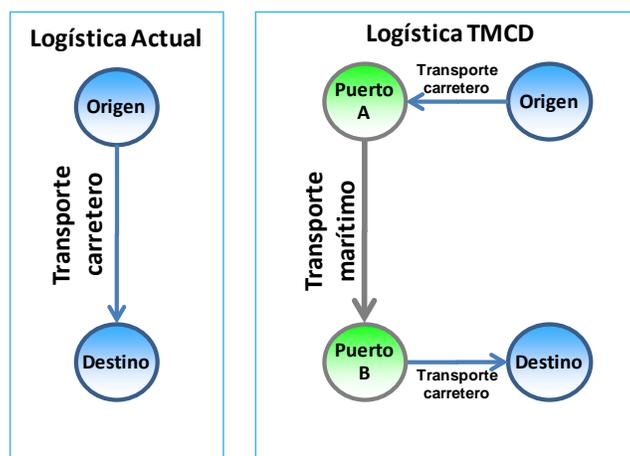
Para determinar los potenciales usuarios de un servicio TMCD y sus volúmenes asociados, para cada una de las familias logísticas analizadas en el Informe Alcance 1, INECON ha utilizado los siguientes criterios generales:

- a) Se consideraron sólo los transportes de productos que en la actualidad se realizan por vía terrestre. Ello ya que en el caso de los transportes realizados por vía marítima la logística más conveniente ya se encuentra establecida, éstos en general se tratan de productos únicos y de carácter masivo, como los combustibles, o de otros transportes marítimos que no cuentan con alternativas en otros modos, como asimismo carga en contenedores en aquellos destinos que les resultan convenientes.

Para ello, se requiere un cambio de la estructura logística actual que se realiza completamente mediante transporte terrestre. En efecto, al establecer un eslabón de la cadena en términos marítimos, se requiere que existan dos eslabones de transporte terrestre, uno desde la planta de producción hacia el puerto de embarque y otro desde el puerto de desembarque hasta el destino final. Además de ello se requieren las operaciones de descarga del medio terrestre, almacenamiento y preparación de embarque y transferencia a la nave en puertos de origen y las operaciones inversas en los puertos de destino.

A continuación, se presenta en la Figura 2-1 un croquis esquemático que presenta esta nueva estructura logística requerida, comparativa con la completamente terrestre actualmente utilizada.

Figura 2-1: Cadena Logística Terrestre Actual y Alternativa TMCD



- b) Se determinó la posibilidad de contenerización de los productos identificados, con una tasa de estiba de acuerdo al tipo de contenedor más adecuado para el producto, entre los que se consideran los del tipo dry 20', dry 40', dry 40' HC y reefer 40' HC.

Una de las mayores ventajas del transporte marítimo de cargas diversas en el mundo, lo constituye la utilización del contenedor, como medio y modo de transformar una gran diversidad de productos, de características muy diferentes y con embalajes adecuados a cada uno de ellos, en un solo producto estándar, cual es esta caja metálica, de dimensiones y peso conocidos, que permite uniformar todas las faenas de transferencia necesarias en esta nueva cadena.

Un efecto semejante de estandarización en el transporte marítimo, se obtiene al utilizar una rastra tipo plana o furgón en la cual se cargan los productos, pero en lugar de naves portacontenedores se utilizan naves tipo Ro-Ro, es decir, una que permite el embarque y desembarque de las rastras y furgones con la carga en su interior, en los puertos de origen y destino respectivamente. Dicha rastra o furgón se engancha a un cabezal para, mediante transporte terrestre, llevarla desde la planta al puerto de origen, y luego mediante otro cabezal llevarla desde el puerto de destino hasta el cliente.

Al respecto, actualmente la cadena del transporte terrestre considera distintos acuerdos de operación de las empresas que los realizan, según sea el país de origen y el país de destino respectivamente. En la operación del sistema terrestre actual no se permite a flotas de camiones de determinados países cruzar las fronteras hacia otros, como por ejemplo ocurre actualmente en Ciudad Hidalgo en la frontera de México con Guatemala, con camiones mexicanos con destino a países mesoamericanos y viceversa.

Este aspecto se considera como una dificultad muy importante de la cadena integral de abastecimiento, si se utilizara transporte marítimo tipo Ro-Ro, en el cual las rastras y furgones con su carga correspondiente deben viajar a bordo, desde un determinado país a otro con camiones que actualmente no pueden circular libremente al interior de Mesoamérica.

Esto significaría no respetar el esquema actualmente establecido, lo que se estima produciría una gran resistencia al cambio de estructura logística por parte de los actuales transportistas terrestres, sin apreciar

adecuadamente las potenciales ventajas del nuevo sistema. Por esta razón, INECON considera en esta fase del proyecto, utilizar solo el sistema de carga contenerizada y naves del tipo portacontenedores.

- c) El proceso de consolidación y desconsolidación de carga en contenedores, se puede realizar tanto en las plantas productoras como en centros de distribución o puertos en el caso del origen, así también, se utilizan estructuras similares complementarias en el caso del destino. La mayor parte de las empresas visitadas, desde el punto de vista de la cadena logística, manifestaron su preferencia de consolidar en origen y desconsolidar en destino. Sin embargo, en el caso de algunas empresas que manejan productos de mucho peso, como el fierro, la preferencia es realizar la consolidación/desconsolidación en los puertos o centros logísticos junto a los mismos, ya que pueden colocar mayor peso en los contenedores.
- d) Adicionalmente a la factibilidad de contenerización, se analizó la posibilidad de incorporar una fracción o la totalidad del volumen de esa carga ya contenerizada, a un servicio marítimo del tipo TMCD. Ello en base al conocimiento y experiencia de Inecon en el levantamiento de las cadenas logísticas, el tipo de producto de que se trata y lo informado en las entrevistas con las empresas visitadas. Por ejemplo, en el caso de las frutas y hortalizas, si bien éstas son perfectamente contenerizables, la forma de organización logística actual de estos productos en Mesoamérica la hacen prácticamente imposible de transportar en una cadena logística alternativa. En efecto, la fórmula usual actual es transportar durante el proceso de cosecha estos productos directamente desde la finca al cliente final. Cabe hacer notar que para las exportaciones de ultramar se utiliza la cadena usual de transporte a "packing", consolidación y embarque.
- e) Otro factor, se refiere a la gran cercanía que existe entre algunos de los países de Mesoamérica, particularmente relevantes en este caso resultan los países vecinos directos. Éstos en general cuentan con una adecuada conectividad de carretera para el transporte terrestre, normalmente con tráfico de intercambio entre sus ciudades capitales, que hacen prácticamente inviable la opción de un servicio marítimo de las características señaladas.

De este modo no se consideró factible el transporte TMCD en aquellos países que son vecinos directos, como El Salvador con Honduras, sin embargo, sí se consideró factible el TMCD entre México y Guatemala

debido al volumen de intercambio entre ellos y la gran distancia que separan los mercados.

2.3 Caracterización de la Matriz de Carga

Por otra parte, considerando todos los factores anteriormente enunciados, INECON preparó en el Informe Alcance 1 una síntesis de necesidades de las familias logísticas del área de influencia, que permite estimar los potenciales usuarios para el TMCD, destacando entre otras las siguientes características principales que permiten definir dicho servicio:

- a) **Orígenes/Destinos:** para cada familia logística se asignó un origen y destino del movimiento del producto, de acuerdo a los antecedentes del transporte terrestre, de la ubicación de las plantas productoras y/o consumidoras y el destino del intercambio. De esta forma se determinaron los puertos más apropiados de salida en el origen y de entrada en el destino, que se presentan en una matriz O/D expresada en Teus. Para ello se consideraron los esquemas logísticos actualmente establecidos por las empresas, los cuales determinan los puertos de origen y destino respectivamente.
- b) **Océano:** la matriz anterior se presenta en forma separada para el Océano Pacífico y Mar Caribe respectivamente.
- c) **Volúmenes de Carga:** para el servicio TMCD los volúmenes de carga estimados factibles de transportar se expresan en cantidad de Teus totales equivalentes y en número de contenedores. De esta manera se eliminan los distintos tipos de carga y se estandarizan a Teus y boxes respectivamente.
- d) **Frecuencias de servicio:** es el resultado que se obtiene de la cantidad de carga disponible para transporte y la efectiva capacidad de transporte de contenedores con que cuenta el servicio tipo TMCD, por lo que a mayor oferta de carga, mayor será el número de naves requeridas, aspecto que mejora el factor de frecuencia. En todo caso, considerando los comentarios de las empresas entrevistadas y la frecuencia de los otros servicios de transporte marítimo es opinión de Inecon, que se requiere una frecuencia de al menos una recalada semanal por puerto.

En este punto, se considera importante señalar que en el análisis de la carga relevante con su correspondiente origen y destino, se estableció

como parámetro básico de diseño, que el servicio TMCD debería tener al menos un puerto por país en cada uno de los océanos.

- e) Formas de contratación del servicio: otra característica importante para el servicio, lo constituye la forma de contratación del transporte asociado a la correspondiente cadena logística. En algunas cadenas actuales, las empresas compran sus insumos o materias primas puestas en su planta, en otras aprovechan el retorno del transporte de su producto principal, para regresar a su planta industrial con los correspondientes insumos. Es decir, la cadena logística de distribución está íntimamente relacionada con la cadena de abastecimiento de insumos, resultado que permite racionalizar y optimizar el costo del transporte terrestre, al tener el flete contratado en ambas direcciones.

Por ejemplo, es el caso de empresas que traen chatarra desde centros de acopio de compra de la misma, hasta su planta siderúrgica y regresan al origen con los camiones cargados con productos de fierro y acero. Así también, es el caso de empresas productoras de aceites, jabones y detergentes, que van con sus productos hasta el mercado y regresan con envases de plástico, vidrio y cajas de cartón hasta su planta de proceso.

Es decir, el diseño del servicio TMCD considera la existencia de esta opción de cadenas mixtas, entre el abastecimiento y distribución respectivamente, en las cuales el contenedor viaja cargado con el producto en una dirección y regresa al origen con otro producto consolidado. Este flujo no necesariamente se realiza en forma instantánea, llega un día con el producto a una planta o centro de distribución donde se desconsolida y posteriormente, al día siguiente o en la tarde, se consolida con el insumo en la planta correspondiente del productor del mismo o centro de distribución asociado.

2.4 Determinación del volumen de carga estimado para el Servicio TMCD.

Los resultados de los análisis realizados en el Informe Alcance 1 de este estudio, se presentan en forma resumida en los cuadros siguientes donde se indica el movimiento total interportuario estimado para un servicio tipo TMCD en el año base 2010, expresado tanto en Teus como en contenedores o cantidad de boxes, agrupado por puerto de origen y puerto de destino, tanto para el Océano Pacífico, como el Mar Caribe respectivamente.



De la suma de dichos cuadros es posible observar que este transporte resulta equivalente a un total de 177.085 Teus anuales, de los cuales el Océano Pacífico alcanza a 121.720 Teus y el Mar Caribe alcanza a 55.365 Teus anuales, los que representan el 68,7% y 31,3% respectivamente.

En los Cuadro 2-1 y Cuadro 2-2 siguientes se muestra la matriz O/D de puertos del Océano Pacífico expresadas en Teus y boxes respectivamente.

Cuadro 2-1: Matriz O/D Carga TMCD Mesoamérica Océano Pacífico 2010 - Teus
(Teus)

Puerto Origen\Destino	Acajutla	Buenaventura	Caldera	Corinto	Panama Ports Balboa	Puerto de Lázaro Cárdenas	Quetzal	Total
Acajutla		20	5.966		2.039	2.351		10.376
Caldera	8.148						5.945	14.093
Corinto	0	21		92		3.540	3.700	7.354
Panama Ports Balboa	400			617	5	21	96	1.139
Puerto de Lázaro Cárdenas	12.262	37	373	5.871	474		33.897	52.914
Quetzal			8.064	20.291	1.983	5.507		35.845
Total	20.810	78	14.402	26.871	4.501	11.421	43.637	121.720

Elaborado por Inecon

Cuadro 2-2: Matriz O/D Carga TMCD Mesoamérica Océano Pacífico 2010 - Boxes
(Boxes)

Puerto Origen\Destino	Acajutla	Buenaventura	Caldera	Corinto	Panama Ports Balboa	Puerto de Lázaro Cárdenas	Quetzal	Total
Acajutla		10	3.263		1.083	1.061		5.416
Caldera	6.276						3.765	10.041
Corinto	0	10		40		1.770	2.051	3.872
Panama Ports Balboa	201			342	4	10	48	604
Puerto de Lázaro Cárdenas	7.001	19	186	3.134	234		20.734	31.308
Quetzal			5.767	12.160	1.071	2.754		21.752
Total	13.477	39	9.216	15.676	2.392	5.595	26.598	72.993

Elaborado por Inecon

En estos cuadros del Océano Pacífico es posible observar:

- Puertos de origen: el principal puerto de origen es Lázaro Cárdenas en México que alcanza a un movimiento de embarque de 52.914 Teus o 31.308 Boxes equivalente al 43,5% y 42,9% respectivamente. Le siguen en importancia Quetzal, Caldera, Acajutla, Corinto y Panamá Ports Balboa, alcanzando entre estos seis puertos una transferencia de embarque de 121.720 Teus o 72.993 Boxes equivalentes al 100,0% del total, cuyo detalle se muestra en el Cuadro 2-3

Cuadro 2-3: Puertos de Origen Océano Pacífico - 2010

Puerto de origen	Teus		Boxes	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Puerto de Lázaro Cárdenas	52.914	43,5%	31.308	42,9%
Quetzal	35.845	29,4%	21.752	29,8%
Caldera	14.093	11,6%	10.041	13,8%
Acajutla	10.376	8,5%	5.416	7,4%
Corinto	7.354	6,0%	3.872	5,3%
Panamá Ports Balboa	1.139	0,9%	604	0,8%
Total	121.720	100,0%	72.993	100,0%

Elaborado por Inecon

- Puertos de destino: el principal puerto de destino es Quetzal en Guatemala que alcanza a un movimiento de desembarque de 43.637 Teus o 26.598 Boxes equivalente al 35,9% y 36,5% respectivamente. Le siguen en importancia Corinto, Acajutla, Caldera, Lázaro de Cárdenas y Panamá Ports Balboa, alcanzando entre estos seis puertos una transferencia de desembarque de 121.642 Teus o 72.953 Boxes equivalentes al 99,9% del total cada uno, cuyo detalle se muestra en el Cuadro 2-4

Cuadro 2-4: Puertos de Destino Océano Pacífico - 2010

Puerto de destino	Teus		Boxes	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Quetzal	43.637	35,9%	26.598	36,4%
Corinto	26.871	22,1%	15.676	21,5%
Acajutla	20.810	17,1%	13.477	18,5%
Caldera	14.402	11,8%	9.216	12,6%
Puerto de Lázaro Cárdenas	11.421	9,4%	5.595	7,7%
Panamá Ports Balboa	4.501	3,7%	2.392	3,3%
Total	121.642	99,9%	72.953	99,9%

Elaborado por Inecon

A continuación, en la Figura 2-2 se presenta un esquema que ilustra la carga de origen y destino expresada en Teus para cada uno de los principales puertos del servicio TMCD.

Figura 2-2 Cargas TMCD Puertos Océano Pacífico – 2010
(Teus)

Destino	Puertos	Origen
11.421	Lázaro Cárdenas	52.914
43.637	Quetzal	35.845
20.810	Acajutla	10.376
26.871	Corinto	7.354
14.402	Caldera	14.093
4.501	Panama Ports Balboa	1.139
121.642	Total	121.720

En los Cuadro 2-5 y Cuadro 2-6 se muestra la matriz O/D de puertos del Mar Caribe expresadas en Teus y boxes respectivamente.

Cuadro 2-5: Matriz O/D Carga TMCD Mesoamérica Mar Caribe 2010 - Teus
(Teus)

Puerto Origen\Destino	Barranquilla	Cartagena	Colon Container Terminal	Haina	Limón/Moín	Panama Ports Cristóbal	Progreso	Puerto Cortés	Puerto de Belice	Santo Tomás de Castilla	Veracruz	Total
Cartagena										11		11
Colon Container Terminal			7									7
Haina					1		342	661			521	1.525
Limón/Moín	268			6				11.121	113	8.151	3.246	22.904
Panama Ports Cristóbal								136				136
Puerto Cortés	14	7		2.022	2.523	728			557		813	6.663
Puerto de Belice					5			1				6
Santo Tomás de Castilla	1										2.575	2.575
Tampico		11			1.067			436		5.349		6.864
Veracruz		56		19	4.161	86		7.408		2.944		14.673
Total	282	74	7	2.047	7.756	813	342	19.763	670	16.455	7.155	55.365

Elaborado por Inecon

Cuadro 2-6: Matriz O/D Carga TMCD Mesoamérica Mar Caribe 2010 - Boxes
(Boxes)

Puerto Origen\Destino	Barranquilla	Cartagena	Colon Container Terminal	Haina	Limón/Moín	Panama Ports Cristóbal	Progreso	Puerto Cortés	Puerto de Belice	Santo Tomás de Castilla	Veracruz	Total
Cartagena										5		5
Colon Container Terminal			3									3
Haina					1		149	360			261	770
Limón/Moín	268			5				5.937	66	4.129	3.246	13.650
Panama Ports Cristóbal								104				104
Puerto Cortés	7	3		1.011	1.346	364			556		653	3.940
Puerto de Belice					2			1				3
Santo Tomás de Castilla	1										2.575	2.575
Tampico		11			735			436		5.349		6.532
Veracruz		28		17	2.146	43		3.911		1.472		7.615
Total	275	43	3	1.032	4.230	407	149	10.749	622	10.955	6.734	35.199

Elaborado por Inecon

En los cuadros anteriores, que corresponden al Mar Caribe es posible observar:

- Puertos de origen: el principal puerto de origen es Limón en Costa Rica que alcanza a un movimiento de embarque de 22.904 Teus equivalente al 41,4%. Le siguen en importancia Veracruz, Puerto Cortés, Tampico, Santo Tomás de Castilla y Haina, alcanzando entre estos siete puertos una transferencia de embarque de 55.341 Teus equivalentes al 100,0% del total, cuyo detalle se muestra en el Cuadro 2-7.

Cuadro 2-7: Puertos de Origen Mar Caribe - 2010

Puerto de origen	Teus		Boxes	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Limón/Moín	22.904	41,4%	13.650	38,8%
Veracruz	14.673	26,5%	7.615	21,6%
Tampico	6.864	12,4%	6.532	18,6%
Puerto Cortés	6.663	12,0%	3.940	11,2%
Santo Tomás de Castilla	2.575	4,7%	2.575	7,3%
Haina	1.525	2,8%	770	2,2%
Panamá Ports Cristóbal	136	0,2%	104	0,3%
Total	55.341	100,0%	35.188	100,0%

Elaborado por Inecon

- Puertos de destino: el principal puerto de destino es Puerto Cortés en Honduras que alcanza a un movimiento de desembarque de 19.763 Teus equivalente al 35,7%. Le siguen en importancia Santo Tomás de Castilla, Limón, Veracruz, Haina y Panamá Ports Cristóbal, alcanzando entre estos siete puertos una transferencia de desembarque de 54.659 Teus equivalentes al 98,7% del total, cuyo detalle se muestra en el Cuadro 2-8.

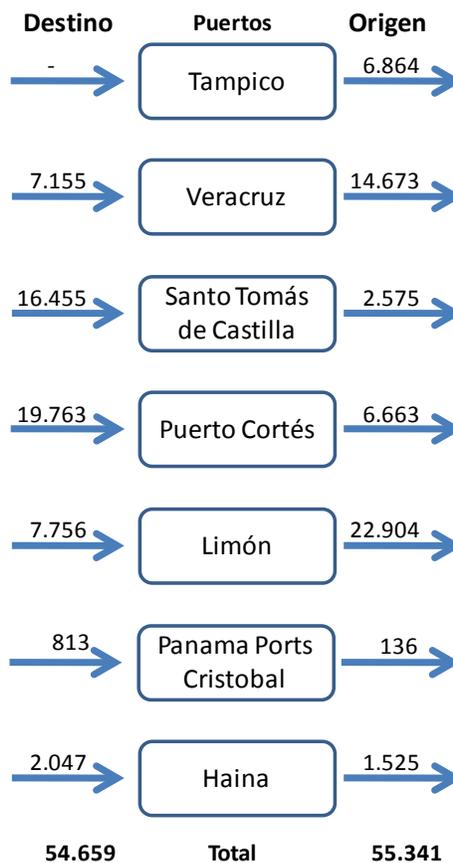
Cuadro 2-8: Puertos de Destino Mar Caribe - 2010

Puerto de destino	Teus		Boxes	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Puerto Cortés	19.763	35,7%	10.749	30,5%
Santo Tomás de Castilla	16.455	29,7%	10.955	31,1%
Limón/Moín	7.756	14,0%	4.230	12,0%
Veracruz	7.155	12,9%	6.734	19,1%
Haina	2.047	3,7%	1.032	2,9%
Panamá Ports Cristóbal	813	1,5%	407	1,2%
Puerto de Belice	670	1,2%	622	1,8%
Total	54.659	98,7%	34.107	96,9%

Elaborado por Inecon

A continuación, en la Figura 2-3 se presenta un esquema que ilustra la carga de origen y destino expresada en Teus para cada uno de los principales puertos del servicio TMCD en el Mar Caribe.

Figura 2-3 Cargas TMCD Puertos Mar Caribe – 2010
(Teus)





2.5 Influencia de las Zonas Libres

Cabe hacer notar que en las matrices de carga presentadas no se ha incluido información sobre el movimiento en las zonas libres, pues éstas no se reflejan en las informaciones y registros de aduanas, y no se tuvo esta información disponible para la realización del estudio. Este tráfico puede ser un complemento del TMCD ya que podría aportar volumen a la matriz anteriormente definida.

De información parcial que se tuvo disponible de la Zona Libre de Colón en Panamá se pudo constatar que es un tráfico absolutamente desequilibrado en entrada y salida, con más de un 90% de solo salida, y el 80% del movimiento de esta zona libre con Mesoamérica lo representan Colombia, Panamá y Costa Rica, países que en este tráfico no son potenciales usuarios del servicio TMCD.

3. GENERACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En las secciones anteriores se identificaron las características básicas que debe cumplir un servicio de transporte marítimo como el TMCD. Sin embargo, aun no se define la ruta de la nave para captar parte o la totalidad de la demanda potencial proyectada en el área. Para ello INECON ha definido una estrategia de análisis, que permite generar y evaluar las alternativas de servicios navieros más apropiadas tanto en el Océano Pacífico como en el Mar Caribe respectivamente. Ello por cuanto existe un gran número de opciones de rutas distintas que pueden satisfacer los requerimientos del servicio. De este modo, la selección de una u otra alternativa es un ejercicio complejo sin que se defina una estrategia para evaluarlas.

Esta estrategia tiene como punto básico la definición de los objetivos a seguir para determinar el servicio más apropiado. Así, se han considerado los siguientes tres objetivos alternativos:

- Objetivo de maximización del beneficio privado de la empresa naviera.
- Objetivo de maximización del beneficio comunitario o social.
- Objetivo de maximización de la cobertura con puertos específicos.

3.1 Objetivo de Maximización del Beneficio Privado de la Empresa Naviera

Este objetivo consiste en determinar aquella ruta, en un océano establecido, que maximiza el beneficio privado de la compañía naviera que presta el servicio de transporte marítimo. Este beneficio consiste en la obtención de ingresos por los fletes y el desembolso de gastos para realizarlo. También forma parte de este cálculo el número de naves que se requieren para el efecto.

3.2 Objetivo de Maximización del Beneficio Comunitario o Social

Dado que INECON entiende que este estudio tiene un objetivo de política pública en los países mesoamericanos, es que se ha definido un objetivo de maximizar el beneficio comunitario o social que se puede alcanzar con un servicio TMCD. Este beneficio queda representado por los recursos que se requieren para que el servicio pueda operar y los recursos que se ahorran por dejar de realizar transportes en la carretera. Además de ello en esta evaluación social se incorporan las externalidades positivas o negativas que este servicio genera, dentro de las cuales se consideran la mayor actividad generada en los puertos y sus ciudades, la menor emisión de CO₂ a la atmósfera por parte del transporte carretero comparado con la emisión del



transporte marítimo considerando en este último los tramos terrestres correspondientes.

Sin embargo, en este caso se ha buscado aquél servicio que maximiza el beneficio comunitario o social del conjunto de los países, pero con la restricción de que la compañía naviera financie al menos los costos en que incurre para ofrecer el servicio.

La forma como se estimaron los beneficios comunitarios o sociales se explica en los capítulos siguientes de este informe.

3.3 Objetivo de Maximización de la Cobertura con Puertos Específicos

Este objetivo ha sido diseñado para entregar mayor cobertura de puertos en el servicio TMCD, por ello, lo que se busca es maximizar el tonelaje transportado pero respetando recaladas en una lista de puertos preestablecida. En esta opción es posible que la compañía naviera no obtenga suficientes recursos para financiar la operación del servicio.

En el capítulo siguiente sobre diseño del servicio, se presenta la forma como se determinaron las mejores rutas de cada uno de los objetivos anteriormente descritos. Además, en el capítulo 5 de este informe se presentan las evaluaciones técnica, socioeconómica, financiera y ambiental para cada ruta seleccionada.

4. DISEÑO DEL SERVICIO

4.1 Aspectos Preliminares

El proceso de diseñar los servicios marítimos bajo análisis, requiere como etapa previa, definir los aspectos básicos que caracterizarán su funcionamiento. A continuación, se describen los principales elementos examinados:

- a) Modo de operación. Se pueden distinguir tres tipos fundamentales de modo de operación de fletes marítimos, los que se pueden denominar: industrial, no regular y regular.¹ El transporte industrial se caracteriza porque el dueño de la carga, además puede ser el propietario de las naves – o bien las arrienda por un largo período de tiempo – método a través del cual busca minimizar el costo total de transporte. Aunque se encuentran predefinidos los puertos del servicio, la secuencia en que éstos son utilizados, así como la frecuencia del servicio y su itinerario son variables y los determinan las características del flujo de la carga.

Los servicios no regulares se caracterizan porque éstos sólo operan cuando existe demanda de carga y usualmente se atiende sólo a un cliente a la vez. De esta forma, se acuerdan contratos entre navieros y despachadores para transportar, generalmente, graneles y/o carga fraccionada entre determinados puertos y por un período específico de tiempo. Si existe demanda adicional de carga, ésta es transportada dependiendo de la capacidad de la flota, en forma tal de maximizar los ingresos. Por lo tanto, en este caso, no existen variables operacionales predeterminadas.

Por el contrario, en un servicio regular se encuentran definidos los puertos donde recalarán las naves y las frecuencias e itinerarios establecidos son públicos, atendiendo en general a múltiples clientes, de acuerdo a un sistema de reservas de requerimientos de flete expresados en Teus, boxes o toneladas respectivamente.

- b) Representación de la demanda por transporte. Existen tres posibles formas de incorporar la demanda en el modelo: en forma determinística, estocástica o dependiente del servicio ofrecido.

¹ Conocidos generalmente como servicios tipo *tramp* y *liner*, respectivamente.

- c) Horizonte de planificación. Este aspecto se refiere a si existe un período de tiempo predefinido durante el cual se modela el funcionamiento del servicio y en caso afirmativo, si es necesario que todas las rutas completen su viaje dentro de ese período.
- d) Tamaño de la flota. Dependiendo del alcance del análisis, se puede considerar que el tamaño de la flota es fijo y por lo tanto, la descripción del problema determina su magnitud. En un horizonte de mediano y largo plazo, se pueden considerar problemas de gestión de flota, donde el tamaño es variable y además, éste puede cambiar o no durante el período de análisis.
- e) Composición de la flota. En este caso se decide si las naves son similares en lo que respecta a las características más importantes que inciden en su funcionamiento: capacidad, velocidad, dimensiones. Además, en lo que respecta a la capacidad, éstas pueden ser múltiples si la nave es multipropósito.²
- f) Compatibilidad entre naves y puertos. Se refiere básicamente a si se considera explícitamente en el diseño, la compatibilidad entre el tamaño de la nave y las facilidades que ofrece la infraestructura portuaria y las facilidades de navegación, así como la disponibilidad de equipamiento portuario requerido dadas las características de la nave y de la carga transportada.
- g) Número de rutas por nave. En un servicio regular que transporta carga contenerizada, una vez que una nave es asignada a una ruta, permanece operando en ésta, realizando múltiples viajes durante el período de planificación. Sin embargo, en el caso, por ejemplo, de los servicios regulares tipo Ro-Ro es muy probable que una misma nave sirva diferentes rutas.
- h) Velocidad de navegación. En este caso se define si la velocidad de navegación constituye una variable de decisión del problema, en el entendido que dicha variable incide directamente en los costos y en el nivel de servicio ofrecido con respecto a la regularidad del mismo.
- i) Satisfacción parcial de la demanda. Esta característica se refiere a si se permite que sólo una parte de la demanda sea transportada por el servicio de transporte marítimo. Existen varias razones que justifican

² Por ejemplo, capacidad medida en TEUS y en CEUS (Car Equivalent Unit), si además de contenedores la nave puede transportar carga rodante.

esta decisión, sin embargo, la más determinante consiste en que el transporte de ciertas cargas puede generar costos que superan los ingresos que se percibirían por prestar el servicio.

- j) Transbordo de carga. Se refiere a la incorporación en el modelo, de puertos que operen como puntos de transbordo para el servicio analizado. Esta característica constituye una necesidad, básicamente, en aquellos casos donde los servicios regulares operan en complejas redes de tipo *hub-and-spoke*. Es decir, distintos servicios regulares recalcan en un mismo puerto, en el cual trasbordan carga de un servicio a otro, a fin de optimizar el itinerario diseñado en la estrategia global de prestación de servicios.
- k) Restricciones de programación de la operación en los puertos. En este caso se pueden distinguir tres situaciones típicas. La primera se refiere a que la atención de la nave está supeditada a que el tiempo de servicio en cierto puerto es fijo y éste se conoce en forma anticipada. Otra posibilidad corresponde al caso en que existe una “ventana de tiempo” en la cual el puerto puede atender a la nave. Finalmente, el caso menos restrictivo es aquel donde no existen limitaciones para atender a la nave en un determinado puerto, en cuyo caso es de acuerdo al orden de llegada.
- l) Tipo de operación en los puertos. Este criterio se refiere a si se incorporan restricciones ex-ante a las maniobras de embarque y desembarque de carga que se pueden realizar en los puertos. Es decir, si se consideran puertos donde sólo se pueden realizar embarques o desembarques, o si existen múltiples puertos donde estas maniobras son permitidas. En el caso más general, en cada puerto se pueden realizar ambas maniobras simultáneamente.

Considerando lo ya planteado, para el diseño del servicio, se han ocupado los criterios indicados en el Cuadro 4-1.

Cuadro 4-1: Criterios utilizados en el Diseño del Servicio

Ítem	Característica del modelo de servicio	Criterio adoptado
(a)	Modo de operación	Servicio regular
(b)	Representación de la demanda por transporte	Determinística
(c)	Horizonte de planificación	Predefinido, las naves deben completar sus rutas en dicho período
(d)	Tamaño de la flota	Fijo, corresponde a un parámetro del análisis

Ítem	Característica del modelo de servicio	Criterio adoptado
(e)	Composición de la flota	Homogénea
(f)	Compatibilidad entre naves y puertos	Existe y esta característica define el conjunto de los puertos de análisis
(g)	Número de rutas por nave	Ruta única
(h)	Velocidad de navegación	No corresponde a una variable de decisión, se ocupa un valor promedio consistente con las características de la nave tipo
(i)	Satisfacción parcial de la demanda	Es permitida
(j)	Transbordo de carga	No se incorpora
(k)	Restricciones de programación en la operación en los puertos	No se incorpora
(l)	Tipo de operación en los puertos	Se permiten maniobras de carga y descarga en todos los puertos bajo análisis

Fuente. Elaborado por Inecon

4.2 Enfoque de Análisis

En este punto se define el problema a resolver, se plantea su formulación y se explica el procedimiento utilizado para obtener el diseño requerido.

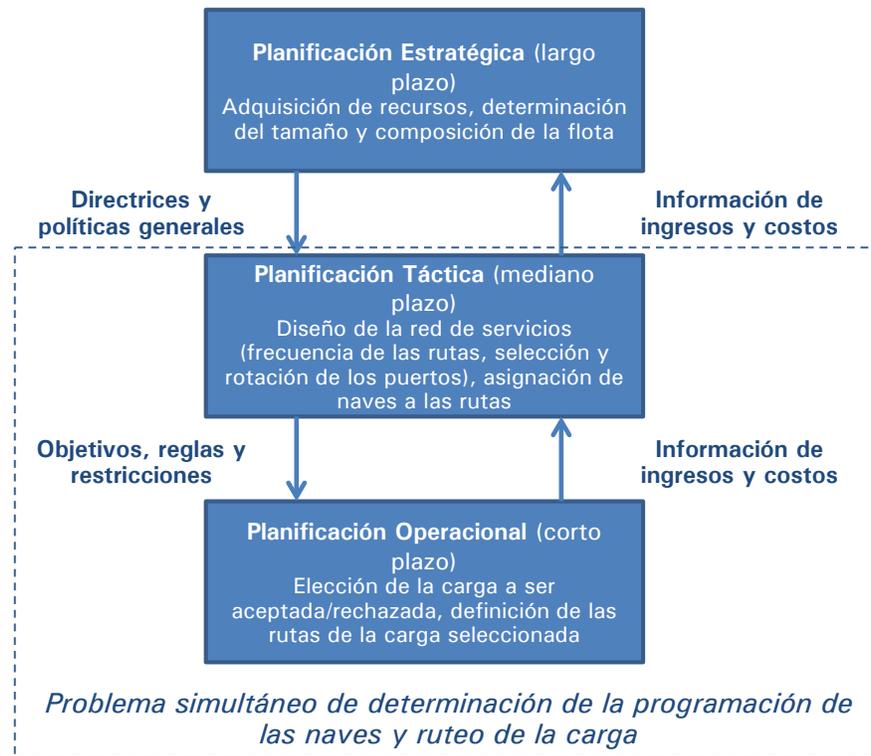
4.2.1 Descripción del problema

Los servicios marítimos del tipo regular involucran principalmente el transporte de carga contenerizada mediante servicios compuestos por rutas completamente programadas. El número de naves requeridas por un determinado servicio se determina, fundamentalmente, considerando la frecuencia de servicio ofrecida en determinadas rutas, la distancia que debe recorrer una nave en dichas rutas, la velocidad de operación correspondiente y el tiempo de estadía en puerto de origen y destino para la transferencia de cargas. Como se señala en Agarwal y Ergun (2008),³ en la práctica, la definición de este tipo de aspectos, se enmarca en un proceso de toma de decisiones que incorpora distintos niveles de planificación.

En la Figura 4-1 se presenta un diagrama esquemático donde se sintetizan las características de este proceso, identificando las etapas de planificación estratégica, táctica y operacional respectivamente.

³Agarwal, R., Ergun, O. 2008. Ship Scheduling and Network Design for Cargo Routing in Liner Shipping. Transportation Science Vol. 42, N°2, pp. 175-196.

Figura 4-1: Esquema de los niveles de planificación a considerar en el análisis de servicios marítimos regulares



Fuente: Elaborado por Inecon en base a Agarwal y Ergun (2008)

- a) Planificación estratégica. En esta etapa de largo plazo, se determina el número y composición de las naves que se incorporarán en la flota que prestará los servicios. Este tipo de decisión resulta determinante en la obtención de los resultados económicos esperados, dada la magnitud de la inversión en capital que involucra.
- b) Planificación táctica. En esta etapa de mediano plazo, se diseña la red de servicios mediante la creación de las rutas que ocuparán las naves, es decir, la secuencia de puertos que serán visitados por una determinada flota. Las naves se mueven en ciclos, desde un puerto al siguiente, siguiendo la misma rotación de puertos durante todo el horizonte de planificación.

Adicionalmente, para mantener una determinada cartera de clientes y proveerlos de una programación e itinerario regular, generalmente se debe realizar al menos una salida semanal desde cada puerto incluido en el ciclo. Lo anterior, requiere que el número de naves que opera en el

ciclo sea al menos igual al número de semanas que se requieren para completar dicho itinerario. Este problema generalmente se denomina diseño de la programación de las naves.

- c) Planificación operacional. En esta etapa de corto plazo se seleccionan las cargas que serán incorporadas en el servicio y las rutas que ocuparán las naves para transportarlas. Como ya se mencionó en el punto previo, esta decisión puede deberse a que no es rentable transportar una determinada carga, o bien, a que otras cargas, probablemente disponibles en otros puertos, son relativamente más rentables para el negocio. Este problema generalmente se denomina ruteo de la carga.

Por consiguiente, las decisiones realizadas en un determinado nivel de planificación afectan secuencialmente el resto de los aspectos que configuran las características del servicio ofrecido. Las decisiones estratégicas fijan las políticas generales y directrices que se adoptarán en los niveles táctico y operacional. De igual forma, las decisiones que se efectúan en el nivel táctico determinan las restricciones de capacidad y la configuración del servicio, que deben ser considerados en el nivel operacional. A su vez, la información de ingresos y costos generada en cada etapa, permite retroalimentar la toma de decisiones en los niveles superiores de planificación.

Estos aspectos han sido incorporados en la formulación del modelo que se presenta en el siguiente punto, a través de un proceso iterativo, donde para diferentes posibles decisiones de tipo estratégico, se resuelve un problema simultáneo de programación de naves y ruteo de la carga.

4.2.2 Formulación general

Para resolver el problema simultáneo de programación de naves y ruteo de la carga se ha formulado un problema mixto lineal-entero,⁴ utilizando como referencia básica la formulación matemática desarrollada en C.W. Chu et

⁴ Existen múltiples enfoques y métodos de solución del problema de diseño del servicio, lo que se puede revisar, por ejemplo, en: Kjeldsen, K. 2011. Classification of Ship Routing and Scheduling Problems in Liner Shipping. *INFOR*, Vol. 49, No. 2, pp. 139–152, y en, Christiansen, M., Fagerholt, K., Ronen, D. 2004. Ship Routing and Scheduling: Status and Perspectives. *Transportation Science* 38(1), pp. 1–18. Al respecto, se ha observado que existe un compromiso (o *trade-off*) entre la complejidad del método ocupado y la posibilidad de obtener soluciones exactas. En este análisis, se ha optado por privilegiar este último aspecto, descartándose el uso de heurísticas.

al.(2003)⁵. En base a lo anterior, se han implementado diferentes modelos, para cada costa (Pacífico y Caribe) y año de análisis (2010,2020 y 2030). El servicio se diseñó suponiendo rutas independientes en cada océano como lo sugerían las matrices origen destino obtenidas. No se consideró dentro del diseño del servicio la posibilidad de cruzar el Canal de Panamá por su elevado costo y tiempos de espera y tránsito como por el alargamiento excesivo del itinerario de la nave. Lo anterior en función de los siguientes escenarios:

- Modelo representativo del comportamiento del naviero. En este caso se busca maximizar la utilidad operacional del operador, sujeto a un conjunto de restricciones que permiten obtener la configuración óptima del servicio regular ofrecido por la flota tipo. En la función objetivo se incluyen los componentes de ingresos y costos que son relevantes para la elección de los puertos.
- Modelo representativo del óptimo comunitario o social. En esta formulación, se incorporan los principales componentes de los beneficios y costos socioeconómicos y, en consecuencia, se busca maximizar el beneficio neto resultante. Las restricciones son similares a las utilizadas en el modelo anterior, sin embargo, además se impone la condición de que la utilidad operacional percibida por el operador debe ser no negativa.
- Modelo de máxima cobertura. En este caso, el modelo asume rutas fijas, definiéndose a priori los puertos donde debe recalar el servicio. En esta formulación, se maximiza el tonelaje transportado, pero no se incluye la restricción de que la utilidad operacional percibida por el operador del servicio debe ser no negativa.

A continuación, se presenta la formulación ocupada en cada caso.⁶

a) Variables de decisión:

X_{ij}^k : Contenedores (boxes) llenos del tipo k transportados desde el puerto i al puerto j . Se consideran contenedores *Dry* de 20 pies y 40 pies y contenedores *Dry* y *Reefer High Cube* de 40 pies.

⁵Ching-Wu Chu, Tu-Cheng Kuo, Jiing-Chang Shieh. 2003. A Mixed Integer Programming Model for Routing Containerships. Journal of Marine Science and Technology, Vol. 11, No. 2, pp. 96-103.

⁶ Para simplificar la notación, no se incluyen los índices representativos del corte temporal y de la costa de análisis.

XE_{ij}^k : Contenedores (boxes) vacíos del tipo k transportados desde el puerto i al puerto j .

$$Z_i = \begin{cases} 1, & \text{si el puerto } i \text{ es visitado en el viaje de ida} \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$ZB_i = \begin{cases} 1, & \text{si el puerto } i \text{ es visitado en el viaje de regreso} \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si los puertos } i \text{ y } j \text{ están directamente conectados en el viaje de ida} \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$YB_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si los puertos } i \text{ y } j \text{ están directamente conectados} \\ & \text{en el viaje de regreso} \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$W_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si existe transporte de carga entre los puertos } i \text{ y } j \text{ en el viaje de ida} \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$WB_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si existe transporte de carga entre los puertos } i \text{ y } j \text{ en el viaje de regreso} \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

b) Principales parámetros:

n : Número de puertos factibles que presentan demanda a ser transportada

P_{ij} : Ingresos percibidos por concepto de fletes marítimos cobrados para transportar carga entre los puertos i y j (USD/TEU).

K_i : Costos operacionales fijos en el puerto i . Incluye todos aquellos ítems que no dependen de la estadía de la nave en el recinto portuario (USD/recalada)

KV_i : Costos operacionales variables en el puerto i . Generalmente corresponde al costo de la estadía de la nave en el recinto portuario, (USD/hr)

CLU_i^k : Costo de descarga/carga de contenedores del tipo k en el puerto i (USD/box)

$CLUE_i^k$: Costo de descarga/carga de contenedores vacíos del tipo k en el puerto i (USD/box)

C_{ij} : Costos operacionales marítimos incurridos al viajar desde el puerto i al puerto j . Incluye costos de combustible, lubricante y capital (USD/día)

C :	Costo operacional incurrido por el naviero para una determinada configuración del servicio TMCD (USD)
CS :	Costo operacional incurrido por el naviero para una determinada configuración del servicio TMCD, incluyendo el valor corregido del costo del combustible (USD)
T_{ij} :	Tiempo de viaje entre los puertos i y j . Corresponde a la distancia náutica entre estos puertos dividida por la velocidad promedio de la nave tipo (días)
PD_{ij}^k :	Demanda estimada entre los puertos i y j , transportada en contenedores del tipo k durante el horizonte de planificación (box/semana)
CC_{nave} :	Costo de capital de la nave (USD/día). El valor utilizado por concepto de arriendo, incluye los costos de tripulación.
CC_{CTR} :	Costo de capital de los contenedores utilizados (USD/box)
F_k :	Factor de conversión para la estimación de los costos portuarios asociados al movimiento de boxes de tipo k (TEU/box)
FI_k :	Factor de conversión para la estimación de ingresos por concepto de transporte marítimo de boxes de tipo k (TEU/box)
Ft_k :	Factor de conversión para la estimación de ingresos por concepto de transporte terrestre de boxes de tipo k (TEU/box)
T_k :	Toneladas transportadas por un box de tipo k (Ton/box) ⁷
CAP :	Capacidad de la nave tipo (TEU)
$REND$:	Rendimiento de carga/descarga de la nave (box/hr)
F :	Número de naves de la flota
T :	Tiempo de ciclo a priori (días)
W :	Número de semanas en que debe completarse el ciclo del servicio
$Hand_i^k$:	Tarifa portuaria en el puerto i por concepto de transferencia (<i>handling</i>) de boxes tipo k (USD/box)
$Muell_i$:	Tarifa portuaria en el puerto i por concepto de muellaje (USD/TEU)
ϕ :	Factor de impacto económico del puerto en la ciudad y región (<i>hinterland</i>)
$Disp_{ij}$:	Distancia entre las ciudades capitales de los países correspondientes a los puertos i y j (km)
$Disa_i$:	Distancia entre el puerto i y la ciudad capital correspondiente (km)
γ :	Costo terrestre en el país i para desplazamientos domésticos o de corta distancia (USD/km)
μ :	Costo unitario promedio por actividades de fiscalización y control en puertos a la carga(USD/box)

⁷ 18 Ton, 16 Ton, 15 Ton y 13 Ton, para los boxes de 20 pies, High Cube, 40 pies y Reefer, respectivamente.

- δ : Costo unitario promedio por menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga (USD/box-km)
- τ : Factor de corrección de los costos por consumo de combustible
- ρ : Costo unitario promedio de fiscalización y control en fronteras terrestres (USD/box)
- α, β : Coeficientes de la función que estima los fletes terrestres de larga distancia.

c) Funciones objetivo:

- Modelo representativo del comportamiento del naviero. Maximización de la Utilidad Operacional (UO) del servicio semanal:

$$Max UO = \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} P_{ij} \times \left(\sum_{k=1}^4 FI_k \times X_{ij}^k \right) - C$$

Donde:

$$\begin{aligned}
 C = & F \times \sum_{i=1}^n K_i \times (Z_i + ZB_i) - F \times W/T \\
 & \times \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} C_{ij} \times (Y_{ij} + YB_{ij}) \\
 & - \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} \sum_{k=1}^4 \left(X_{ij}^k \times (CLU_i^k + CLU_j^k) + XE_{ij}^k \times (CLUE_i^k + CLUE_j^k) \right) \\
 & - \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} \left(CC_{nave}/24 + KV_i + KV_j \right) \\
 & \times \frac{1}{REND} \sum_{k=1}^4 (X_{ij}^k + XE_{ij}^k) - CC_{CTR} \times \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} \sum_{k=1}^4 (X_{ij}^k + XE_{ij}^k)
 \end{aligned}$$

- Modelo representativo del óptimo comunitario o social. Maximización del beneficio social neto (BN):

$$\begin{aligned}
 Max\ BN = & \sum_{i,j \neq i} \left\{ \sum_{k=1}^4 (X_{ij}^k + XE_{ij}^k) \times (Hand_i^k + Hand_j^k) + \Phi \right. \\
 & \times \sum_{k=1}^4 F_k \times (X_{ij}^k + XE_{ij}^k) \times (Muell_i + Muell_j) + \tau \\
 & \times \sum_{k=1}^4 Ft_k \times X_{ij}^k \times (Disp_{ij} \times \alpha + \beta - \gamma_i \times Disa_i - \gamma_j \times Disa_j) \\
 & - \sum_{k=1}^4 (X_{ij}^k + XE_{ij}^k) \times \mu - X_{ij}^k \times (\rho + \delta \times (Disa_i + Disa_j)) \\
 & \left. - \sum_{k=1}^4 \delta \times XP_{ij}^k \times Disp_{ij} \right\} - CS
 \end{aligned}$$

En la formulación anterior, XP_{ij}^k , representa los contenedores (boxes) llenos del tipo k transportados desde el país correspondiente al puerto i al país correspondiente al puerto j .

- Modelo de máxima cobertura. Maximización del tonelaje transportado (TT):

$$Max\ TT = \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} \sum_{k=1}^4 (T_k X_{ij}^k)$$

d) Restricciones:

- Restricciones de zarpe

Si una nave no visita un determinado puerto no puede existir carga transportada hacia/desde éste. Las restricciones (1) y (2) aseguran la coherencia de todos los posibles zarpes desde un determinado puerto, para los viajes de ida y regreso del ciclo semanal de servicio, respectivamente:

$$\sum_{j=i+1}^n Y_{ij} - Z_i = 0 \quad (i = 1, \dots, n - 1) \tag{1}$$

$$\sum_{j=1}^{i-1} YB_{ji} - ZB_i = 0 \quad (i = 2, \dots, n) \quad (2)$$

Además, las restricciones (3) y (4) siguientes, aseguran que la nave se desplazará en sentidos diferentes, en el viaje de ida y en el de regreso, respectivamente:

$$\sum_{i=j+1}^n Y_{ij} = 0 \quad (j = 1, \dots, n - 1) \quad (3)$$

$$\sum_{j=i+1}^n YB_{ij} = 0 \quad (i = 1, \dots, n - 1) \quad (4)$$

- Restricciones de arribo

Las restricciones (5) y (6) siguientes, enumeran todos los posibles arribos a un determinado puerto, para los viajes de ida y regreso, respectivamente:

$$\sum_{j=1}^{i-1} Y_{ji} - Z_i = 0 \quad (i = 2, \dots, n) \quad (5)$$

$$\sum_{j=i+1}^n YB_{ij} - ZB_i = 0 \quad (i = 1, \dots, n - 1) \quad (6)$$

- Restricciones de capacidad

Las restricciones (7) y (8) siguientes, aseguran que no será transportada más carga que la demandada entre cualquier par de puertos, para los viajes de ida y regreso, respectivamente.

$$\sum_{k=1}^4 X_{ij}^k \leq PD_{ij}^k \times W_{ij} \quad (i = 1, \dots, n - 1, j = i + 1, \dots, n) \quad (7)$$

$$\sum_{k=1}^4 X_{ij}^k \leq PD_{ij}^k \times WB_{ij} \quad (i = j + 1, \dots, n, j = 1, \dots, n - 1) \quad (8)$$

Además, la restricción (9) siguiente, garantiza que la demanda transportada no superará la capacidad ofrecida por el servicio:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} \sum_{k=1}^4 F_k \times (X_{ij}^k + XE_{ij}^k) \leq F \times CAP \times W/T \quad (9)$$

- Restricciones de conectividad

Las restricciones (10) a (13) siguientes, establecen que para cualquier par de puertos, debe existir coherencia entre las variables que representan las recaladas y aquellas que representan la realización de un viaje directo entre ellos, para cada sentido del servicio ofrecido.

$$Z_i + Z_j - Y_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n - 1, j = i + 1, \dots, n) \quad (10)$$

$$Z_i + Z_j - 2 \times Y_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n - 1, j = i + 1, \dots, n) \quad (11)$$

$$ZB_i + ZB_j - YB_{ij} \geq 0 \quad (i = j + 1, \dots, n, j = 1, \dots, n - 1) \quad (12)$$

$$ZB_i + ZB_j - 2 \times YB_{ij} \geq 0 \quad (i = j + 1, \dots, n, j = 1, \dots, n - 1) \quad (13)$$

$$Z_i + Z_j - 2 \times W_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n - 1, j = i + 1, \dots, n) \quad (14)$$

$$ZB_i + ZB_j - 2 \times WB_{ij} \geq 0 \quad (i = j + 1, \dots, n, j = 1, \dots, n - 1) \quad (15)$$

Además, siguiendo el enfoque planteado en Shintani et al. (2007),⁸ se ha agregado la restricción (16) siguiente, que asegura que si una nave arriba a un puerto terminal debe zarpar desde éste:

⁸Shintani, K., Imai, A., Nishimura, E., Papadimitriou, S. 2007. The container shipping network design problem with empty container repositioning. *Transportation Research Part E* 43, pp. 39–59.

$$\sum_{j=1}^n Y_{ij} = \sum_{j=1}^n YB_{ji} \quad (i = 1, n) \tag{16}$$

- Restricción de tiempo de ciclo

La restricción (17) siguiente, establece que el tiempo total ocupado por una nave en la prestación del servicio, no puede exceder el tiempo de ciclo preestablecido, dada una frecuencia semanal.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} (Y_{ij} + YB_{ij}) \times T_{ij} + \frac{1}{REND} \times \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} \sum_{k=1}^4 (X_{ij}^k + XE_{ij}^k) \leq F \times 7 \tag{17}$$

- Restricción de equilibrio para la cantidad de contenedores utilizados en cada puerto

Siguiendo lo planteado en Zeng et al. (2010),⁹ la formulación del modelo asume que la compañía naviera opera en condiciones óptimas en lo que respecta a la gestión de los contenedores necesarios para transportar la carga a través de la ruta del servicio y, por consiguiente, no incurre en costos de reposicionamiento, almacenamiento y/o arriendo de contenedores vacíos. Lo anterior, se representa mediante la ecuación (18) siguiente:

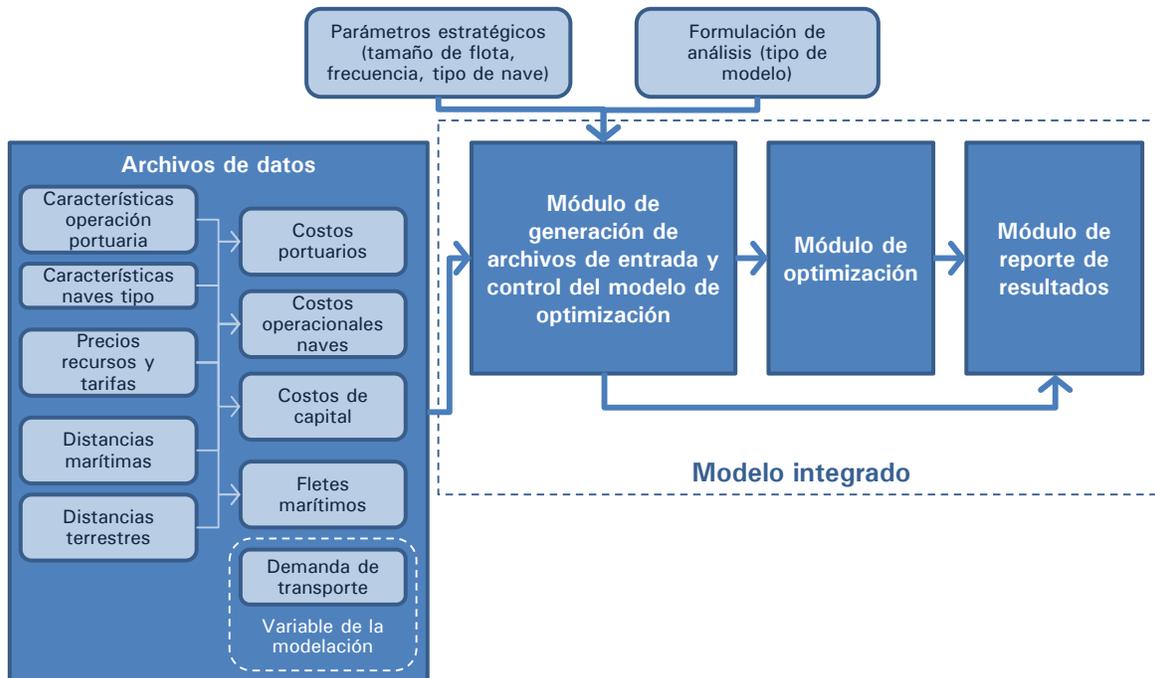
$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^4 (X_{ij}^k + XE_{ij}^k) = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^4 (X_{ji}^k + XE_{ji}^k) \quad (i = 1, \dots, n) \tag{18}$$

4.2.3 Procedimiento de implementación

Se ha implementado un procedimiento de cálculo que permite obtener el diseño óptimo del servicio, para diferentes escenarios de demanda, para los parámetros de análisis más relevantes y para las diferentes formulaciones estudiadas. En la Figura 4-2, se ilustra el método general de estimación desarrollado.

⁹ZengQingcheng, Yang Zhongzhen, Chen Chao. 2010. Robust Optimization Model for Resource Allocation of Container Shipping Lines. Tsinghua Science and Technology, 15(5), pp. 586-594.

Figura 4-2: Esquema general de implementación del proceso de Diseño del Servicio



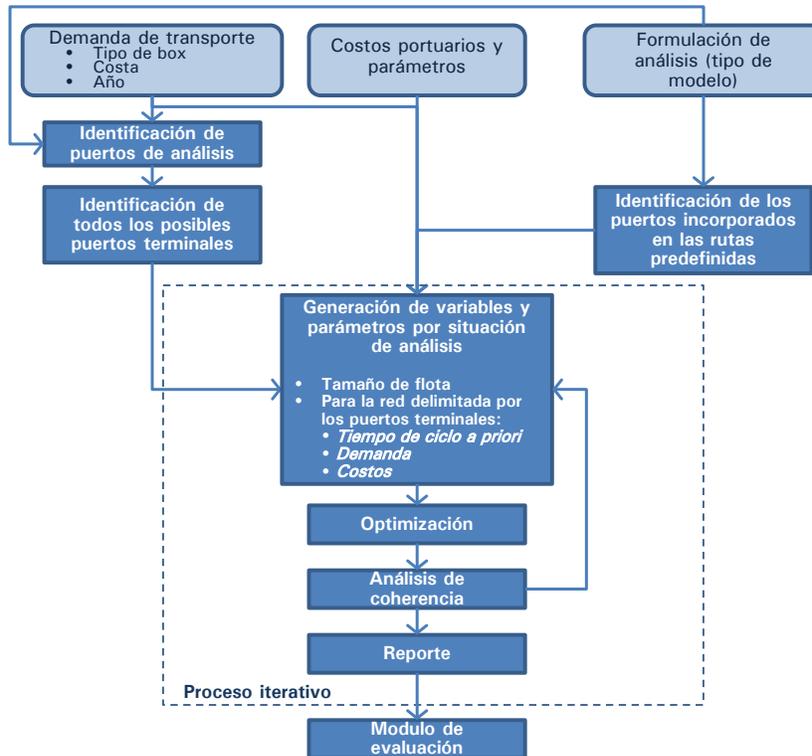
Fuente: Elaborado por Inecon

En lo que respecta al proceso implementado, se pueden realizar los siguientes comentarios:

- El módulo de optimización corresponde a un software comercial especializado en programación mixta lineal-entera.
- En el caso del módulo de generación de archivos y control del modelo de optimización, las principales actividades de estimación son las siguientes:
 - i. Generación de los modelos de optimización, para todas las combinaciones posibles de puertos terminales, para cada costa y año de análisis.
 - ii. Para cada caso de análisis, estimación a priori del tiempo de ciclo a incorporar en el modelo de optimización.

En la Figura 4-3, se presenta con mayor detalle el funcionamiento del proceso de estimación.

Figura 4-3: Esquema descriptivo del funcionamiento del módulo de generación de archivos y control



Fuente: Elaborado por Inecon

4.3 Determinación de parámetros y variables del modelo

4.3.1 Identificación de los puertos en análisis

De acuerdo a lo señalado en el segundo capítulo de este informe, se han identificado un total de 19 puertos, que forman parte de las alternativas de servicio TMCD definidas y que corresponden a los puertos que deben ser incorporados en la formulación de los modelos. Los puertos a analizar son los que se indican en el Cuadro 4-2 siguiente.

Cuadro 4-3: Datos de costos de transporte terrestre internacional

Origen	Destino	Km	US\$/viaje
Sonsonate San Salvador	San José	1057	1440
San Salvador	San José	927	1100
Ciudad de Guatemala	San José	1246	1875
San José	Ciudad de Guatemala	1246	1.650
Ciudad de Guatemala	Peñas Blancas Costa Rica	956	1680
San Pedro Sula	Ciudad de Guatemala	430	850
San Pedro Sula	Guanacaste (Costa Rica)	846	2304
Ciudad de México	Veracruz	400	1049
Ciudad de México	Ciudad de Guatemala	1373	2500
Ciudad de México	Managua	2135	3500
San Salvador	Puerto Cortés	405	600
Santo Tomás de Castilla	San Salvador	380	800
Managua	Puerto Cortés	649	1.500
Quetzal	Corinto	818	1.600
Managua	Puerto Cortés	649	1.400
Limón	Managua	537	1.400
Colón	Managua	1209	2.000
Limón	Managua	537	1.000
Manzanillo	Limón	776	1.500
Colón	Ciudad de Guatemala	1943	3.350
San Salvador	Ciudad de Guatemala	250	693
San Salvador	San Pedro Sula	300	1023
San Salvador	Tegucigalpa	350	960
San Salvador	Managua	450	1087
Planta Blue Logistics (San Salvador)	San José	750	1080
Ciudad de Guatemala	San Salvador	250	275

Fuente: Elaborado por Inecon

Se ha ocupado una formulación lineal, dependiente de la distancia, para representar los costos de transporte terrestre internacional. Los resultados del ajuste obtenido se presentan en el Cuadro 4-4.

Cuadro 4-4: Modelo de costos de transporte terrestre internacional

<i>Estadísticas de la regresión</i>		
Coefficiente de correlación múltiple	0,925	
Coefficiente de determinación R ²	0,856	
R ² ajustado	0,850	
Error típico	298,375	
Observaciones	26	
<hr/>		
	<i>Coefficientes</i>	<i>Estadístico t</i>
Intercepción	308,58	2,72
Variable X 1	1,45	11,96

Fuente: Elaborado por Inecon

Este modelo entrega estimaciones válidas, tanto para boxes de 20' como de 40', habida cuenta que dichas tarifas terrestres, en la práctica son muy similares.

En el caso de los costos de transporte terrestre de tipo doméstico, se han utilizado los antecedentes reportados en la Nota Técnica # IDB-TN-511 (BID, Marzo de 2013),¹⁰ de acuerdo a lo siguiente:

Cuadro 4-5: Costos de transporte terrestre nacional

País	Tarifa media de carga de un contenedor de 40" (US\$/km)
Nicaragua	1,21
El Salvador	1,34
México	1,42
Guatemala	1,50
Costa Rica	1,60
Panamá	1,85
Honduras	3,30
Belice	2,60

Fuente: Nota Técnica # IDB-TN-511 (BID, Marzo de 2013)

Posteriormente, en el modelo de cálculo de optimización anterior se ha incluido el criterio que se indica en la ecuación (19) siguiente:¹¹

$$.F_{ij} = CTT_{A,B} - CTT_{A,i} - CTT_{B,j} - CP_i - CP_j \quad (19)$$

Donde:

- F_{ij} : Flete marítimo máximo entre los puertos i y j (USD/TEU)
- $CTT_{A,B}$: Costo del transporte terrestre entre las capitales A y B
- $CTT_{A,i}$: Costo del transporte terrestre entre la capital A y el puerto i
- $CTT_{B,j}$: Costo del transporte terrestre entre la capital B y el puerto j
- CP_i : Costo portuario en el puerto i
- CP_j : Costo portuario en el puerto j

Finalmente, para estimar los fletes marítimos asociados al transporte de los restantes tipos de boxes incorporados en el modelo, se han utilizado los factores que se muestran en el Cuadro 4-6.

¹⁰ "Transporte automotor de carga en Belice, Centroamérica y República Dominicana: Análisis de desempeño y recomendaciones de política". NOTA TÉCNICA # IDB-TN-511. Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente. Marzo de 2013.

¹¹ Los costos portuarios incorporados en la estimación incluyen el muellaje de la carga, su transferencia y la recepción o despacho de ésta. Los restantes ítems se asume que son responsabilidad del naviero y se encuentran incorporados en la tarifa marítima.

Cuadro 4-6: Factores utilizados para la estimación de fletes marítimos por tipo de box

Tipo de box	Factor de estimación en relación con el flete correspondiente a boxes de 20 pies
Dry 40 pies	1,6
Dry High Cube	1,6
Reefer High Cube	2,5

Fuente. Elaborado por Inecon en base a antecedentes proporcionados por navieras

A partir de la aplicación del enfoque antes descrito, se han obtenido los resultados indicados en los Cuadro 4-7 y Cuadro 4-8 para costa Pacífico y Caribe respectivamente.

Cuadro 4-7: Estimación de los fletes marítimos competitivos con el modo terrestre Costa Pacífico (USD/TEU)

Id	País	Puertos	Puertos					
			7	9	20	23	30	40
7	México	Puerto de Lázaro Cárdenas	-	916	1.212	1.896	2.536	3.692
9	Guatemala	Quetzal	916	-	217	957	1.512	2.747
20	El Salvador	Acajutla	1.212	217	-	527	1.220	2.402
23	Nicaragua	Corinto	1.896	957	527	-	485	1.651
30	Costa Rica	Caldera	2.536	1.512	1.220	485	-	1.140
40	Panamá	Panama Ports Balboa	3.692	2.747	2.402	1.651	1.140	-

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro 4-8: Estimación de los fletes marítimos competitivos con el modo terrestre Costa Caribe (USD/TEU)

Id	País	Puertos	Puertos								
			1	4	8	11	12	14	31	37	38
1	México	Tampico	-	n/a	n/a	994	1.743	1.320	2.808	3.932	3.932
4	México	Progreso	n/a	-	n/a	n/tf	506	82	1.570	2.694	2.695
8	México	Veracruz	n/a	n/a	-	822	1.571	1.147	2.635	3.759	3.760
11	Guatemala	Santo Tomás de Castilla	994	n/tf	822	-	746	n/tf	1.130	2.332	2.332
12	Belice	Puerto de Belice	1.743	506	1.571	746	-	582	2.238	3.569	3.569
14	Honduras	Puerto Cortés	1.320	82	1.147	n/tf	582	-	n/tf	1.186	1.187
31	Costa Rica	Limón/Moín	2.808	1.570	2.635	1.130	2.238	10	-	918	918
37	Panamá	Colon Container Terminal	3.932	2.694	3.759	2.332	3.569	1.186	918	-	n/a
38	Panamá	Panama Ports Cristóbal	3.932	2.695	3.760	2.332	3.569	1.187	918	n/a	-

Notas: n/a: No aplica por corresponder a fletes entre puertos del mismo país; n/tf: No existe tarifa factible y no es posible servir esos puertos
Fuente: Elaborado por Inecon

4.3.3 Costos operacionales de las naves

Para estimar el costo por consumo de combustible, se ha utilizado un precio promedio de USD/ton 661,3 lo que corresponde al valor tendencial semestral registrado en los mercados del Golfo de México y el Caribe para el bunker IFO 380.¹² Además, para estimar el consumo de combustible, se ha utilizado la siguiente formulación, basada en Z. Yao et al. (2012) y N.K. Tran (2011):¹³

$$F \left(\frac{\text{ton}}{\text{día}} \right) = 0,004476 \times V^3 (\text{nudos}) + 6,17 \quad (20)$$

$$V = 5,4178 \times (\text{Capacidad en TEUS})^{0,1746} \quad (21)$$

El costo por consumo de lubricante se ha estimado como el 10% del costo por consumo de combustible.

4.3.4 Costos de capital

a) Costo de capital de las naves

Se han analizado dos opciones:

- i) Compra de naves usadas. En este caso, se han considerado los supuestos que se presentan en el Cuadro 4-9.

¹² De acuerdo a lo reportado en <http://shipandbunker.com/prices>

¹³ Zhishuang Yao, SzuHui Ng, Loo Hay Lee. 2012. A study on bunker fuel management for the shipping liner services. *Computers & Operations Research* 39, pp.1160–1172. Formulación válida para naves con capacidad menor a 1000 TEUS. Nguyen Khoi Tran. 2011. Studying port selection on liner routes: An approach from logistics perspective. *Research in Transportation Economics* 32, pp. 39-53.

Cuadro 4-9: Estimación del costo de capital asociado a la compra de naves

Ítem	Unidad	Costo
Costo de compra nave (10 años de antigüedad)	USD	6.500.000
Tiempo amortización	años	15
Tasa de interés	%	10
Tasa de mantenimiento	%	10
Tasa de seguro	%	2
Días trabajados anualmente	días/año	365
Gastos generales	(% costo fijo total)	15
Amortización anual	USD/año	854.580
Costo de mantenimiento	USD/año	650.000
Costo de seguro	USD/año	130.000
Tripulación	Personas	10
Costo diario tripulación	USD/día	300
Costo anual antes de gastos generales	USD/año	2.729.580
Costo unitario antes de gastos generales	USD/día	7.478
Gastos generales	USD/día	1.122
Costo de capital	USD/día	8.600

Fuente: Elaboración en base a Container Market – Weekly Report Maersk Broker y estimaciones propias

- ii) Arriendo de naves. El costo equivalente por arriendo de naves se ha estimado en USD/día 5.518.¹⁴ En consecuencia, este último valor es el que se ha incorporado en los diferentes modelos implementados.

b) Costo de capital de los contenedores

En forma similar al caso anterior, se estimaron los valores correspondientes a la compra de contenedores usados y al arrendamiento de éstos, incorporándose en los modelos el menor de los valores obtenidos, según se indica en el Cuadro 4-10 siguiente.

Cuadro 4-10: Costo de capital estimado para los contenedores

Ítem	20' Dry Estándar	40' Dry Estándar	40' Dry HC	40' Reefer HC
Costo de capital compra de contenedores usados para transporte marítimo US\$/día-Box	3,74	4,88	5,15	12,33
Costo leasing contenedores US\$/día-Box	5,00	7,50	8,30	21,70
Costo modelo incorporado en los modelos US\$/Box	26,20	34,15	36,08	86,33

Fuente: Elaboración en base a datos proporcionados por navieras y estimaciones propias

¹⁴ En base a <http://www.vhss.de>. Incluye costos de tripulación.

4.3.5 Costos portuarios

a) Aspectos preliminares

Para determinar los costos portuarios a incorporar en el modelo, se han revisado las tarifas vigentes y éstas han sido clasificadas en cuatro grupos básicos, con las siguientes características, según se muestra en el Cuadro 4-11 siguiente.

Cuadro 4-11: Clasificación de las tarifas portuarias examinadas

Categoría tarifaria	Principales componentes
Tarifas asociadas al arribo, zarpe y maniobras de la nave	Práctico y/o Piloto, remolcadores, lanchas
Uso del puerto y servicio estándar a la nave	Derecho de uso de puerto, amarre y desamarre, estadía o atraque, anclaje
Servicio a la carga responsabilidad del naviero	En el caso del movimiento de contenedores dry se incluyen las tarifas asociadas a la primera maniobra, es decir, la actividad correspondiente a tomar el contenedor del buque y colocarlo a un costado del mismo en el muelle o viceversa. En el caso del movimiento de contenedores reefer, a lo anterior se agrega el traslado de éstos desde el muelle hasta el lugar del terminal donde serán conectados o desconectados al suministro de energía eléctrica
Otros cargos	Se consideran cargos a favor de la COCATRAM y al mantenimiento de programas de seguridad portuaria, entre otros, dependiendo del puerto

Fuente. Elaborado por Inecon

Una vez que se han identificado las diferentes tarifas, éstas han sido traspasadas a las unidades requeridas por el modelo, utilizándose para ello, tanto las características relevantes de la nave tipo como de la operación portuaria. Las tarifas incorporadas en el modelo son las siguientes:

- US\$/nave-recalada
- US\$/hr-estadía
- US\$/box-20' Dry
- US\$/box- vacío 20' Dry
- US\$/box-40' Dry
- US\$/box- vacío 40' Dry
- US\$/box-40' Reefer
- US\$/box- vacío 40' Reefer
- US\$/box-40' Dry High Cube
- US\$/box- vacío 40' Dry High Cube

En los Cuadro 4-12 y Cuadro 4-13, se resumen las características de la información utilizada, en lo que respecta a la operación de los puertos en análisis para las costas Pacífico y Caribe respectivamente.

Cuadro 4-12: Información de la operación portuaria utilizada para la estimación de las tarifas portuarias incorporadas en los modelos, Costa Pacífico

ID	7	9	20	23	30	40	43
Puerto	Puerto de Lázaro Cárdenas	Quetzal	Acajutla	Corinto	Caldera	Panama Ports Balboa	Buenaventura

Ítem	Unidad	7	9	20	23	30	40	43
Maniobras de remolcaje por recalada	N°/recalada	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	2
Número de cabos ocupados para el amarre y desamarre de naves	N°/recalada	8	n/a	8	n/a	n/a	8	n/a
Horas ocupadas en maniobras de lanchaje	hr/recalada	2	n/a	n/a	n/a	n/a	2	n/a
Horas ocupadas en maniobras de practicaje	hr/recalada	n/a	2	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Maniobras de practicaje realizadas por recalada	N°/recalada	n/a	2	n/a	n/a	n/a	2	2
Horas ocupadas en maniobras de remolque	hr/recalada	2	n/a	2	n/a	n/a	2	n/a
Horas ocupadas en la actividad de amarre-desamarre	hr/recalada	n/a	2	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Número de remolcadores requeridos por la nave tipo	N°	n/a	n/a	1	n/a	n/a	n/a	1
Tiempo promedio de permanencia de la carga reefer en stacking/almacenamiento	Hr	48	48	48	48	48	48	48
Maniobras requeridas por la actividad de amarre-desamarre	N°/recalada	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	2	n/a

Nota: n/a indica que el ítem correspondiente no es considerado en el tarifario respectivo

Fuente: Elaboración propia en base a tarifarios de puertos y visitas a los recintos portuarios

Cuadro 4-13: Información de la operación portuaria utilizada para la estimación de las tarifas portuarias incorporadas en los modelos, Costa Caribe

ID	1	4	8	11	14	31	37	38	45	46	48
Puerto	Tampico	Progreso	Veracruz	Santo Tomás de Castilla	Puerto Cortés	Limón/Moín	Colon Container Terminal	Panama Ports Cristóbal	Cartagena	Barranquilla	Haina

Ítem	Unidad	1	4	8	11	14	31	37	38	45	46	48
Maniobras remolcaje por recalada	N°/recalada	2	n/a	2	n/a	2	n/a	n/a	n/a	2	2	n/a
Días ocupadas en maniobras de lanchaje	dia/recalada	1	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1	1	n/a	n/a	n/a
Horas ocupadas en maniobras de remolque	hr/recalada	n/a	2	2	2	n/a	2	2	2	n/a	n/a	2
Maniobras de practicaje realizadas por recalada	N°/recalada	n/a	2	n/a	2	2	2	n/a	n/a	2	2	2
Maniobras de amarre-desamarre	N°/recalada	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	2	2	n/a	n/a	2
hr amarre-desamarre	hr/recalada	2	n/a	2	n/a							
Número de remolcadores requeridos por la nave tipo	N°	n/a	2	n/a	1	n/a	1	n/a	n/a	n/a	n/a	1
Tiempo promedio de permanencia de la carga reefer en stacking/almacenamiento	Hr	n/a	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

Nota: n/a indica que el ítem correspondiente no es considerado en el tarifario respectivo
Fuente: Elaboración propia en base a tarifarios de puertos y visitas a los recintos portuarios

Adicionalmente, en el Cuadro 4-14, se presentan las características de las naves que han sido incorporadas en la estimación de las tarifas portuarias de modelación.

Cuadro 4-14: Información de las características de las naves que se han utilizado en la estimación de las tarifas portuarias incorporadas en los modelos

Características	Especificaciones
Tipo de buque	Portacontenedores
Tipo de carga transportada	Contenedores 20', 40' incluyendo refrigerados
Equipamiento	Dos grúas propias con un rendimiento de 6 box/hr cada una
Capacidad (Teus)	260
Tonelaje de Registro Bruto	4352
Eslora (m)	89
Calado (m)	6,0
Velocidad (nudos)	14,3
Disponibilidad de bow thruster	sí
Porcentaje de utilización de slots de la nave (%)	100
Máxima estadía en muelle (hr)	43,3

Fuente. Elaborado por Inecon

La máxima estadía en el muelle por recalada, se estima considerando que la nave embarca y desembarca en el puerto, la totalidad de su capacidad, utilizando para ello, el equipamiento indicado en el cuadro anterior.

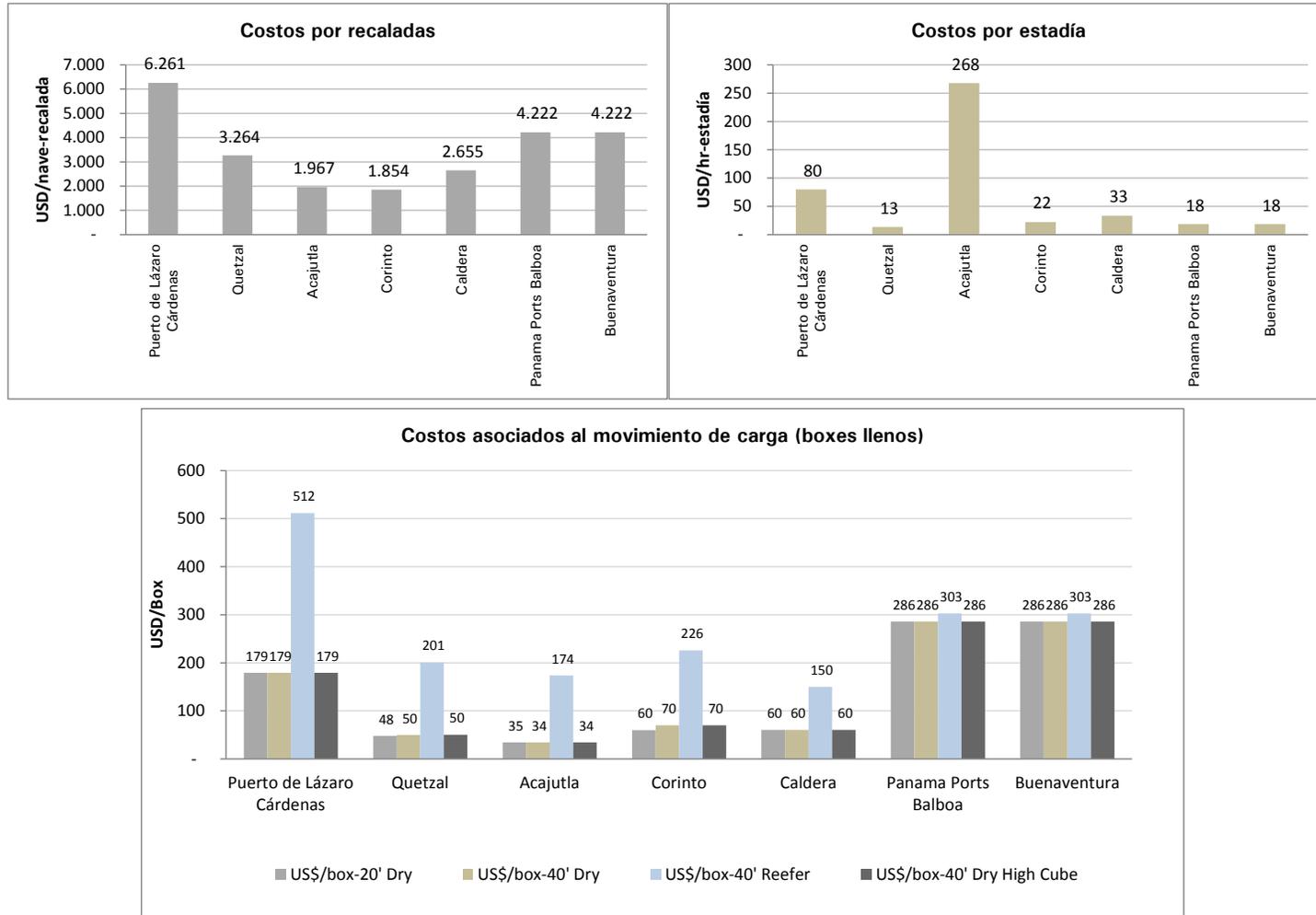
b) Costos portuarios utilizados en los modelos

A continuación, se presentan los costos portuarios utilizados en los diferentes modelos. Cabe señalar que, de acuerdo a la información disponible, se han realizado los siguientes supuestos:

- i. En el caso del puerto Colon Container Terminal, se ha utilizado la información de tarifas recopilada para los puertos de Panama Ports Balboa y Panama Ports Cristóbal.
- ii. En el caso de los puertos de Colombia (Buenaventura, Cartagena y Barranquilla) se han utilizado las tarifas determinadas para los puertos panameños.
- iii. En el caso del Puerto de Belice, se ha utilizado un promedio de las tarifas portuarias estimadas para los puertos más cercanos, ubicados en la costa Caribe, y que tienen un movimiento de carga semejante al que presenta este puerto.

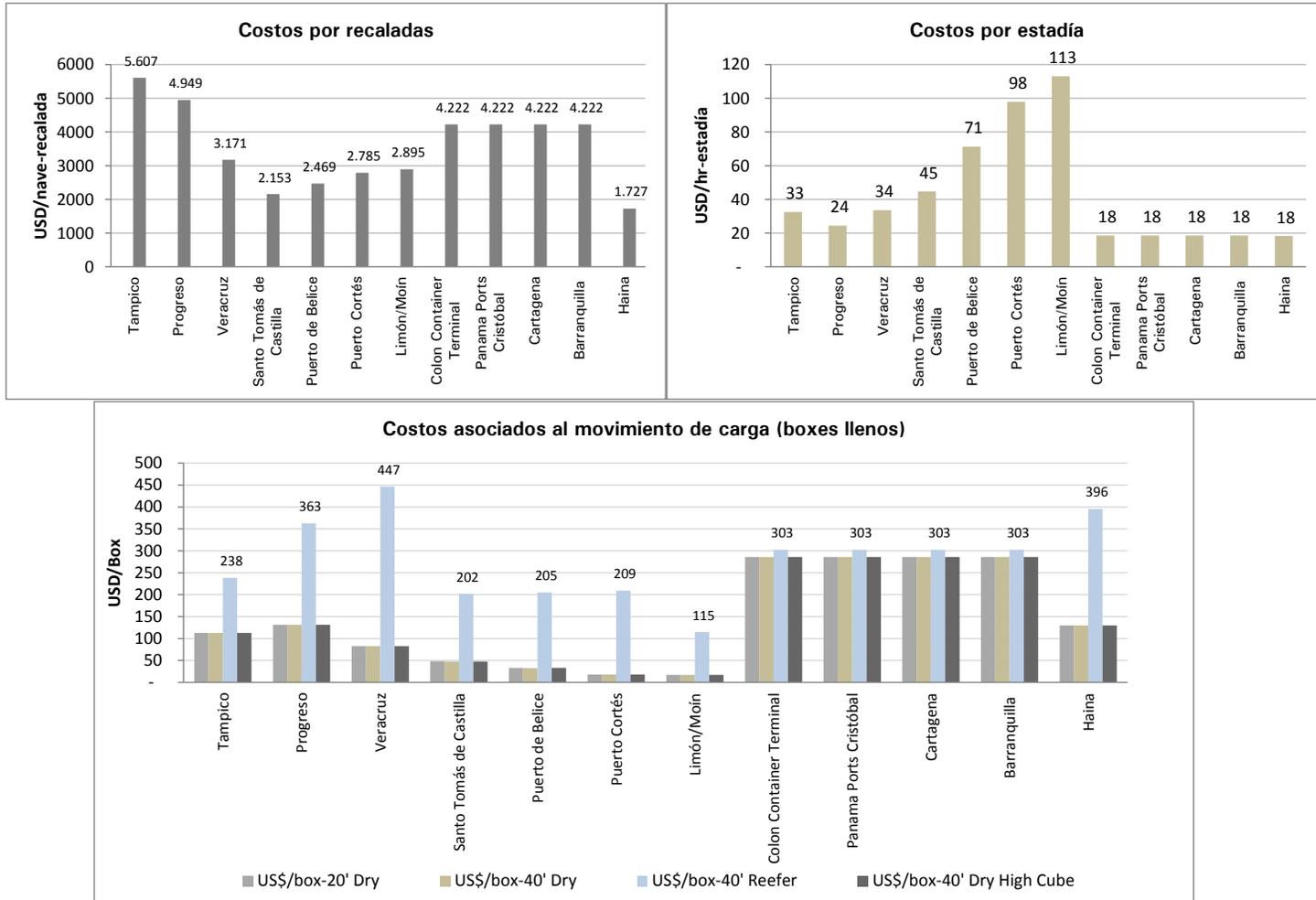
En las Figura 4-4 y Figura 4-5, se presentan conjuntamente, las principales categorías de costos portuarios utilizados para cada costa, es decir: costos por recaladas, costos de estadía en el puerto y los costos asociados al movimiento de la carga contenerizada, de acuerdo a lo indicado previamente en el Cuadro 4-11.

Figura 4-4: Costos portuarios incorporados en los modelos, Costa Pacífico



Fuente: Elaboración en base a tarifas publicadas por los puertos y estimaciones propias

Figura 4-5: Costos portuarios incorporados en los modelos, Costa Caribe



Fuente: Elaboración en base a tarifas publicadas por los puertos y estimaciones propias



4.4 Resultados

En los puntos siguientes se presentan los resultados obtenidos para los diferentes modelos implementados, para cada costa y año de análisis.

4.4.1 Modelo representativo del comportamiento del naviero

a) Costa Pacífico

En este escenario se analizaron 63 combinaciones de servicio, de las cuales se presentan los resultados que se indican a continuación.

Resultados globales

En el Cuadro 4-15 siguiente, se presenta la situación en la cual se maximiza la utilidad operacional del naviero, para cada año de análisis.¹⁵

¹⁵ El factor de ocupación direccional se estima como la suma de los Teus llenos subidos divididos por la capacidad de la nave.

Cuadro 4-15: Resultados globales modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	52.104	83.980	122.408
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	4.342	6.998	10.201
Teus llenos movilizados (Teus/año)	38.480	38.324	41.444
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	3.207	3.194	3.454
% de Teus transportados	74%	46%	34%
Toneladas transportadas (Ton/año)	401.501	423.130	505.972
Toneladas transportadas (Ton/mes)	33.458	35.261	42.164
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	24.440	25.480	29.848
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	4.316	156	0
Round trip (días)	7,26	6,85	7,41
Tamaño óptimo de la flota (Nº de naves)	4	3	4
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	153%	154%	151%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	132%	129%	155%
Stock de contenedores (Teus)	270	254	275
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	1,04	0,98	1,06
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	8.055.568	6.041.676	8.055.568
Costo de capital de la flota (USD/día)	22.070	16.553	22.070
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	9.616.014	7.646.640	9.425.519
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	26.345	20.950	25.823
Costos portuarios de la nave (USD/año)	4.302.607	3.302.522	4.381.102
Costos portuarios de la carga (USD/año)	3.329.058	3.304.201	3.839.849

Fuente: Elaborado por Inecon

En el Cuadro anterior, se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 74% y el 34% de la demanda potencial existente. Por otra parte, la demanda movilizada que maximiza la utilidad operacional del naviero se mantiene estable en el mediano plazo y, posteriormente, crece anualmente, en promedio, entre el 0,8% y el 1,8%, si es que ésta se mide en Teus o en toneladas, respectivamente. Este resultado global, se explica básicamente porque en la situación de máxima rentabilidad, el puerto de Corinto, va perdiendo importancia en el movimiento de carga del servicio, como se puede observar en el Cuadro 4-16 siguiente.¹⁶

Descripción de los servicios

En todos los años, los puertos terminales que maximizan la utilidad operacional del naviero corresponden a Quetzal y Caldera. En los años 2010 y 2020, se agregan al servicio los puertos de Acajutla y Corinto y, en el año 2030, solo Acajutla. Además, en todos los casos, los itinerarios identificados

¹⁶ Así, por ejemplo, si se incluyera el puerto de Corinto en el servicio, en el año 2030, la utilidad resultante sería inferior en aproximadamente un 5% a la obtenida sin incorporarlo. Como criterio general, se presenta sólo la situación óptima en cada caso analizado.

son idénticos, para cada sentido de viaje. Lo anterior, se muestra esquemáticamente en la Figura 4-6.

Figura 4-6: Itinerarios óptimos, modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico



Fuente: Elaborado por Inecon

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro 4-16 siguiente, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro 4-16: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Quetzal	148.923	92.667	241.590	14.725	9.644	24.370
Acajutla	51.244	108.667	159.911	5.966	8.148	14.114
Corinto	31.981	50.512	82.494	3.700	6.662	10.361
Caldera	169.353	149.655	319.008	14.093	14.030	28.122
Año 2020						
Quetzal	124.423	117.315	241.738	11.100	11.364	22.464
Acajutla	83.645	97.748	181.392	9.737	6.133	15.869
Corinto	18.999	21.374	40.373	1.733	1.166	2.900
Caldera	196.064	186.693	382.757	15.763	19.671	35.434
Año 2030						
Quetzal	160.111	143.077	303.189	9.681	14.016	23.696
Acajutla	95.893	106.891	202.784	10.757	6.972	17.729
Caldera	249.968	256.004	505.972	20.987	20.438	41.425

Fuente: Elaborado por Inecon

b) Costa Caribe

En este escenario se analizaron 198 combinaciones de servicio, obteniéndose los resultados que se indican a continuación.

Resultados globales

En el Cuadro 4-17 siguiente, se presenta la situación en la cual se maximiza la utilidad operacional del naviero, para cada año de análisis.

Cuadro 4-17: Resultados globales modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	43.628	71.812	102.492
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	3.636	5.984	8.541
Teus llenos movilizados (Teus/año)	11.908	14.092	19.344
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	992	1.174	1.612
% de Teus transportados	27%	20%	19%
Toneladas transportadas (Ton/año)	128.199	162.955	217.699
Toneladas transportadas (Ton/mes)	10.683	13.580	18.142
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	7.696	9.672	13.000
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	1.976	572	728
Round trip (días)	10,94	11,01	11,64
Tamaño óptimo de la flota (Nº de naves)	2	2	3
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	64%	70%	82%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	24%	35%	61%
Stock de contenedores (Teus)	406	409	433
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	1,56	1,57	1,66
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	4.027.784	4.027.784	6.041.676
Costo de capital de la flota (USD/día)	11.035	11.035	16.553
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	8.997.222	8.941.111	12.896.663
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	24.650	24.496	35.333
Costos portuarios de la nave (USD/año)	1.671.822	1.679.642	2.392.455
Costos portuarios de la carga (USD/año)	894.612	968.334	1.479.286

Fuente: Elaborado por Inecon

En el Cuadro anterior, se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 27% y el 19% de la demanda potencial existente. Por otra parte, la demanda movilizada que maximiza la utilidad operacional del naviero crece anualmente, en promedio, entre el 1,7% y el 2,4% en el mediano plazo, y entre el 3,2% y el 2,9% en el largo plazo, si es que el transporte estimado se mide en Teus o en toneladas, respectivamente.

Descripción de los servicios

En todos los años analizados, los puertos terminales que maximizan la utilidad operacional del naviero corresponden a Veracruz y Limón-Moín. En los años 2010 y 2020, se recalca además en Puerto Cortés, y en el año 2030 en Santo Tomás de Castilla. En todos los casos, los itinerarios identificados son idénticos, para cada sentido de viaje. Lo anterior, se muestra esquemáticamente en la Figura 4-7.

Figura 4-7: Itinerarios óptimos, modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe



Fuente: Elaborado por Inecon

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro 4-18 siguiente, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro 4-18: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Veracruz	65.628	59.473	125.102	8.471	3.246	11.717
Puerto Cortés	3.097	32.680	35.778	169	4.310	4.479
Limón/Moín	59.473	36.045	95.519	3.246	4.330	7.576
Año 2020						
Veracruz	71.997	86.020	158.017	9.135	4.695	13.829
Puerto Cortés	4.938	12.594	17.531	269	1.633	1.902
Limón/Moín	86.020	64.341	150.361	4.695	7.771	12.466
Año 2030						
Veracruz	87.928	118.280	206.208	11.104	6.455	17.559
Santo Tomás de Castilla	15.139	11.491	26.631	826	1.788	2.615
Limón/Moín	114.632	87.928	202.560	7.417	11.104	18.522

Fuente: Elaborado por Inecon

4.4.2 Modelo representativo del óptimo comunitario o social

Como se mencionó en el punto 4.2.3 anterior, en este caso el método de implementación es similar al ocupado para resolver el modelo representativo del comportamiento del naviero, sin embargo, en este escenario de análisis, se busca maximizar el beneficio social neto, sujeto lo anterior a que existan utilidades operacionales no negativas. En los siguientes puntos, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las costas y en los años de análisis.

a) Costa Pacífico

Resultados globales

En el Cuadro 4-19 siguiente, se presentan los indicadores globales de la situación que maximiza el beneficio comunitario estimado, para cada año en análisis.

Cuadro 4-19: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	52.104	83.980	122.408
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	4.342	6.998	10.201
Teus llenos movilizados (Teus/año)	31.252	38.480	41.444
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	2.604	3.207	3.454
% de Teus transportados	60%	46%	34%
Toneladas transportadas (Ton/año)	368.649	477.417	546.069
Toneladas transportadas (Ton/mes)	30.721	39.785	45.506
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	21.840	28.028	31.668
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	1.872	0	0
Round trip (días)	6,59	7,16	7,65
Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	3	3	4
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	117%	140%	157%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	114%	144%	149%
Stock de contenedores (Teus)	245	266	284
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	0,94	1,02	1,09
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	6.041.676	6.041.676	8.055.568
Costo de capital de la flota (USD/día)	16.553	16.553	22.070
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	6.194.312	5.696.694	7.111.712
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	16.971	15.607	19.484
Costos portuarios de la nave (USD/año)	3.255.817	3.303.861	4.385.695
Costos portuarios de la carga (USD/año)	2.843.398	3.461.994	3.851.222

Fuente: Elaborado por Inecon

En el Cuadro anterior, se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 60% y el 34% de la demanda potencial existente. Por otra parte, la demanda movilizada que maximiza el beneficio social crece anualmente, en promedio, entre el 2,1% y el 2,6% en el mediano plazo, y entre el 0,7% y el 1,4% en el largo plazo, si es que el transporte estimado se mide en Teus o en toneladas, respectivamente.

Descripción de los servicios

Para todos los años de análisis, el itinerario óptimo considera que la flota tipo recalca en los puertos de Quetzal, Acajutla, Corinto y Caldera, para ambos sentidos de circulación de las naves, lo que se presenta esquemáticamente en la Figura 4-8.

Figura 4-8: Itinerarios óptimos, modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico



Fuente: Elaborado por Inecon

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro 4-20 siguiente, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro 4-20: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Quetzal	133.705	92.667	226.372	9.813	9.644	19.458
Acajutla	51.244	91.033	142.277	5.966	5.823	11.788
Corinto	31.981	37.581	69.562	3.700	2.051	5.751
Caldera	151.719	147.368	299.087	11.767	13.728	25.495
Año 2020						
Quetzal	157.385	138.811	296.196	9.231	14.199	23.429
Acajutla	83.645	97.577	181.222	9.737	5.325	15.062
Corinto	40.495	47.347	87.841	4.568	2.584	7.152
Caldera	195.893	193.683	389.576	14.956	16.383	31.339
Año 2030						
Quetzal	166.288	149.254	315.542	9.075	13.410	22.485
Acajutla	106.698	123.829	230.527	12.182	6.758	18.940
Corinto	18.371	18.371	36.741	1.003	1.003	2.005
Caldera	254.712	254.615	509.328	19.165	20.255	39.420

Fuente: Elaborado por Inecon

b) Costa Caribe

Resultados globales

En el Cuadro 4-21 siguiente, se presentan los indicadores globales de la situación donde se maximiza el beneficio comunitario o social, para cada año de análisis.

Cuadro 4-21: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	43.628	71.812	102.492
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	3.636	5.984	8.541
Teus llenos movilizados (Teus/año)	11.752	13.780	14.352
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	979	1.148	1.196
% de Teus transportados	27%	19%	14%
Toneladas transportadas (Ton/año)	132.511	171.182	164.949
Toneladas transportadas (Ton/mes)	11.043	14.265	13.746
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	7.852	9.984	9.776
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	2.132	884	0
Round trip (días)	10,98	11,10	10,41
Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	2	2	2
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	63%	67%	70%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	24%	35%	36%
Stock de contenedores (Teus)	408	412	387
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	1,57	1,59	1,49
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	4.027.784	4.027.784	4.027.784
Costo de capital de la flota (USD/día)	11.035	11.035	11.035
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	6.988.085	6.913.343	6.955.025
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	19.145	18.941	19.055
Costos portuarios de la nave (USD/año)	1.674.844	1.686.769	1.381.350
Costos portuarios de la carga (USD/año)	921.559	1.031.880	978.222

Fuente: Elaborado por Inecon

En el Cuadro anterior, se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 27% y el 14% de la demanda potencial existente. Por otra parte, la demanda movilizada que maximiza el beneficio social crece anualmente, en promedio, entre el 1,6% y el 2,6% en el mediano plazo, y entre el 0,4% y el -0,4% en el largo plazo, si es que el transporte estimado se mide en Teus o en toneladas, respectivamente. Este decrecimiento de las toneladas transportadas en el largo plazo, se explica porque en la combinación óptima correspondiente, pierden representatividad los boxes de 20 pies.

Descripción de los servicios

En este escenario, el itinerario óptimo, se desarrolla entre los puertos de Veracruz y Limón / Moín, sin embargo, en los años 2010 y 2020, se incorpora al servicio Puerto Cortés, en el sentido Sur- Norte, como se puede observar en la Figura 4-9.

Figura 4-9: Itinerarios óptimos, modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe



Fuente:Elaborado por Inecon

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro 4-22 siguiente, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro 4-22: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Veracruz	69.940	59.473	129.414	8.333	3.246	11.579
Puerto Cortés	3.097	36.992	40.089	169	4.172	4.341
Limón/Moín	59.473	36.045	95.519	3.246	4.330	7.576
Año 2020						
Veracruz	80.224	86.020	166.245	8.810	4.695	13.504
Puerto Cortés	4.938	20.821	25.759	269	1.308	1.577
Limón/Moín	86.020	64.341	150.361	4.695	7.771	12.466
Año 2030						
Veracruz	75.296	89.653	164.949	9.438	4.893	14.331
Limón/Moín	89.653	75.296	164.949	4.893	9.438	14.331

Fuente: Elaborado por Inecon

4.4.3 Modelo de máxima cobertura

En este caso se busca maximizar el tonelaje transportado por vía marítima considerando un servicio con itinerario predefinido, para cada costa de análisis. Por lo tanto, resulta necesario definir previamente un criterio que permita acotar el tamaño de flota a considerar en el diseño requerido. Para estos efectos, en primer lugar, se ha utilizado el tamaño de flota que posibilita obtener el óptimo social. Sin embargo, si dicho tamaño no es suficiente para realizar el transporte requerido entre los diferentes puertos, se ha optado por ocupar el mínimo valor de flota que sí lo permite. Los resultados correspondientes se presentan a continuación para cada una de las costas.

a) Costa Pacífico

Descripción de los servicios predefinidos

En este caso el itinerario de ida y regreso considera recaladas en los puertos de Lázaro Cárdenas, Quetzal, Acajutla, Corinto, Caldera y Panamá Ports Balboa. En la Figura 4-10 se presenta el itinerario correspondiente para los años de análisis.

Figura 4-10: Itinerarios predefinidos, modelo de máxima cobertura, Costa Pacífico



Fuente: Elaborado por Inecon

Resultados globales

En el Cuadro 4-23 siguiente, se presentan los indicadores globales de la situación donde se cumple el criterio de maximización de la cobertura, para cada año de análisis.

Cuadro 4-23: Resultados globales del modelo de máxima cobertura, Costa Pacífico

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	121.524	204.880	294.892
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	10.127	17.073	24.574
Teus llenos movilizados (Teus/año)	18.980	19.760	24.440
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	1.582	1.647	2.037
% de Teus transportados	16%	10%	8%
Toneladas transportadas (Ton/año)	303.740	342.672	436.273
Toneladas transportadas (Ton/mes)	25.312	28.556	36.356
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	16.952	18.876	23.920
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	1.508	1.924	2.496
Round trip (días)	13,18	13,50	14,24
Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	3	3	4
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	76%	79%	98%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	65%	68%	83%
Stock de contenedores (Teus)	490	501	529
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	1,88	1,93	2,03
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	6.041.676	6.041.676	8.055.568
Costo de capital de la flota (USD/día)	16.553	16.553	22.070
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	12.446.626	12.159.309	15.359.772
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	34.100	33.313	42.082
Costos portuarios de la nave (USD/año)	6.425.621	6.476.662	8.638.787
Costos portuarios de la carga (USD/año)	2.904.591	2.918.708	3.565.464

Fuente: Elaborado por Inecon

En el Cuadro anterior, se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 16% y el 8% de la demanda potencial existente. Por otra parte, la demanda movilizada crece anualmente, en promedio, entre el 0,4% y el 1,2% en el mediano plazo, y entre el 2,1% y el 2,4% en el largo plazo, si es que el transporte estimado se mide en Teus o en toneladas, respectivamente.

Resultados desagregados por puerto

En Cuadro 4-24 siguiente, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto definido y para cada año de análisis.

Cuadro 4-24: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo de máxima cobertura Costa Pacífico

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Puerto de Lázaro Cárdenas	65.784	31.387	97.171	3.590	4.139	7.729
Quetzal	109.610	109.610	219.220	5.982	5.982	11.964
Acajutla	17.035	39.329	56.364	1.275	2.146	3.421
Corinto	35.822	45.662	81.484	4.030	2.492	6.522
Caldera	73.823	73.823	147.647	4.029	4.029	8.058
Panama Ports Balboa	1.665	3.929	5.594	97	214	311
Año 2020						
Puerto de Lázaro Cárdenas	52.057	13.849	65.907	2.841	1.826	4.667
Quetzal	121.904	121.904	243.808	6.653	6.653	13.306
Acajutla	27.073	62.538	89.611	1.982	3.413	5.395
Corinto	20.596	22.098	42.694	1.681	1.206	2.887
Caldera	118.485	118.485	236.969	6.466	6.466	12.932
Panama Ports Balboa	2.557	3.799	6.356	148	207	355
Año 2030						
Puerto de Lázaro Cárdenas	55.521	8.129	63.650	3.030	1.072	4.102
Quetzal	156.056	156.056	312.112	8.517	8.517	17.033
Acajutla	37.973	83.357	121.329	2.691	4.549	7.240
Corinto	18.371	18.371	36.741	1.003	1.003	2.005
Caldera	164.824	164.824	329.649	8.995	8.995	17.990
Panama Ports Balboa	3.528	5.537	9.065	203	302	505

Fuente: Elaborado por Inecon

b) Costa Caribe

Descripción de los servicios predefinidos

En este caso el itinerario de ida y regreso considera recaladas en los puertos de Tampico, Veracruz, Santo Tomás de Castilla, Puerto Cortés, Limón/Moín y Panama Ports Cristóbal. En la siguiente figura se presenta el itinerario correspondiente.

Figura 4-11: Itinerarios predefinidos, modelo de máxima cobertura, Costa Caribe



Fuente: Elaborado por Inecon

Resultados globales

En el Cuadro 4-25 siguiente, se presentan los indicadores globales de la situación de máxima cobertura, para cada año de análisis.

Cuadro 4-25: Resultados globales del modelo de máxima cobertura, Costa Caribe

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	50.752	84.864	121.732
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	4.229	7.072	10.144
Teus llenos movilizados (Teus/año)	15.600	15.392	14.300
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	1.300	1.283	1.192
% de Teus transportados	31%	18%	12%
Toneladas transportadas (Ton/año)	227.456	249.627	256.545
Toneladas transportadas (Ton/mes)	18.955	20.802	21.379
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	12.896	13.884	14.040
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	2.808	3.900	4.628
Round trip (días)	15,76	16,04	16,15
Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	3	3	3
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	68%	63%	55%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	48%	51%	51%
Stock de contenedores (Teus)	585	596	600
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	2,25	2,29	2,31
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	6.041.676	6.041.676	6.041.676
Costo de capital de la flota (USD/día)	16.553	16.553	16.553
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	13.273.184	13.039.234	12.945.674
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	36.365	35.724	35.468
Costos portuarios de la nave (USD/año)	6.651.847	6.664.284	6.659.488
Costos portuarios de la carga (USD/año)	1.837.490	2.137.462	2.362.384

Fuente: Elaborado por Inecon

Se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 31% y el 12% de la demanda potencial existente. Por otra parte, la demanda movilizada crece anualmente, en promedio, entre el -0,1% y el 0,9% en el mediano plazo, y entre el -0,7% y el 0,3% en el largo plazo, si es que el transporte estimado se mide en Teus o en toneladas, respectivamente.

Resultados desagregados por puerto

En Cuadro 4-26 siguiente, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto definido y para cada año de análisis.

Cuadro 4-26: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo de máxima cobertura Costa Caribe

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Tampico	51.303	0	51.303	2.800	0	2.800
Veracruz	42.979	100.117	143.095	4.680	5.464	10.144
Santo Tomás de Castilla	47.183	47.136	94.319	2.575	2.590	5.165
Puerto Cortés	23.348	26.137	49.484	2.141	1.426	3.567
Limón/Moín	61.548	53.159	114.707	3.359	6.015	9.374
Panama Ports Cristóbal	1.096	907	2.003	60	120	179
Año 2020						
Tampico	71.785	0	71.785	3.918	0	3.918
Veracruz	36.114	99.458	135.573	2.970	5.428	8.397
Santo Tomás de Castilla	63.817	63.731	127.548	3.483	3.510	6.993
Puerto Cortés	28.234	41.431	69.665	2.308	2.261	4.569
Limón/Moín	48.039	43.651	91.690	2.622	4.011	6.633
Panama Ports Cristóbal	1.637	1.355	2.993	89	179	268
Año 2030						
Tampico	84.665	0	84.665	4.621	0	4.621
Veracruz	36.662	108.349	145.011	2.176	5.913	8.089
Santo Tomás de Castilla	72.744	72.618	145.361	3.970	4.010	7.980
Puerto Cortés	25.025	38.865	63.890	1.511	2.121	3.632
Limón/Moín	35.704	35.269	70.973	1.949	2.087	4.035
Panama Ports Cristóbal	1.745	1.444	3.189	95	190	286

Fuente: Elaborado por Inecon

5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, SOCIOECONÓMICA, FINANCIERA Y AMBIENTAL

En esta sección se presentan las evaluaciones técnica, socioeconómica, financiera y ambiental de las alternativas de servicio definidas en el capítulo anterior.

5.1 Factibilidad Técnica

De acuerdo a lo señalado en el capítulo 2 de este informe, se han identificado un total de 19 puertos, que forman parte de las alternativas de servicio TMCD definidas, los que se examinan a continuación.

Para efectos de determinar si la operación futura de los puertos en análisis será viable y sostenible, se han revisado los antecedentes disponibles, relativos a la existencia de calados mínimos apropiados, comunicación terrestre adecuada, tamaño, infraestructura y equipamiento, entre otros. Al respecto, se debe señalar que, en forma consistente con lo reportado en el Informe Alcance 1, los criterios cuantitativos referenciales utilizados han sido los siguientes:

- Ancho del canal de acceso: equivalente a la eslora de la nave tipo
- Profundidad del canal de acceso: igual o mayor que 1,2 veces el calado máximo de la nave tipo.
- Profundidad de los sitios de atraque: igual o mayor que 1,1 veces el calado máximo de la nave tipo.

La utilización de estos criterios, permite identificar aquellos casos donde, — por no cumplirse una o más de las condiciones antes señaladas— resulta necesario examinar las características de las naves atendidas. Este segundo análisis, permite concluir si actualmente resulta factible la utilización del puerto en cuestión por la nave tipo que se estima más apropiada para ofrecer un servicio TMCD.

A continuación, se revisan los antecedentes requeridos para examinar la factibilidad técnica que presentan actualmente los puertos en análisis.

5.1.1 Áreas de navegación e infraestructura portuaria

Para efectos de aplicar los criterios de factibilidad mencionados anteriormente, se ha recopilado información relativa a:

- Las características de los canales de acceso: ancho y profundidad.
- Los calados máximos existentes en los sitios de atraque.

Dichos antecedentes se presentan en el Cuadro 5-1 siguiente:

Cuadro 5-1: Antecedentes de las áreas de navegación e infraestructura portuaria

Costa	Puerto	Ancho canal de acceso (m)	Profundidad canal de acceso (m)	Profundidad máxima sitios de atraque (m)
Pacífico	Puerto de Lázaro Cárdenas	380	16,5	16,0
Pacífico	Quetzal	210	14,5	11,0
Pacífico	Acajutla	-	14,0	14,9
Pacífico	Corinto	115	13,4	13,4
Pacífico	Caldera	-	13,0	11,0
Pacífico	Panama Ports Balboa	-	14,2	16,0
Pacífico	Buenaventura	140	12,0	9,4
Caribe	Tampico	60	9,0	10,7
Caribe	Progreso	-	12,0	9,8
Caribe	Veracruz	200	15,8	14,0
Caribe	Santo Tomás de Castilla	90	11,0	9,5
Caribe	Puerto de Belice	120	10,0	10,0
Caribe	Puerto Cortés	400	14,0	9,1
Caribe	Limón/Moín	200	14,0	12,0
Caribe	Colon Container Terminal	200	14,0	15,0
Caribe	Panama Ports Cristóbal	-	14,0	14,6
Caribe	Cartagena	84	13,1	13,7
Caribe	Barranquilla	150	9,1	9,1
Caribe	Haina	60	10,7	10,7

Fuente: Elaborado por Inecon en base a Manual de Puertos de Centroamérica 2010-2011 COCATRAM, fuentes oficiales de puertos y datos proporcionados por los puertos

A partir de los antecedentes presentados en el cuadro anterior, se puede señalar que, los puertos en análisis presentan las condiciones de navegación e infraestructura portuaria mínimas requeridas para atender a la nave tipo seleccionada.¹⁷

5.1.2 Estado de los accesos viales y ferroviarios

En el punto 3.5.3 del Informe Alcance 1, se reportó el estado de todas aquellas carreteras y caminos que forman parte de la red de comunicaciones terrestres de las cadenas logísticas de intercambio de suministros del comercio internacional mesoamericano, y que se conectan e interactúan entre

¹⁷ Aunque los puertos de Tampico, Haina y Cartagena presentan canales de acceso con anchos reducidos, estos puertos atienden, usualmente, a naves de envergaduras superiores a las definidas para la nave tipo de análisis.



el modo terrestre y marítimo ya sea por camión o ferrocarril. En el Cuadro 5-2 siguiente, se presenta la calificación realizada para los puertos en análisis.

Cuadro 5-2: Calificación del estado de las carreteras de acceso a los puertos en análisis

Pais	Instalación Portuaria	Localización	Percepción Cualitativa del Consultor Accesos Puertos	Comentarios del Consultor sobre los caminos de interconexión entre ciudades y los accesos a los Puertos.
México	Puerto de Lázaro Cárdenas	Pacífico	Bueno	Se recorrieron 460 Km de caminos bien mantenidos de hormigón y asfaltos entre Ixtapa y Lázaro Cárdenas. Accesos portuarios expeditos.
Guatemala	Quetzal	Pacífico	Bueno	Se recorrieron 80 Km de caminos de interconexión entre Ciudad de Guatemala y Puerto Quetzal. Buenos accesos a los recintos portuarios.
El Salvador	Acajutla	Pacífico	Bueno	Se recorrieron 219 Kms. del camino de interconexión entre San Salvador y Acajutla, el cual se encontraba en buenas condiciones. Posee acceso expedito al recinto portuario.
Nicaragua	Corinto	Pacífico	Bueno	Se recorrieron 315 Kms. del camino de interconexión entre Managua y Puerto Corinto, el cual se encontraba en buenas condiciones. Posee acceso restringido por la saturación vehicular de la ciudad que rodea el recinto portuario.
Costa Rica	Caldera	Pacífico	Regular	Se recorrieron 22 Kms. del camino de interconexión entre Puerto Punta Arenas y Puerto Caldera, el cual se encontraba con baches. Posee acceso expedito al recinto portuario.
Panamá	Panamá Ports Balboa	Pacífico	Bueno	Accesos expeditos.
Colombia	Buenaventura	Pacífico	Bueno	Accesos a las Instalaciones Portuarias saturadas por el tráfico de la Ciudad que lo rodea en todo su perímetro. El acceso al recinto portuario es expedito.
México	Tampico	Caribe	Bueno	El Puerto Fiscal Público de Tampico, posee para el ingreso y salida de sus cargas, expeditas vías de comunicación terrestres, tanto por camión como por ferrocarril, las que lo conectan a todo el país.
México	Progreso	Caribe	Bueno	Se recorrieron 80 Km de caminos de interconexión entre Mérida y Puerto Progreso por carreteras de hormigón de cuatro vías, total ocho. Puerto construido en Isla artificial a 7 km. de costa lo que hace vulnerable su conexión con el buque.
México	Veracruz	Caribe	Regular	Accesos al Puerto saturados por el tráfico de la Ciudad de Veracruz.
Guatemala	Santo Tomás de Castilla	Caribe	Regular	Acceso a Puerto Santo Tomás de Castilla distante a 15 Kms. de Puerto Barrios expedito.
Belice	Puerto de Belice	Caribe	Malo	Acceso al recinto portuario sin desarrollo urbano, caminos de tierra compactada con baches. Acceso al muelle restringido para un solo vehículo.
Honduras	Puerto Cortés	Caribe	Bueno	Se recorrieron 159 Kms. del camino de interconexión entre La Ceiba y Puerto Cortes, carpeta asfáltica bien mantenida. Posee buenos accesos al recinto portuario.
Costa Rica	Limón/Moín	Caribe	Regular	Se recorrieron 325 Kms. del camino de interconexión entre San José, Puerto Limón y Puerto Moín, el cual se encontraba con baches y derrumbes por lluvias en el cruce cordillerano. Acceso expedito a las I.P.
Panamá	Colon Container Terminal	Caribe	Malo	Se recorrieron 75 Kms. desde C. de Panamá hasta Colon por carretera en buen estado, pero el acceso desde Colon hasta el Puerto CCT por AV. Randolph, el camino es una huella de tierra con continuos baches. Al interior del recinto portuario los accesos son expeditos.
Panamá	Panamá Ports Cristóbal	Caribe	Bueno	Se recorrieron 75 Kms. desde C. de Panamá hasta Colon por carretera en buen estado, pero el acceso a la Ciudad de Colon y hasta Panamá Ports Cristóbal la velocidad de desplazamiento disminuye considerablemente por la saturación vehicular.
Colombia	Cartagena	Caribe	Bueno	Accesos a las Instalaciones Portuarias saturadas por el tráfico de la Ciudad que lo rodea en todo su perímetro. El acceso al recinto portuario es expedito.
Colombia	Barranquilla	Caribe	Regular	Se recorrieron 130 Kms. desde Cartagena de Indias hasta Barranquilla por carretera 90 A, de hormigón, pero el acceso desde Barranquilla hasta el Puerto la velocidad de desplazamiento disminuye considerablemente por la saturación vehicular. El acceso al recinto portuario es expedito.
Rep. Dominicana	Haina	Caribe	Regular	Situada dentro del radio urbano de la Capital a 15 Kms de Santo Domingo con carreteras de hormigón de doble vía y camino secundario de acceso a las Instalaciones Portuarias saturadas por el tráfico que lo rodea en todo su perímetro. El acceso al interior recinto portuario es expedito.

Fuente: Elaborado por Inecon

Como se observa en el cuadro anterior, sólo en los casos de Puerto Belice y Colon Container Terminal, existen accesos terrestres en malas condiciones, sin embargo, como se indica más adelante en el Cuadro 5-4, no es esperable que se genere tránsito de carga adicional de magnitud significativa, en el corto plazo.

5.1.3 Equipamiento portuario

Un indicador representativo de la dotación de equipamiento disponible para desarrollar las diferentes operaciones relacionadas con la transferencia de carga contenerizada, corresponde a la disponibilidad de grúas de muelle, en especial del tipo pórtico o Gantry. Dada la relación directa que existe entre el equipamiento de transferencia marítima y terrestre, la disponibilidad de grúas de muelle garantiza la existencia de los equipos de traslación de carga complementarios, requeridos para completar la movilización de las mercancías transportadas por vía marítima, en condiciones adecuadas de eficiencia operacional. En el Cuadro 5-3 siguiente, se presentan los datos recabados al respecto, para los diferentes puertos en análisis.

Cuadro 5-3: Grúas de muelle disponibles en los puertos de análisis – 2010

Costa	Puerto	Nº Grúas Gantry	Nº otras grúas de muelle
Pacífico	Puerto de Lázaro Cárdenas	2	4
Pacífico	Quetzal	0	4
Pacífico	Acajutla	1	3
Pacífico	Corinto	1	0
Pacífico	Caldera	0	1
Pacífico	Panama Ports Balboa	22	0
Pacífico	Buenaventura	4	3
Caribe	Tampico	0	1
Caribe	Progreso	2	1
Caribe	Veracruz	5	0
Caribe	Santo Tomás de Castilla	0	5
Caribe	Puerto de Belice	0	3
Caribe	Puerto Cortés	2	6
Caribe	Limón/Moín	0	2
Caribe	Colon Container Terminal	10	0
Caribe	Panama Ports Cristóbal	11	0
Caribe	Cartagena	4	3
Caribe	Barranquilla	0	2
Caribe	Haina	3	0

Fuente: Elaborado por Inecon en base a Manual de Puertos de Centroamérica 2010-2011 COCATRAM, fuentes oficiales de puertos y datos proporcionados por los puertos

Como se observa en el cuadro anterior, todos los puertos en análisis disponen del equipamiento necesario para la movilización de carga contenerizada, sin embargo, resulta necesario revisar, la magnitud del incremento que experimentaría dicho movimiento de carga, producto de la entrada en operaciones del nuevo servicio TMCD. En el Cuadro 5-4 siguiente se muestran estas cifras.

Cuadro 5-4: Incremento porcentual en la carga movilizada-2010

Puerto	Toneladas servicio TMCD (Sólo carga contenerizada)1/	Toneladas totales sin TMCD	Toneladas carga contenerizada sin TMCD	Incremento sobre el total movilizado	Incremento sobrela carga contenerizada
Tampico	-	8.059.353	8.814	0,00%	0,00%
Corinto	69.562	2.090.612	576.702	3,33%	12,06%
Quetzal	226.372	7.577.800	2.019.130	2,99%	11,21%
Acajutla	142.277	3.706.122	1.298.315	3,84%	10,96%
Caldera	299.087	3.274.537	1.268.180	9,13%	23,58%
Puerto de Lázaro Cárdenas	-	29.450.998	8.274.595	0,00%	0,00%
Limón/Moín	95.519	9.943.072	4.211.103	0,96%	2,27%
Puerto Cortés	40.089	8.383.225	3.621.904	0,48%	1,11%
Santo Tomás de Castilla	-	4.745.490	2.880.210	0,00%	0,00%
Puerto de Belice	-	625.189	172.829	0,00%	0,00%
Veracruz	129.414	17.316.773	6.459.998	0,75%	2,00%
Haina	-	9.240.650	1.885.912	0,00%	0,00%
Progreso	-	4.021.048	464.428	0,00%	0,00%
Panama Ports Balboa	-	20.137.973	19.063.433	0,00%	0,00%
Barranquilla	-	4.090.638	1.226.209	0,00%	0,00%
Panama Ports Cristóbal	-	5.647.205	4.607.127	0,00%	0,00%
Buenaventura	-	9.604.026	5.011.324	0,00%	0,00%
Cartagena	-	12.317.069	12.310.489	0,00%	0,00%
Colon Container Terminal	-	3.359.746	3.359.746	0,00%	0,00%

1/ Toneladas transportadas en el escenario representativo del óptimo social

Fuente: Elaborado por Inecon en base a base estadísticas de COCATRAM, fuentes oficiales de puertos y datos proporcionados por los puertos

En el cuadro anterior se observa que los puertos de Caldera y Corinto, son los que experimentarían el mayor incremento en lo que respecta al movimiento de carga contenerizada. En menor proporción se afectan los puertos de Quetzal y Acajutla. Para visualizar la importancia de este crecimiento, en el Cuadro 5-5 siguiente, se presentan, en forma comparativa, las tasas de crecimiento promedio que ha experimentado el movimiento de carga contenerizada, en el quinquenio 2005-2010.

Cuadro 5-5: Incremento porcentual en la carga contenerizada movilizada considerando el servicio TMCD versus tasas de crecimiento históricas promedio

Puerto	Incremento sobre el tonelaje contenerizado año 2010	Tasa de crecimiento promedio 2005-2010 carga contenerizada
Tampico	0,00%	-24,4%
Corinto	12,06%	56,2%
Quetzal	11,21%	13,9%
Acajutla	10,96%	18,0%
Caldera	23,58%	32,2%
Puerto de Lázaro Cárdenas	0,00%	64,3%
Limón/Moín	2,27%	6,1%
Puerto Cortés	1,11%	10,8%
Santo Tomás de Castilla	0,00%	14,3%
Puerto de Belice	0,00%	0,3%
Veracruz	2,00%	11,9%

Fuente: Elaborado por Inecon en base a base estadísticas de COCATRAM, fuentes oficiales de puertos y datos proporcionados por los puertos

Se observa que en Quetzal, Acajutla, Caldera y Limón/Moín existirían incrementos que se alejan de la media histórica, o bien, representarían una importante proporción de este crecimiento, lo que debería ser abordado, ya sea aumentando el stock de equipamiento de apoyo a la transferencia portuaria y/o mejorando la eficiencia operacional y el aprovechamiento de patios, actualmente existente. Esta materia se aborda en el Informe Alcance 4 de este estudio.

Por su parte, en lo que respecta a la transferencia de contenedores refrigerados, todos los puertos relevantes en análisis, ofrecen el servicio de conexión y desconexión, suministro de energía y monitoreo de voltaje.

5.2 Factibilidad Socioeconómica

5.2.1 Identificación de beneficios y costos sociales

En este capítulo se realiza una estimación de los beneficios que genera el proyecto TMCD, como así también los impactos del mismo, tanto desde el punto de vista positivo como negativo. Para lo cual se realiza un análisis comparativo con el transporte terrestre actual, ya que una parte de la actual cadena logística se reemplazará por este nuevo diseño.

Al efecto, el transporte terrestre produce impactos en el uso de la infraestructura asociada de carreteras, las que comparte con vehículos de transporte de pasajeros. Además, produce impactos en el uso de infraestructura y servicios de terminales intermodales, instalaciones de fiscalización y control, de policía, aduanas y fitosanitarias, y aquellas relacionadas con la actividad de mantención y operación de camiones y choferes. Una reducción en el transporte carretero de carga disminuirá las externalidades negativas de congestión y, por otra parte, reducirá la actividad económica relacionada con el transporte que se detalló anteriormente.

El cambio de estructura de la cadena logística, disminuye los efectos positivos y negativos del transporte terrestre en las rutas principales, que conectan los orígenes y destinos del intercambio comercial, pero introduce nuevos impactos en los puertos de transferencia de cargas y en las rutas que conectan los mismos con las ciudades de oferta y demanda de los productos de intercambio.

Así también, este cambio genera un impacto negativo para las empresas de transporte terrestre internacional, ya que una parte del mismo se realizará mediante transporte marítimo, ocasionando una disminución del mismo. Sin embargo, produce un aumento de la actividad para las empresas de transporte locales, que deben viajar con los contenedores desde y hacia los puertos, hasta las plantas y centros de consumo de los productos.

Esta nueva estructura de la cadena logística, genera adicionalmente una mayor actividad operativa en los correspondientes puertos de origen y destino, en los cuales se deben recibir los contenedores, descargar y acopiarlos a la espera de la llegada de la nave, para luego transferirlos y estibarlos, realizando la operación inversa a la llegada.

Por lo tanto, se produce un impacto positivo al aumentar el uso de la infraestructura existente y los servicios relacionados a la transferencia. Sin

embargo, éste se puede transformar en un impacto negativo para el TMCD, si los volúmenes de intercambio producen congestión y baja eficiencia en el servicio, por una inadecuada infraestructura o muy alto intercambio, sustancialmente mayor que la capacidad instalada.

Sin lugar a dudas, los mayores beneficios del TMCD serán establecer nuevas alternativas de cadenas logísticas, tanto de abastecimiento como de distribución, que signifiquen una reducción de los costos logísticos actuales, reducción de externalidades negativas, prestación de servicios complementarios, mejoramiento de la atención a los clientes, aumento de eficiencia y productividad de la cadena en el uso de sus recursos humanos, técnicos y de equipos, obteniendo de este modo un mejor aprovechamiento integral de todos ellos.

En resumen, se puede señalar que existen impactos positivos y negativos en la implementación de un Servicio Marítimo de Corta Distancia, según sea el punto de vista de los actores relevantes de las cadenas logísticas terrestres actuales:

- Para las empresas internacionales de transporte terrestre de cargas, una disminución del requerimiento de servicios por menor demanda resultará un impacto negativo, ya que han crecido en recursos humanos y de equipos, de acuerdo a las necesidades de sus clientes para el movimiento de productos entre los países mesoamericanos.
- Como efecto de un menor transporte terrestre internacional, el requerimiento a los prestadores de servicios a las cargas, a las personas y a los equipos, que actualmente están instalados en las cercanías de las carreteras, o en los accesos a los principales ciudades y poblados, también disminuirá por lo que les producirá un impacto negativo.
- La disminución del tráfico de carga en las principales carreteras de los países mesoamericanos, y por consiguiente la circulación de camiones, impactará positivamente en los vehículos de transporte de pasajeros, quienes verán disminuir la congestión y los tiempos de viaje, como así también aumentar la seguridad en las rutas.
- Las empresas de transporte terrestre locales, como resultado del TMCD tendrán un aumento en la demanda de servicios entre las principales ciudades y los puertos correspondientes, produciendo esta actividad un impacto positivo en la región. Así también, a los prestadores de servicios asociados a este movimiento adicional a lo largo de la ruta.

- Las rutas locales, entre las principales ciudades y los correspondientes puertos en los que recale el servicio TMCD, tendrán un aumento en el tráfico de movimiento de carga, aspecto que producirá un impacto negativo en los otros usuarios de la ruta, relacionados con el aumento de congestión y disminución de seguridad. Este impacto negativo podría no existir si la infraestructura actual resultara suficiente, o se realicen inversiones en la misma que mitiguen el impacto.
- En los puertos de recalada del servicio TMCD, los prestadores de servicios portuarios también tendrán un impacto positivo por el aumento de la transferencia de cargas. Sin embargo, este efecto positivo se puede transformar rápidamente en negativo, si se produce congestión en este servicio TMCD y en otros por falta de infraestructura, equipos y personal debidamente capacitado y calificado.
- En las cadenas logísticas de abastecimiento y distribución se producirán alternativas de diseño, las que conducen a un mejoramiento de los costos, o bien a un mejor servicio a precios equivalentes.

La instauración de un servicio TMCD, en la medida que pueda realizar un movimiento importante y eficiente de mercaderías, se constituirá en un impacto positivo de desarrollo de la actividad local, concentrada especialmente en las zonas portuarias, las que requerirán de inversión pública y privada, tanto en infraestructura como equipos y personas, tales que permitan la atención adecuada de este servicio, sin desmerecer las otras actividades y operaciones actuales de las otras naves con su correspondiente desarrollo y crecimiento asociados.

Un aspecto muy relevante de considerar en la cadena logística del TMCD, se refiere a la alta dependencia de ésta respecto de los puertos, con sus correspondientes actividades y servicios relacionados para la transferencia de cargas. Como tales, éstos deben recibir las cargas tanto de los transportes terrestres como de los marítimos, éstos últimos de acuerdo a la programación de las recaladas de las distintas naves. En los itinerarios de las naves se establecen estrictamente los tiempos de viaje y estadía portuaria, la que no sólo debe ser lo más breve posible, sino también se requiere que el puerto cuente con sitio de atraque para dicha nave a su llegada. De lo contrario, la falta de sitio significa un importante atraso en las faenas de desembarque y embarque respectivamente, con la consiguiente mayor estadía en este puerto, la pérdida del itinerario y el incumplimiento de las fechas debidamente programadas para las recaladas siguientes.

Adicionalmente, el tipo de nave proyectada para el TMCD es pequeña, con una capacidad de transporte de 260 Teus, los que frente a naves mucho mayores con capacidad entre 3.000 y 9.000 Teus, resultan muchas veces un problema operativo y comercial para el puerto, especialmente en aquéllos que cuentan con la infraestructura adecuada para recibir y atender eficientemente a estas grandes naves, todas ellas portacontenedores y también con ajustados itinerarios.

5.2.2 Impacto económico de un puerto en su hinterland

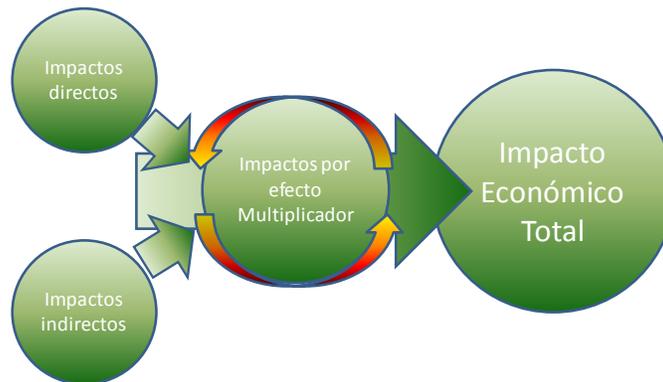
Con el objeto de obtener un factor que permita cuantificar el impacto económico promedio que ejercen los puertos sobre su zona económica (hinterland¹⁸) y aplicarlo a los casos evaluados en el presente estudio, se ha analizado bibliografía y estudios existentes.

De acuerdo a la literatura especializada, los impactos económicos que el puerto produce, tanto en la ciudad que lo alberga (impacto local), como en el hinterland (impacto regional), se pueden clasificar en tres tipos:

- Directos: inversión y empleo en el puerto y en sus empresas asociadas,
- Indirectos: inversiones realizadas y empleos contratados por empresas que proveen servicios al puerto, y
- Efecto multiplicador: comercio y servicios generados a partir de los nuevos empleos y los empleos que de ello se derivan.

¹⁸ Área que es el lugar de abastecimiento y consumo de bienes o servicios correspondientes a un puerto.

Figura 5-1: Tipos de impactos económicos cuantificables de un puerto en la economía local ¹⁹



Si bien conceptualmente los impactos referidos son de absoluta lógica económica, en la realidad su estudio encuentra numerosos obstáculos, especialmente en economías en desarrollo, las que se caracterizan por disponer de escasa información estadística básica. Según uno de los autores más destacados en este tipo de estudios, los principales obstáculos dicen relación con: ²⁰

- Poca disponibilidad de información de empleo, ingresos financieros, planillas de pagos, y otros costos que afectan a los proveedores de servicios relacionados con el puerto.
- Poca claridad en el rol que juega la existencia del puerto en la actividad económica local.
- Impracticabilidad de conceptualizar la estructura de precios de los servicios de transporte.
- Imposibilidad de conceptualizar la ciudad puerto sin el puerto con el objeto de establecer el contraste.
- Indeterminación del impacto de las exportaciones e importaciones en los precios de consumo local.

¹⁹ Esquema tomado de Economic Impact of Hester Memorial Airport. South Carolina Department of Commerce, Division of Aeronautics. 2012.

²⁰ Port Economic Impact Studies: Practice and Assessment. Waters, Robert C., "Port Economic Impact Studies: Practice and Assessment", Transportation Journal, Vol. 16, No. 3 (SPRING 1977), pp. 14-18. Publicado por: Penn State University Press.

El efecto multiplicador en la inversión portuaria

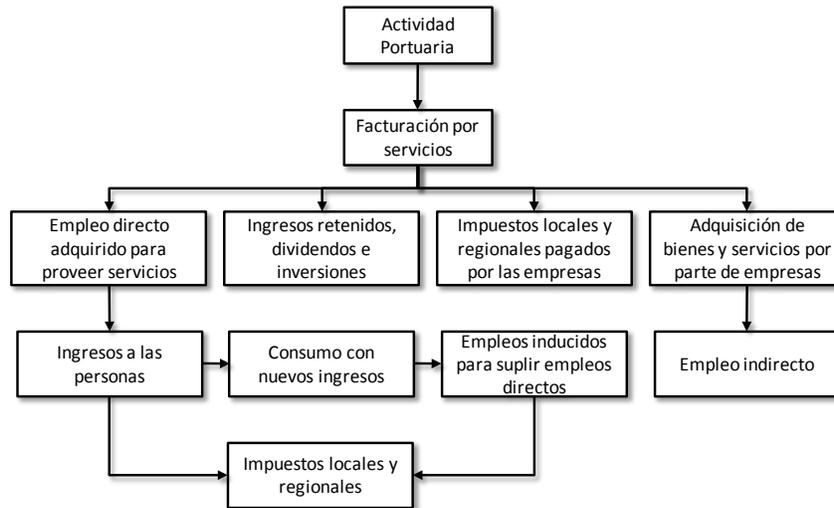
Está demostrado que a mayor actividad marítima en un puerto aumentan proporcionalmente los ingresos para los negocios de las empresas portuarias (públicas y privadas) y de las que proveen los servicios al mismo (transporte, bodegaje, logística, fiscalización, etc.). Una parte de estos mayores ingresos son destinados por las empresas portuarias y navieras a contratar empleo (empleo directo) para proveer servicios, para pagar a los accionistas y para adquirir bienes y servicios a empresas locales, regionales e internacionales, las que a la vez adquirirán empleos (empleo indirecto) para satisfacer esas nuevas demandas. Otra parte de los ingresos, tanto de las empresas portuarias como de las proveedoras son destinados a ahorro.

Los nuevos empleados del puerto y sus empresas asociadas y que han sido contratados producto de esta mayor actividad marítima e intercambio comercial, recibirán salarios y beneficios (ingresos personales). Una parte será ahorrada y otra consumida (dependiendo de la propensión marginal al consumo y al ahorro) y adquirirán bienes y servicios en el comercio local, una parte de la cual será producida local o regionalmente: comida, vivienda, servicios. Estos nuevos consumos generarán mayores demandas a las empresas y servicios locales y regionales (incluyendo el comercio), las que a la vez contratarán más empleados (empleo inducido) y a la vez bienes y servicios, una parte de los cuales serán de procedencia local y regional, los que generarán otras demandas por empleos, bienes y servicios. Es el efecto multiplicador del aumento del ingreso personal y familiar.

Las empresas portuarias, las proveedoras y el comercio local y regional – producto de los mayores ingresos percibidos y según la estructura impositiva vigente - pagarán más impuestos, a los ingresos, territorial, IVA, específicos (por ejemplo al combustible), etc., los que según las políticas públicas existentes, se transformarán en nuevas obras, servicios públicos y beneficios sociales de impacto local y regional, por requerir para su materialización mano de obra, bienes y servicios.

Dicho efecto multiplicador se puede visualizar en la Figura 5-2 siguiente.

Figura 5-2: La actividad portuaria y sus efectos indirectos y el multiplicador²¹



Metodologías disponibles para evaluar impactos locales y regionales de un puerto

No hay consenso en cuál es la metodología más adecuada para estudiar los impactos económicos de un puerto en su hinterland. Generalmente, los estudios apelan a las matrices insumo/producto²² regionales para estimar los impactos indirectos e inducidos y a las encuestas de empleo o a una combinación de ambos métodos. Bichou (2007) enumera las tres principales metodologías más utilizadas en este cometido: modelos basados en matrices insumo/producto (I/O), modelos de equilibrio matemático y modelos gravitacionales.

²¹ Tomado de: Diamond State Port Corporation, “The local and regional economic impacts of the Port of Wilmington”. Preparado por Martin Associates. LANCASTER, Pensilvania. 5 de agosto, 2011

²² La matriz insumo-producto (MIP) caracteriza la demanda y la oferta que cada sector productivo hace de/a los demás (incluyéndose a sí mismo). Además de describir las transacciones entre diversos sectores de la economía real, permite estudiar el efecto que la variación de la demanda final de cualquiera de ellos tiene sobre todos los demás cuando se alcanza la situación de equilibrio. Su invención se debe a Wassily Leontief (1906 - 1999).

Para los puertos de Estados Unidos hay gran consistencia en el estudio de esta materia, pues la agencia federal marítima MARAD²³ ha desarrollado y promovido el uso de metodologías estándar. Estas metodologías están disponibles a través de un modelo matemático de base Insumo/Producto denominado "PortKit" (conocido coloquialmente como "The Kit")²⁴ y usada regularmente por más de 40 puertos en EE.UU.²⁵ para estimar sus impactos económicos. Los resultados de algunos de estos estudios son la principal base para el presente análisis.

Otro modelo, no específico a puertos pero ampliamente usado en el estudio de los impactos económicos de los mismos, o en forma complementaria al PortKit, es el software IMPLAN²⁶. Este contiene un modelo de base económica tipo insumo/producto y que permite seguir los flujos de mercancías desde los productores, pasando por los intermediarios hasta llegar a los consumidores finales. Las cadenas de adquisición de bienes y servicios continúan hasta que las "filtraciones" hacia otras regiones detienen el ciclo.

Según Pablo Coto-Millán,²⁷ las distintas metodologías disponibles para calcular estos costos se pueden agrupar en tres tipos:²⁸

- a) Una primera metodología se enfoca en la agregación de costos en que incurren los distintos agentes económicos para proveer el transporte de bienes y servicios hacia y desde el puerto estudiado. Los costos directos e indirectos son, en esta metodología, estimados a través de encuestas más o menos detalladas. Los costos inducidos son estimados sobre la base de multiplicadores obtenidos de matrices insumo/producto regionalizadas.

²³ La Administración Marítima de EE.UU. (MARAD) es la agencia del Ministerio de Transporte (DOT) de ese país encargada de todo lo relacionado con el transporte náutico. Ver: http://www.marad.dot.gov/about_us_landing_page/about_us_landing_page.htm.

²⁴ El modelo PortKit, en forma de software, es distribuido por la agencia norteamericana National Technical Information Services (NTIS). Ver: <http://www.ntis.gov/search/product.aspx?ABBR=PB2001500021>

²⁵ Una empresa consultora (Martin Associates) ha usado esta metodología en el estudio de impacto económico para más de 300 puertos, 200 de ellos sólo en EE.UU. y Canadá. También esta firma lo ha aplicado al estudio de aeropuertos.

²⁶ Ver: http://implan.com/v4/index.php?option=com_content&view=article&id=282:what-is-implan&catid=152:implan-appliance-&Itemid=2

²⁷ Coto-Millán, Pablo, Et. Al. (2010)

²⁸ Coto-Millán, Pablo, Et. Al. (2010), "A Methodological Discussion on Port Economic Impact Studies and Their Possible Applications to Policy Design." En: P. Coto-Millán et al. (eds.), Essays on Port Economics, Contributions to Economics, DOI 10.1007/978-3-7908-2425-4_11, # Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.

- b) Una segunda metodología, utilizada y promovida por MARAD, es aquella que sólo se ocupa de los impactos directos a través del cálculo del valor agregado que posibilitan los dos grandes grupos de agentes económicos en un puerto: la industria portuaria y la autoridad portuaria. Para estimarlos se usa alguno, o bien una combinación, de los siguientes métodos:
- Método manual de estimación de impacto por tonelada.
 - Método automático de uso de multiplicadores provenientes de una matriz insumo/producto.
 - Método de encuesta detallada.
- c) La tercera metodología –también respaldada por MARAD - es básicamente la misma anterior pero a la que se le añade el estudio del impacto del grupo denominado “usuarios” (aquel que usa los servicios del puerto). Para el cálculo de este último impacto se utiliza:
- Método de encuesta limitada, con estimaciones manuales por tonelada.
 - Método automático, con uso de multiplicadores estándar o mediante encuestas limitadas.
 - Método de encuesta detallada.

Puertos considerados en el análisis

Se han analizado una serie de estudios de impactos económicos con el objeto de obtener estadísticas en diversos puertos del mundo. Para el caso de EE.UU. los estudios realizados ofrecen una gran consistencia conceptual al estar todos basados en la metodología de MARAD, permitiendo transparentar las cifras calculadas para los impactos directos, indirectos e inducidos, como asimismo los niveles de facturación y de impuestos incurridos por cada puerto y para años muy recientes.

También se analizó un estudio muy completo para una serie de puertos europeos²⁹, lo que permitió complementar adecuadamente la base de datos de los puertos norteamericanos, con la salvedad de que éste sólo entrega resultados para el factor de impacto en el hinterland (relación entre facturación portuaria e impactos económicos indirectos e inducidos), que si bien es justamente el factor aquí buscado, no permite rastrear su

²⁹ Merk, O., et al. (2011).

procesamiento. A pesar de ello, cabe hacer notar la similitud de resultados que en promedio arrojan ambas fuentes: las norteamericanas y la europea.

También se consultaron estudios específicos para los puertos de Santander³⁰ y de Sydney³¹. En este último caso, no obstante, hubo que descartar la fuente pues no se consiguió establecer una consistencia conceptual con los demás estudios analizados.

Así, se ha considerado los impactos económicos reportados para los siguientes puertos, los que se muestran en el Cuadro 5-6.

Cuadro 5-6: Puertos analizados y sus metodologías de estudio

Continente	País	Puerto	Autor del estudio	Metodología utilizada	Año de estudio
Norte América	Estados Unidos	Baltimore	Martin Associates	Encuestas, metodología Insumo/Producto (MARAD, PortKit); cálculo de impactos directos, indirecto e inducidos; construcción de modelo ad hoc.	2010
		Houston	Martin Associates	Encuestas, metodología Insumo/Producto (MARAD, PortKit); cálculo de impactos directos, indirecto e inducidos	2012
		Georgia (agregado de puertos profundos)	Jeffrey M. Humphreys, Director Selig Center for Economic Growth, Terry College of Business, The University of Georgia	Metodología Insumo/Producto (MARAD, PortKit e IMPLAN (v3); cálculo de impactos directos, indirecto e inducidos; encuestas.	2012
		Seattle	Martin Associates	Encuestas, metodología Insumo/Producto (MARAD, PortKit); cálculo de impactos directos, indirecto e inducidos	2009
		Los Angeles	Martin Associates	Encuestas telefónicas (> 720) Modelo insumo/producto regional para California ((RIMSII).	2007
		Willmington	Martin Associates	Encuestas, metodología Insumo/Producto (MARAD, PortKit); cálculo de	2011

³⁰ Mateo-Mantecón, Ingrid (2008).

³¹ EconSearch Pty Ltd. (2003).

Continente	País	Puerto	Autor del estudio	Metodología utilizada	Año de estudio
				impactos directos, indirecto e inducidos	
		Chorpus Christi	Center for Transportation Research; The University of Texas at Austin	Encuestas y modelación de impacto económico. Modelo IMPLAN de insumo/producto para cálculo de multiplicadores regionales. Modelo General de Equilibrio (USAGE-ITC) para estimar efecto nacional de mantener profundidades actuales.	2008
	Canadá	Port of Prince Rupert	InterVISTAS Consulting Inc.	Encuestas e inferencia de empleo y uso de multiplicadores del modelo Insumo/Producto de Statistics Canada ³² para el empleo inducido.	2010
Europa	España	Santander	Coto, Villaverde y Mateo	Modelo de valor agregado de la metodología insumo-producto, para la determinación de los impactos económicos directos, y secundarios (indirectos e inducidos).	2008
	Francia	Le Havre	Olaf Merk, César Ducruet, Patrick Dubarle, Elvira Haezendonck y Michael Dooms	Modelo insumo/producto multiregional para 15 sectores.	2011
	Bélgica	Antwerp			
		Ghent			
		Zeebrugge			
	Holanda	Rotterdam			
		Amsterdam			

Fuente: Elaborado por Inecon

Cálculo del factor de impacto económico local y regional en los puertos considerados

Para calcular el factor de impacto económico de los puertos estudiados, es decir, cuánta actividad económica genera en la ciudad-puerto y región (hinterland) una unidad monetaria de actividad en el puerto, es preciso separar los estudios revisados en dos grupos:

- Aquellos que transparentan los datos sobre impactos monetarios directos, indirecto e inducidos
- Aquellos que sólo reportan el valor del multiplicador keynesiano

³² Oficina de Estadísticas de Canadá

Entre los primeros se encuentran los puertos Norteamericanos (EE.UU. y Canadá) y el de Santander, España, cuyo resumen económico se presenta en el Cuadro 5-7.

Cuadro 5-7: Impacto económico local/regional de actividades portuarias

PUERTO	MONEDA	NEGOCIO DEL PUERTO		IMPACTO EN INGRESOS		
	(miles)	FACTOR	IMPUESTO	DIRECTO	INDIRECTO	INDUCIDO
Baltimore	US\$	1.797.400	303.900	810.000	429.300	1.797.400
Houston	US\$	13.343.800	391.683	2.935.900	2.014.400	8.642.700
Georgia (1)	US\$	66.897.000	1.255.200	9.375.000	9.147.000	(2)
Seattle	US\$	17.559.215	867.020	3.761.500	699.817	5.066.373
Los Angeles	US\$	7.570.400	1.175.700	2.357.500	1.001.500	7.045.200
Willmington	US\$	337.040	31.361	89.057	17.736	209.178
Chorpus Christi	US\$	12.627.000	2.074.000	5.558.000	9.293.000	6.860.000
Port of Prince Rupert	CAD\$	500.000	35.000	80.000	30.000	40.000
Santander	EU	12.151.347	216.878	252.061	727.152	173.387

Elaborado por Inecon

(1) Agregado para puertos profundos del Estado de Georgia

(2) Ingresos de empleos inducidos están incluidos en indirectos

Los estudios de los puertos norteamericanos siguen la metodología de MARAD. Es decir, establecen los empleos directos, indirectos e inducidos que genera la actividad portuaria y luego, mediante el uso de multiplicadores estándar o calculados ad-hoc, establecen los ingresos y consumos de impacto local y regional que realizan estos las personas y hogares que llenan esos empleos.

Para efecto del presente ejercicio, no se ha considerado las ampliaciones portuarias (proyecto, adquisición de suelo, construcción y maquinaria) ni sus efectos multiplicadores, pues estos son impactos de corto plazo y no perdurables en el tiempo. Tampoco que el puerto y sus operadores requerirán más empleados que le permitan operar las nuevas instalaciones y manejar las mayores cargas que por allí transitarán, es decir, el impacto directo, pues ello ha sido considerado entre los beneficios de la inversión portuaria.

Para efectos del cálculo del impacto económico en la ciudad y región se ha determinado excluir el ingreso de los empleos directos por estimarse que eso ya está considerado en los beneficios del puerto mismo y por lo tanto sería contarlos doblemente. Además, para efectos del cálculo del factor de impacto, se ha decidido excluir al puerto de Santander de la base cálculo para los puertos de Norteamérica e incluirlo en vez junto a los demás puertos de Europa estudiados.

Así tenemos que la relación buscada se puede calcular en la relación entre el volumen de las transacciones del puerto y los ingresos que ello genera a la ciudad y región, es decir, los ingresos indirectos e inducidos. Este es el factor de impacto económico del puerto en la ciudad y región (hinterland), que se presenta en el Cuadro 5-8.

Cuadro 5-8: Cálculo del factor de impacto para los puertos de Norteamérica considerados

PUERTO	MONEDA	(A)	(B)	(C)	[(C)/(A)]-1
	(miles)	(FACT+IMP)	(IND+IND)	TOTAL	FACTOR
Baltimore	US\$	2.101.300	2.226.700	4.328.000	1,06
Houston	US\$	13.735.483	10.657.100	24.392.583	0,78
Georgia (1)	US\$	68.152.200	9.146.998	77.299.198	0,13
Seattle	US\$	18.426.235	5.766.190	24.192.425	0,31
Los Angeles	US\$	8.746.100	8.046.700	16.792.800	0,92
Willmington	US\$	368.401	226.914	595.315	0,62
Chorpus Christi	US\$	14.701.000	16.153.000	30.854.000	1,10
Port of Prince Rupert	CAD\$	535.000	70.000	605.000	0,13
				Promedio:	0,63

Elaborado por Inecon

En cuanto a los puertos europeos de Francia, Holanda y Bélgica, como se ha dicho, sólo se cuenta con información sobre el multiplicador que mide los beneficios indirectos de la actividad del puerto, la que se ha obtenido del estudio de Merk, O., et al. (2011). Este es el mismo concepto de factor de impacto económico, pues en los impactos indirectos están los inducidos. Para homologarlo con la base de los puertos norteamericanos a este multiplicador se le ha restado el valor de 1.

Este factor es el que se muestra en el Cuadro 5-9, al que se le ha agregado el correspondiente al puerto de Santander, cuyo factor resultante al aplicarle la fórmula anterior fue de 0,07.

Cuadro 5-9: Cálculo del factor de impacto para los puertos de Europa considerados

PUERTO	MULTIPLICADOR VALOR AGREGADO (A)	FACTOR (A) -1	AÑO ESTUDIO
Santander	1,07	0,07	2005
Le Havre/Rouen	1,57	0,57	2005
Antwerp	1,90	0,90	2008
Ghent	2,11	1,11	2008
Zeebrugge	1,85	0,85	2008
Rotterdam	1,44	0,44	2008
Amsterdam	1,45	0,45	2008
	PROMEDIO:	0,63	

Fuente: Merk, O., et al. (2011) y elaborado por Inecon a partir de bibliografía revisada

Conclusión

El factor de impacto de los puertos en las economías locales y regionales calculado para puertos localizados en ambas zonas del mundo aquí presentados marca una similitud evidente. Ello permite usar con tranquilidad este factor de 0,63 e inferir con cierta precisión a partir de este lo que ocurre en otros puertos como también y lo que ocurriría cuando un puerto aumenta su nivel de transacciones producto de una ampliación de su capacidad física.

5.2.3 Impacto en las carreteras de acceso a puertos

En esta sección se analiza el posible impacto que puede tener el funcionamiento de un servicio TMCD en las carreteras de acceso a los puertos donde se ha evaluado su funcionamiento.

Para la evaluación se ha determinado, en cada uno de los escenarios analizados en la sección 3, la cantidad de camiones diarios que genera el movimiento de contenedores al puerto, tanto llenos como vacíos. Por otra parte, este movimiento se ha comparado con la cantidad diaria de vehículos que circulan por las carreteras de acceso, denominado Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA).

En el Cuadro 5-10 se presenta el TDPA en las carreteras de acceso a algunos de los puertos considerados en el diseño del TMCD, para los cuales se pudo

conseguir información, y se ha agregado una columna para cada escenario evaluado, donde se presenta el movimiento diario de camiones generado por el servicio TMCD.

De este cuadro se puede observar que el tránsito carretero generado por el servicio TMCD es muy reducido en comparación con el TDPA existente en los caminos de acceso a los puertos. Por lo tanto, la cantidad asociada no justifica ampliaciones de capacidad.

Cuadro 5-10: Impacto del tráfico del servicio TMCD sobre el tránsito TDPA en caminos

Puerto	Capital Comercial	Tramos	TDPA Actualidad (veh/día)	Escenario									Tipo de Calzada Actual
				Naviero			Social			Máx Cobertura			
				2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	
Tampico	Monterrey	Tampico-González	8.010							15	21	25	Doble Calzada
		González-Llera de Canales	5.398							15	21	25	Doble Calzada
		Llera de Canales-Ciudad Victoria	3.576							15	21	25	Doble Calzada
		Ciudad Victoria-Monterrey	10.019							15	21	25	Doble Calzada
Veracruz	Ciudad de México	Veracruz-Córdoba	12.889	24	26	35	24	28	27	30	30	32	Doble Calzada
		Córdoba-Puebla	15.540	24	26	35	24	28	27	30	30	32	Doble Calzada
		Puebla-México	40.031	24	26	35	24	28	27	30	30	32	Doble Calzada
Puerto de Lázaro Cárdenas	Ciudad de México	Lazaro-Cárdenas-Uruapan	5.762							20	16	17	Doble Calzada
		Uruapan-Patzcuaro	8.939							20	16	17	Doble Calzada
		Patzcuaro-Morelia	9.266							20	16	17	Doble Calzada
		Morelia-Zinapécuaro	20.206							20	16	17	Doble Calzada
		Zinapécuaro-Atzacmulco	7.428							20	16	17	Doble Calzada
		Atzacmulco-El Dorado	15.941							20	16	17	Doble Calzada
		El Dorado-Lerma	11.129							20	16	17	Doble Calzada
Lerma-Mexico	38.070							20	16	17	Doble Calzada		
Corinto	Managua	Corinto-Chinandega	2.893	18	6		11	14	5	14	7	5	Doble Calzada
		Chinandega-Chichigalpa	7.384	18	6		11	14	5	14	7	5	Doble Calzada
		Chichigalpa-Quezalguaque	7.785	18	6		11	14	5	14	7	5	Doble Calzada
		Quezalguaque-Telica	5.635	18	6		11	14	5	14	7	5	Doble Calzada
		Telica-León	9.782	18	6		11	14	5	14	7	5	Doble Calzada
		León-Emp.Izapa	5.137	18	6		11	14	5	14	7	5	Doble Calzada
		Emp.Izapa-Emp.Puerto Sandino	825	18	6		11	14	5	14	7	5	Doble Calzada
		Emp.Puerto Sandino-Emp.El Tránsito	250	18	6		11	14	5	14	7	5	Doble Calzada
		Emp.El Tránsito-Emp.Santa Rita	869	18	6		11	14	5	14	7	5	Doble Calzada
		Emp.Santa Rita-Semáforos Hotel Nejapa	2.503	18	6		11	14	5	14	7	5	Doble Calzada
Caldera	San José	Semáforos Hotel Nejapa-Emp.Nejapa	20.578	18	6		11	14	5	14	7	5	Doble Calzada
		Emp.Nejapa-Semáforo 7 Sur	35.269	18	6		11	14	5	14	7	5	Doble Calzada
Caldera	San José	Caldera-Río Jesús María	5.134	55	63	82	49	63	81	22	35	49	Doble Calzada
		Río Jesús María-Radial Pozón	10.725	55	63	82	49	63	81	22	35	49	Doble Calzada
		Radial Pozón-Orotina	15.100	55	63	82	49	63	81	22	35	49	Doble Calzada
		Orotina-Cebadilla	13.269	55	63	82	49	63	81	22	35	49	Doble Calzada
		Cebadilla-Brasil	15.707	55	63	82	49	63	81	22	35	49	Doble Calzada
		Brasil-LTE CANT. Escazu/Sta Ana	61.523	55	63	82	49	63	81	22	35	49	Doble Calzada
		LTE CANT. Escazu/Sta Ana-San Rafael, Escazu	68.123	55	63	82	49	63	81	22	35	49	Doble Calzada
		San Rafael, Escazu-San José	91.005	55	63	82	49	63	81	22	35	49	Doble Calzada
Limón / Moravia	San José	Limón-Liverpool	13.471	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		Liverpool-Río Toro	8.216	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		Río Toro-San Miguel	8.216	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		San Miguel-Río Madre de Dios	9.074	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		Río Madre de Dios-Siquirres	9.074	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		Siquirres-Río Destierro	8.863	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		Río Destierro-Guacimo	8.863	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		Guacimo-Río Jimenez	16.290	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		Río Jimenez-Guapiles	16.290	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		Guapiles-LA y Griega	9.847	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		LA y Griega-Río Sucio	8.370	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		Río Sucio-Río Zurqui	8.370	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		Río Zurqui-Río Para Blanco	8.370	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Calzada Simple
		Río Para Blanco-Calle Yerbabuena	33.341	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Doble Calzada
		Calle Yerbabuena-Río Virilla	33.341	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Doble Calzada
		Río Virilla-Queb.Rivera	27.820	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Doble Calzada
		Queb.River-San José	27.820	18	26	35	18	26	27	18	14	11	Doble Calzada

Elaborado por Inecon en base a información de los países.

5.2.4 Evaluación socioeconómica de las alternativas de TMCD identificadas

a) Enfoque general

Las evaluaciones socioeconómicas implementadas buscan determinar la rentabilidad social de las diferentes alternativas de servicio identificadas, es decir, medir su impacto global sobre el bienestar social. Este análisis requiere valorar costos y beneficios, tanto en el periodo actual como en los periodos futuros, para todos los agentes o individuos afectados por la implementación del proyecto. El enfoque general que se ha utilizado en las estimaciones del beneficio social neto es el siguiente:

- + Beneficios generados por la disminución en el consumo de recursos
 - + Beneficios producidos por las externalidades positivas generadas por el proyecto
 - + Beneficios producidos por el aumento en el consumo de bienes y servicios
 - Costos generados por la reducción en el consumo de bienes y servicios
 - Costos generados por el aumento en el consumo de recursos
 - Inversiones
-
- = Beneficio social neto

En el Cuadro 5-11 siguiente se identifican las partidas de evaluación utilizadas y su descripción:

Cuadro 5-11: Descripción de los conceptos incluidos en la evaluación socioeconómica de las alternativas de servicio

Concepto	Composición
Beneficios generados por la disminución en el consumo de recursos	Incluye los beneficios por la reducción en: <ul style="list-style-type: none"> i) el consumo de recursos en que incurre el transporte de carga en carretera, y ii) los costos de fiscalización y control en fronteras terrestres producidos por la transferencia modal de la carga
Beneficios producidos por las externalidades positivas generadas por el proyecto	Comprenden: <ul style="list-style-type: none"> i) la menor contaminación ambiental por emisión de CO2 y ii) la mayor actividad económica producida en el hinterland por el aumento de la actividad portuaria

Concepto	Composición
	correspondiente
Beneficios producidos por el aumento en el consumo de bienes y servicios	Corresponde a las beneficios producidos por el aumento en el consumo de recursos incurrido por los puertos, para prestar los servicios requeridos por el TMCD
Costos generados por la reducción en el consumo de bienes y servicios	Corresponde a la menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga
Costos generados por el aumento en el consumo de recursos	Incluye los costos generados por el: <ul style="list-style-type: none"> i) consumo de recursos del servicio naviero TMCD, ii) aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga, iii) aumento de costos de fiscalización y control en puertos a los tripulantes (policía y salud)
Inversiones	Corresponde a las obras requeridas para mejorar los accesos terrestres a los puertos, obras y equipos en las instalaciones portuarias.

Fuente: Elaborado por Inecon

b) Parámetros de la evaluación

Los parámetros utilizados en la evaluación socioeconómica, son los siguientes:

- i. Mayor actividad en los puertos: se utiliza como valor aproximado (proxy) la facturación incremental por concepto de la manipulación (handling) de la carga. Para ello se utiliza el movimiento de contenedores en los puertos calculado en cada escenario y las tarifas por las operaciones portuarias
- ii. Mayor actividad económica producida en el *hinterland* por el aumento de la actividad portuaria correspondiente: se ha utilizado un factor multiplicador de 0,63 sobre las ventas incrementales de los puertos, representadas por las tarifas de muellaje a la carga. Este factor se explica en la sección 5.2.2 de este informe.
- iii. Costos de fiscalización y control en fronteras terrestres: se ha utilizado un costo promedio unitario de 100 USD por Box. Este valor se obtuvo de las entrevistas realizadas a las cadenas logísticas.
- iv. Costos de fiscalización y control en puertos a los tripulantes: se ha utilizado un costo promedio unitario de 100 USD por recalada. Este valor se obtuvo de las entrevistas realizadas a las cadenas logísticas.
- v. Costos de fiscalización y control en puertos a la carga: se ha utilizado un costo unitario promedio de 150 USD por Box. Este

valor se obtuvo de las entrevistas realizadas a las cadenas logísticas.

- vi. Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga: se ha utilizado un costo unitario promedio de 0,235 USD por Box-Km. Este valor se obtuvo de las entrevistas realizadas a las cadenas logísticas y se ajustó de acuerdo a la distancia.
- vii. Tasa de descuento: se ha utilizado un 12%. Este valor se extrajo de los valores utilizados en los países donde se encuentra definida esta tasa.

c) Resultados

En el Cuadro 5-12 siguiente se presenta el resumen obtenido para las distintas alternativas evaluadas, siguiendo los criterios indicados en el Cuadro 5-11 anterior.

Cuadro 5-12: Resumen de resultados de la evaluación socioeconómica

Modelo	Costa	VAN (MUSD)
Representativo del comportamiento del naviero	Pacífico	76.540
	Caribe	27.797
Representativo del óptimo social	Pacífico	91.754
	Caribe	32.463
Máxima cobertura	Pacífico	-29.703
	Caribe	-75.696

Fuente: Elaborado por Inecon

El detalle del cálculo de cada uno de los valores resumen indicados en el cuadro anterior, para cada escenario evaluado y para cada costa, se presenta en los Cuadro 5-13, Cuadro 5-14, Cuadro 5-15, Cuadro 5-16, Cuadro 5-17 y Cuadro 5-18, en los cuales se indica el flujo de beneficios y costos del proyecto para cada año.

Cuadro 5-13: Evaluación socioeconómica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	99	100	101	102	103	104	106	108	111	113	116	119	122	125	128	131	134
Mayor actividad en los puertos	3.319	3.317	3.314	3.312	3.309	3.307	3.304	3.354	3.405	3.457	3.509	3.562	3.616	3.671	3.726	3.783	3.840
Mayor actividad económica en el hinterland	2.242	2.213	2.184	2.156	2.128	2.100	2.073	2.088	2.104	2.119	2.135	2.151	2.167	2.183	2.199	2.215	2.232
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	34.121	34.455	34.792	35.133	35.477	35.825	36.176	36.901	37.641	38.396	39.165	39.950	40.751	41.568	42.402	43.252	44.119
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	2.487	2.497	2.507	2.518	2.529	2.539	2.550	2.590	2.631	2.673	2.716	2.759	2.802	2.847	2.892	2.938	2.984
Total Beneficios (MUSD)	42.267	42.581	42.899	43.221	43.546	43.876	44.209	45.042	45.892	46.758	47.641	48.541	49.458	50.394	51.347	52.319	53.309
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	4.703	4.753	4.803	4.853	4.904	4.956	5.008	5.115	5.223	5.334	5.448	5.564	5.682	5.803	5.926	6.052	6.181
Costos del servicio naviero TMCD	26.892	26.415	25.946	25.486	25.034	24.589	24.153	24.678	25.215	25.763	26.324	26.896	27.481	28.079	28.689	29.313	29.951
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	4.120	4.074	4.028	3.982	3.937	3.892	3.848	3.907	3.967	4.027	4.088	4.151	4.214	4.278	4.343	4.409	4.477
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	146	143	140	137	134	131	128	130	133	136	139	142	145	148	151	154	157
Total Costos (MUSD)	35.862	35.384	34.916	34.458	34.009	33.568	33.137	33.830	34.538	35.261	35.999	36.752	37.522	38.307	39.110	39.929	40.765
Beneficio social neto (MUSD)	6.405	7.197	7.983	8.763	9.538	10.307	11.071	11.212	11.354	11.497	11.642	11.789	11.937	12.086	12.237	12.390	12.544
VAN(USD)	76.540																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro 5-14: Evaluación socioeconómica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (USD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	93	95
Mayor actividad en los puertos	900	909	919	928	938	947	957	999	1.044	1.090	1.139	1.190	1.243	1.298	1.356	1.416	1.479
Mayor actividad económica en el hinterland	522	528	534	540	546	552	559	579	601	623	646	670	695	720	747	775	803
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	20.772	21.448	22.147	22.868	23.612	24.381	25.175	25.927	26.701	27.498	28.319	29.165	30.035	30.932	31.855	32.806	33.786
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	844	863	883	903	923	944	966	995	1.025	1.056	1.088	1.121	1.155	1.190	1.226	1.263	1.301
Total Beneficios (USD)	23.100	23.813	24.548	25.307	26.090	26.898	27.731	28.577	29.449	30.348	31.274	32.229	33.213	34.228	35.274	36.353	37.464
Costos (USD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	3.471	3.573	3.677	3.784	3.895	4.009	4.126	4.237	4.351	4.468	4.588	4.711	4.838	4.968	5.101	5.239	5.379
Costos del servicio naviero TMCD	16.946	16.993	17.040	17.088	17.135	17.183	17.231	17.854	18.499	19.167	19.860	20.578	21.322	22.092	22.891	23.718	24.575
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	1.486	1.493	1.501	1.509	1.517	1.524	1.532	1.578	1.626	1.675	1.725	1.777	1.830	1.885	1.942	2.000	2.060
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	80	80	80	79	79	79	79	82	85	88	91	94	98	101	105	109	113
Total Costos (USD)	21.983	22.139	22.298	22.461	22.626	22.796	22.968	23.751	24.560	25.398	26.264	27.160	28.087	29.047	30.039	31.065	32.127
Beneficio social neto (MUSD)	1.117	1.674	2.250	2.846	3.463	4.102	4.763	4.826	4.889	4.950	5.010	5.069	5.126	5.182	5.235	5.287	5.337
VAN(USD)	27.797																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro 5-15: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	98	101	104	107	109	112	115	117	120	122	124	126	129	131	134	136	139
Mayor actividad en los puertos	3.076	3.137	3.200	3.263	3.328	3.395	3.462	3.499	3.537	3.574	3.613	3.651	3.691	3.730	3.770	3.810	3.851
Mayor actividad económica en el hinterland	1.925	1.945	1.967	1.988	2.009	2.031	2.053	2.072	2.092	2.111	2.130	2.150	2.170	2.190	2.210	2.231	2.252
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	32.991	33.829	34.688	35.570	36.473	37.400	38.350	38.983	39.625	40.279	40.943	41.618	42.304	43.001	43.710	44.431	45.164
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	2.414	2.475	2.537	2.601	2.666	2.733	2.802	2.836	2.871	2.907	2.942	2.979	3.015	3.052	3.090	3.128	3.167
Total Beneficios (MUSD)	40.504	41.487	42.495	43.528	44.587	45.671	46.783	47.508	48.244	48.992	49.752	50.524	51.309	52.105	52.915	53.737	54.572
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	4.549	4.665	4.784	4.905	5.030	5.157	5.288	5.383	5.479	5.576	5.675	5.777	5.879	5.984	6.091	6.199	6.310
Costos del servicio naviero TMCD	23.573	23.640	23.708	23.775	23.843	23.911	23.979	24.492	25.016	25.551	26.097	26.655	27.225	27.807	28.402	29.009	29.630
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	3.802	3.866	3.931	3.997	4.065	4.133	4.203	4.254	4.307	4.360	4.414	4.468	4.523	4.579	4.635	4.692	4.750
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	128	127	126	125	124	123	122	125	128	130	133	136	139	142	146	149	152
Total Costos (MUSD)	32.053	32.299	32.549	32.803	33.061	33.324	33.592	34.254	34.928	35.617	36.319	37.036	37.767	38.513	39.274	40.050	40.842
Beneficio social neto (MUSD)	8.451	9.189	9.947	10.725	11.525	12.347	13.190	13.254	13.316	13.375	13.433	13.488	13.542	13.593	13.641	13.687	13.730
VAN(USD)	91.754																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro 5-16: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	64	66	68	70	72	75	77	77	78	78	78	78	79	79	79	80	80
Mayor actividad en los puertos	938	951	963	976	989	1.002	1.016	1.012	1.008	1.004	1.001	997	993	989	986	982	978
Mayor actividad económica en el hinterland	522	528	534	540	546	552	559	560	562	563	565	567	568	570	571	573	575
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	21.243	21.930	22.639	23.370	24.126	24.906	25.711	25.868	26.026	26.185	26.345	26.505	26.667	26.830	26.994	27.159	27.325
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	864	885	907	929	952	975	998	996	994	992	990	988	986	984	982	981	979
Total Beneficios (MUSD)	23.631	24.359	25.111	25.886	26.685	27.510	28.360	28.514	28.668	28.823	28.979	29.136	29.294	29.453	29.613	29.774	29.936
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	3.533	3.639	3.750	3.863	3.980	4.100	4.225	4.242	4.260	4.278	4.296	4.315	4.333	4.351	4.370	4.388	4.407
Costos del servicio naviero TMCD	16.954	17.002	17.051	17.100	17.149	17.198	17.248	17.235	17.222	17.210	17.197	17.185	17.172	17.160	17.148	17.135	17.123
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	1.549	1.562	1.575	1.589	1.602	1.616	1.630	1.613	1.596	1.579	1.563	1.547	1.531	1.515	1.499	1.483	1.468
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	79	79	79	79	79	79	79	79	80	80	81	81	82	82	83	83	84
Total Costos (MUSD)	22.114	22.283	22.455	22.631	22.810	22.994	23.181	23.170	23.159	23.148	23.138	23.128	23.118	23.108	23.099	23.090	23.081
Beneficio social neto (MUSD)	1.517	2.077	2.656	3.255	3.875	4.516	5.180	5.344	5.509	5.675	5.841	6.008	6.176	6.345	6.514	6.684	6.855
VAN(USD)	32.463																

Fuente: Elaborado por Inecon



Cuadro 5-17: Evaluación socioeconómica modelo de máxima cobertura Costa Pacífico

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	75	76	78	79	80	82	83	85	87	90	92	94	97	100	102	105	108
Mayor actividad en los puertos	2.910	2.912	2.913	2.914	2.916	2.917	2.919	2.978	3.038	3.099	3.162	3.226	3.291	3.358	3.426	3.495	3.565
Mayor actividad económica en el hinterland	1.657	1.656	1.654	1.653	1.651	1.649	1.648	1.678	1.708	1.739	1.770	1.802	1.835	1.868	1.902	1.936	1.971
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	24.577	24.850	25.125	25.404	25.686	25.971	26.259	26.897	27.550	28.220	28.905	29.607	30.326	31.063	31.817	32.590	33.381
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	1.768	1.787	1.806	1.826	1.846	1.866	1.886	1.931	1.977	2.025	2.073	2.123	2.174	2.226	2.280	2.334	2.390
Total Beneficios (MUSD)	30.987	31.280	31.577	31.876	32.179	32.485	32.795	33.569	34.361	35.172	36.003	36.853	37.723	38.614	39.526	40.460	41.416
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	3.686	3.712	3.738	3.764	3.791	3.818	3.845	3.932	4.021	4.112	4.205	4.301	4.398	4.498	4.600	4.704	4.811
Costos del servicio naviero TMCD	28.752	28.747	28.742	28.737	28.732	28.727	28.721	29.439	30.175	30.929	31.702	32.494	33.306	34.138	34.991	35.865	36.761
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	2.903	2.938	2.973	3.009	3.045	3.081	3.118	3.193	3.271	3.350	3.431	3.514	3.599	3.686	3.775	3.866	3.959
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	98	98	98	98	98	97	97	99	102	104	107	109	112	114	117	120	123
Total Costos (MUSD)	35.440	35.495	35.551	35.608	35.665	35.723	35.781	36.664	37.568	38.495	39.444	40.417	41.414	42.436	43.482	44.555	45.654
Beneficio social neto (MUSD)	-4.452	-4.215	-3.974	-3.731	-3.486	-3.237	-2.986	-3.095	-3.207	-3.322	-3.442	-3.564	-3.691	-3.822	-3.957	-4.096	-4.239
VAN(USD)	-29.703																

Fuente: Elaborado por Inecon



Cuadro 5-18: Evaluación socioeconómica modelo de máxima cobertura Costa Caribe

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	45	44	43	42	41	40	39	40	40	40	40	40	41	41	41	41	41
Mayor actividad en los puertos	1.928	1.956	1.985	2.015	2.045	2.075	2.106	2.127	2.149	2.171	2.194	2.216	2.239	2.262	2.285	2.309	2.333
Mayor actividad económica en el hinterland	1.287	1.309	1.331	1.354	1.377	1.400	1.424	1.438	1.452	1.466	1.480	1.494	1.508	1.523	1.538	1.552	1.567
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	20.424	20.205	19.988	19.774	19.562	19.352	19.144	19.216	19.288	19.361	19.433	19.506	19.579	19.653	19.726	19.800	19.875
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	1.327	1.337	1.347	1.358	1.368	1.378	1.388	1.390	1.392	1.393	1.395	1.397	1.398	1.400	1.401	1.403	1.405
Total Beneficios (MUSD)	25.011	24.852	24.695	24.542	24.392	24.245	24.102	24.211	24.321	24.431	24.542	24.653	24.766	24.878	24.992	25.106	25.221
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	3.288	3.253	3.219	3.185	3.151	3.118	3.085	3.093	3.101	3.109	3.117	3.125	3.133	3.141	3.149	3.157	3.165
Costos del servicio naviero TMCD	28.232	28.227	28.222	28.217	28.212	28.207	28.202	28.215	28.228	28.241	28.254	28.267	28.280	28.293	28.306	28.319	28.332
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	2.475	2.506	2.538	2.571	2.603	2.636	2.670	2.683	2.696	2.708	2.721	2.734	2.747	2.761	2.774	2.787	2.800
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	83	82	82	82	82	82	82	82	82	82	81	81	81	81	81	81	81
Total Costos (MUSD)	34.077	34.068	34.061	34.054	34.048	34.043	34.039	34.072	34.106	34.139	34.173	34.207	34.241	34.275	34.309	34.344	34.378
Beneficio social neto (MUSD)	-9.065	-9.217	-9.366	-9.512	-9.656	-9.798	-9.937	-9.861	-9.785	-9.709	-9.632	-9.554	-9.476	-9.397	-9.317	-9.238	-9.157
VAN(USD)	-75.696																

Fuente: Elaborado por Inecon

5.3 Evaluación Financiera

5.3.1 Aspectos preliminares

El análisis de la factibilidad financiera de implementar un nuevo servicio de TMCD, tiene como propósitos básicos:

- i) Determinar los riesgos asociados a su puesta en marcha y operación; y,
- ii) Estimar los incentivos de tipo fiscal, operacional y de negocios, necesarios para incentivar la participación privada en la prestación de los servicios de transporte marítimo de carga requeridos.

Al efecto, esta sección se ha organizado de la siguiente manera. En primer término se presenta el estudio cuantitativo de las diferentes alternativas de servicio identificadas en el Capítulo de Diseño del Servicio, mostrando los resultados de las evaluaciones económicas elaboradas. Posteriormente, se realiza el análisis de riesgo e incentivos y se propone una estrategia global de implementación.

5.3.2 Evaluación financiera de las alternativas de TMCD identificadas

a) Enfoque general

Las evaluaciones financieras implementadas buscan determinar la rentabilidad del negocio, sin incorporar los efectos de las posibles fuentes de financiamiento, tema que se aborda más adelante, en este capítulo. En consecuencia, la estructura general que se ha utilizado en las estimaciones, es la siguiente:

- + Ingresos afectos a impuestos
- + Egresos afectos a impuestos
- + Gastos no desembolsables
- = Utilidad antes de impuestos
- Impuesto
- = Utilidad después de impuesto
- + Ajustes por gastos no desembolsables
- Egresos no afectos a impuestos
- + Beneficios no afectos a impuestos
- = Flujo de caja

Así también, el análisis considera que el proyecto se realiza por una empresa nueva y por lo tanto no se considera que éste sea un análisis incremental de

los flujos monetarios involucrados, que sería el caso en el cual este proyecto fuera realizado dentro de estructuras de compañías navieras existentes. Sin embargo, se utiliza una identificación de las partidas de evaluación más relevantes, de acuerdo a los estándares de la industria naviera.

En consecuencia, en la determinación de la utilidad operacional incorporada en la estimación de los flujos de caja, se agregan todos aquellos costos que afectan la rentabilidad del negocio, pero que no se incluyeron en la etapa de diseño del servicio, ya que no inciden en la elección de puerto.

En el Cuadro 5-19 siguiente se identifican las partidas de evaluación utilizadas:

Cuadro 5-19: Descripción de los conceptos incluidos en la evaluación económica de las alternativas de servicio

Concepto	Composición
Ingresos afectos a impuestos	Incluye los ingresos por concepto de recaudación de fletes marítimos
Egresos afectos a impuestos	Comprenden: <ul style="list-style-type: none"> = Costos fijos de operación: corresponde a aquellos gastos que no dependen directamente del volumen de carga transportado, si no que de la configuración del servicio. En esta categoría se incluyen los siguientes costos: <ul style="list-style-type: none"> - Charter de naves - Consumo de combustible y lubricante - Gastos por recaladas y estadía en puertos - Gastos de administración = Costos variables de operación: corresponden a aquellos gastos que varían dependiendo del volumen de carga transportada. Se incluyen los siguientes costos: <ul style="list-style-type: none"> - Gastos por alquiler de contenedores - Gastos portuarios por manipulación y transferencia de carga - Comisiones
Egresos no afectos a impuestos	Corresponde a las inversiones iniciales que debe realizar la nueva empresa naviera en hardware y en el software necesario para gestionar el negocio. Además, se incluye la inversión requerida en capital de trabajo.
Gastos no desembolsables	Corresponde a la depreciación asociada a las inversiones realizadas inicialmente en activo fijo (hardware) e intangibles (software)
Beneficios no afectos a impuestos	No se incorpora valor residual, ya que todos los activos fijos son arrendados.

Fuente: Elaborado por Inecon

b) Parámetros de la evaluación

Los parámetros utilizados en la evaluación financiera, son los siguientes:

- i. Gastos de administración: se estiman considerando un gasto fijo anual de USD1.000.000, que corresponde a instalaciones, consumos de oficina y personal de administración, ventas y operaciones. A lo anterior se agrega un costo variable de USD 1.000 por recalada, que corresponde a gastos de administración portuaria, documentos y atención de naves. Estos valores han sido estimados sobre la base de las entrevistas con operadores y agentes de naves y la experiencia de INECON en estas materias.
- ii. Costos por comisiones de venta de servicios: corresponde al 5% de los ingresos totales por ventas. Corresponde a un valor estándar de mercado.
- iii. Impuestos: se ha utilizado una tasa impositiva de un 30% sobre las utilidades, que corresponde a un valor representativo de las tasas individuales de los países mesoamericanos.
- iv. Valor residual: se ha considerado como flujo normal el promedio de los últimos cinco años.
- v. Inversión en hardware y software: se ha estimado que se requiere USD 1.000.000.
- vi. Depreciación: se estima una depreciación lineal para una vida útil de ocho años.
- vii. Requerimientos de capital de trabajo: se estima como el equivalente a tres meses de ventas.
- viii. Tasa de descuento: se ha utilizado un 15%.

c) Resultados

En el Cuadro 5-20 se presenta el resumen obtenido para las distintas alternativas evaluadas, siguiendo los criterios indicados en el Cuadro 5-19 anterior.

Cuadro 5-20: Resumen de resultados de la evaluación financiera

Modelo	Costa	VAN (MUSD)
Representativo del comportamiento del naviero	Pacífico	130.965
	Caribe	59.192
Representativo del óptimo social	Pacífico	130.695
	Caribe	61.259
Máxima cobertura	Pacífico	-48.354
	Caribe	-87.468

Fuente: Elaborado por Inecon



El detalle del cálculo de cada uno de los valores resumen indicados en el cuadro anterior, para cada escenario evaluado y para cada costa, se presenta en los Cuadro 5-21, Cuadro 5-22, Cuadro 5-23, Cuadro 5-24, Cuadro 5-25 y Cuadro 5-26, en los cuales se indica el flujo de caja del proyecto para cada año.



Cuadro 5-21: Evaluación financiera modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	15.828	16.106	16.389	16.677	16.970	17.269	17.572	18.352	19.166	20.016	20.904	21.831	22.800	23.811	24.867	25.970	27.122
Transporte Box 40' Dry	21.858	21.656	21.455	21.257	21.060	20.865	20.672	20.117	19.578	19.052	18.541	18.044	17.560	17.088	16.630	16.184	15.749
Transporte Box 40' Reefer	6.816	7.143	7.486	7.845	8.222	8.617	9.031	9.258	9.491	9.730	9.975	10.226	10.484	10.748	11.018	11.296	11.580
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	44.501	44.904	45.330	45.779	46.253	46.751	47.275	47.727	48.235	48.799	49.420	50.101	50.843	51.647	52.516	53.450	54.452
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	7.180	6.976	6.778	6.586	6.399	6.218	6.042	6.218	6.399	6.586	6.778	6.976	7.180	7.389	7.605	7.827	8.056
Combustible y lubricante	8.774	8.575	8.381	8.191	8.005	7.824	7.647	7.808	7.973	8.142	8.314	8.490	8.669	8.852	9.039	9.230	9.426
Recaladas y estadía en puertos	3.871	3.770	3.671	3.575	3.482	3.391	3.303	3.397	3.495	3.595	3.698	3.804	3.913	4.025	4.140	4.259	4.381
Gastos de administración	2.468	2.435	2.402	2.370	2.338	2.307	2.276	2.304	2.333	2.361	2.390	2.420	2.450	2.480	2.511	2.542	2.573
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	22.292	21.756	21.233	20.722	20.225	19.740	19.267	19.728	20.200	20.684	21.181	21.690	22.212	22.747	23.295	23.858	24.435
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	931	926	922	918	914	910	906	918	930	942	955	967	980	993	1.006	1.020	1.033
Manipulación y transferencia de carga	3.319	3.317	3.314	3.312	3.309	3.307	3.304	3.354	3.405	3.457	3.509	3.562	3.616	3.671	3.726	3.783	3.840
Comisiones	2.225	2.245	2.267	2.289	2.313	2.338	2.364	2.397	2.432	2.466	2.501	2.537	2.573	2.610	2.647	2.684	2.723
Total Costos operacionales variables (MUSD)	6.475	6.488	6.503	6.519	6.536	6.554	6.574	6.669	6.767	6.865	6.965	7.066	7.169	7.273	7.379	7.487	7.596
Depreciación (MUSD)																	
		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)																	
	15.734	16.536	17.470	18.413	19.367	20.332	21.309	21.205	21.143	21.249	21.275	21.345	21.462	21.627	21.841	22.105	22.421
Impuestos (MUSD)																	
	4,72	4,96	5,24	5,52	5,81	6,10	6,39	6,36	6,34	6,37	6,38	6,40	6,44	6,49	6,55	6,63	6,73
Utilidad neta (MUSD)																	
	15.730	16.531	17.465	18.408	19.361	20.326	21.303	21.199	21.137	21.243	21.268	21.339	21.456	21.620	21.834	22.098	22.414
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	95	101	106	112	118	125	131	113	127	141	155	170	185	201	217	234	251
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.095	101	106	112	118	125	131	113,1	127	141	155	170	185	201	217	234	251
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	14.634	16.555	17.483	18.420	19.368	20.326	21.297	21.211	21.135	21.102	21.113	21.169	21.270	21.419	21.617	21.865	22.164
VAN(MUSD)	130.965																

Fuente: Elaborado por Inecon



Cuadro 5-22: Evaluación financiera modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	10.360	10.761	11.178	11.611	12.062	12.529	13.015	13.321	13.635	13.956	14.285	14.622	14.966	15.319	15.680	16.049	16.427
Transporte Box 40' Dry	14.039	14.465	14.905	15.358	15.825	16.306	16.802	17.364	17.946	18.546	19.167	19.808	20.471	21.157	21.865	22.596	23.353
Transporte Box 40' Reefer	0	0	0	0	0	0	0	128	256	384	512	640	768	896	1.024	1.152	1.280
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	24.398	25.227	26.083	26.970	27.887	28.835	29.817	30.814	31.837	32.887	33.964	35.070	36.206	37.372	38.569	39.798	41.060
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.194	4.368	4.549	4.737	4.933	5.137	5.350	5.571	5.802	6.042
Combustible y lubricante	8.975	8.969	8.964	8.958	8.952	8.947	8.941	9.275	9.621	9.980	10.352	10.738	11.139	11.555	11.986	12.433	12.897
Recaladas y estadía en puertos	1.675	1.676	1.677	1.677	1.678	1.679	1.680	1.740	1.803	1.868	1.935	2.005	2.077	2.152	2.229	2.309	2.392
Gastos de administración	1.796	1.796	1.795	1.795	1.794	1.794	1.793	1.824	1.855	1.887	1.919	1.952	1.986	2.020	2.054	2.090	2.125
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	16.474	16.468	16.463	16.458	16.453	16.447	16.442	17.033	17.647	18.283	18.943	19.628	20.339	21.076	21.840	22.633	23.456
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	293	295	297	298	300	301	303	314	325	337	349	362	375	389	403	418	433
Manipulación y transferencia de carga	923	931	938	946	953	961	968	1.010	1.054	1.100	1.147	1.197	1.249	1.303	1.359	1.418	1.479
Comisiones	1.220	1.261	1.304	1.348	1.394	1.442	1.491	1.539	1.589	1.641	1.694	1.749	1.806	1.865	1.926	1.988	2.053
Total Costos operacionales variables (MUSD)	2.437	2.487	2.539	2.592	2.647	2.704	2.762	2.863	2.969	3.078	3.191	3.308	3.430	3.557	3.688	3.824	3.965
Depreciación (MUSD)		125															
Utilidad antes de impuestos (MUSD)	5.488	6.146	6.956	7.795	8.662	9.559	10.488	10.792	11.096	11.526	11.830	12.134	12.437	12.739	13.041	13.341	13.639
Impuestos (MUSD)	1,65	1,84	2,09	2,34	2,60	2,87	3,15	3,24	3,33	3,46	3,55	3,64	3,73	3,82	3,91	4,00	4,09
Utilidad neta (MUSD)	5.486	6.144	6.954	7.792	8.659	9.556	10.485	10.789	11.093	11.522	11.826	12.130	12.433	12.736	13.037	13.337	13.635
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	200	207	214	222	229	237	245	249	256	262	269	277	284	291	299	307	316
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.200	207	214	222	229	237	245	249,3	256	262	269	277	284	291	299	307	316
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	4.286	6.062	6.865	7.696	8.555	9.444	10.364	10.664	10.962	11.260	11.557	11.854	12.149	12.444	12.738	13.030	13.320
VAN(MUSD)	59.192																

Fuente: Elaborado por Inecon



Cuadro 5-23: Evaluación financiera modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	19.272	19.968	20.688	21.435	22.208	23.009	23.840	24.456	25.089	25.739	26.405	27.088	27.789	28.508	29.246	30.003	30.779
Transporte Box 40' Dry	15.078	15.110	15.142	15.174	15.206	15.238	15.270	15.055	14.842	14.633	14.427	14.223	14.023	13.825	13.630	13.438	13.248
Transporte Box 40' Reefer	6.330	6.513	6.700	6.894	7.092	7.297	7.507	7.679	7.854	8.033	8.217	8.404	8.596	8.792	8.993	9.198	9.408
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	40.681	41.590	42.531	43.502	44.506	45.544	46.617	47.190	47.786	48.405	49.048	49.715	50.407	51.125	51.868	52.638	53.435
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.218	6.399	6.586	6.778	6.976	7.180	7.389	7.605	7.827	8.056
Combustible y lubricante	7.312	7.251	7.191	7.131	7.071	7.012	6.954	7.110	7.269	7.432	7.599	7.770	7.944	8.122	8.304	8.491	8.681
Recaladas y estadía en puertos	3.275	3.280	3.285	3.289	3.294	3.299	3.304	3.399	3.496	3.597	3.700	3.807	3.916	4.028	4.144	4.263	4.386
Gastos de administración	2.283	2.273	2.262	2.251	2.241	2.230	2.220	2.248	2.277	2.307	2.336	2.367	2.397	2.428	2.459	2.491	2.523
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	18.912	18.845	18.779	18.713	18.648	18.583	18.519	18.975	19.443	19.922	20.414	20.919	21.437	21.968	22.513	23.072	23.645
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	834	848	863	878	893	908	924	934	945	955	965	976	987	998	1.009	1.020	1.031
Manipulación y transferencia de carga	3.076	3.137	3.200	3.263	3.328	3.395	3.462	3.499	3.537	3.574	3.613	3.651	3.691	3.730	3.770	3.810	3.851
Comisiones	2.034	2.080	2.127	2.175	2.225	2.277	2.331	2.363	2.395	2.428	2.462	2.495	2.530	2.565	2.600	2.636	2.672
Total Costos operacionales variables (MUSD)	5.944	6.065	6.189	6.316	6.447	6.580	6.717	6.796	6.876	6.958	7.040	7.123	7.207	7.292	7.379	7.466	7.554
Depreciación (MUSD)																	
		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)																	
	15.824	16.555	17.437	18.348	19.287	20.256	21.256	21.293	21.341	21.525	21.594	21.673	21.763	21.865	21.977	22.101	22.236
Impuestos (MUSD)																	
	4,75	4,97	5,23	5,50	5,79	6,08	6,38	6,39	6,40	6,46	6,48	6,50	6,53	6,56	6,59	6,63	6,67
Utilidad neta (MUSD)																	
	15.820	16.550	17.432	18.342	19.281	20.250	21.249	21.287	21.335	21.518	21.587	21.667	21.757	21.858	21.970	22.094	22.229
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	220	227	235	243	251	259	268	143	149	155	161	167	173	179	186	192	199
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.220	227	235	243	251	259	268	143,2	149	155	161	167	173	179	186	192	199
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	14.600	16.448	17.322	18.224	19.155	20.115	21.106	21.269	21.311	21.364	21.426	21.500	21.584	21.679	21.785	21.902	22.030
VAN(MUSD)	130.695																

Fuente: Elaborado por Inecon



Cuadro 5-24: Evaluación financiera modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	11.184	11.634	12.103	12.591	13.098	13.626	14.175	14.138	14.101	14.064	14.027	13.991	13.954	13.918	13.881	13.845	13.808
Transporte Box 40' Dry	12.369	12.818	13.284	13.766	14.266	14.784	15.321	15.668	16.023	16.386	16.757	17.136	17.525	17.921	18.327	18.742	19.167
Transporte Box 40' Reefer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte Box 40' HC	527	456	394	341	295	255	220	22	44	66	88	110	132	154	176	198	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	24.079	24.908	25.781	26.698	27.659	28.666	29.717	29.829	30.168	30.516	30.873	31.237	31.611	31.993	32.385	32.785	32.975
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028
Combustible y lubricante	8.494	8.485	8.475	8.466	8.457	8.448	8.439	8.444	8.449	8.454	8.459	8.464	8.470	8.475	8.480	8.485	8.490
Recaladas y estadía en puertos	1.680	1.681	1.682	1.683	1.684	1.686	1.687	1.653	1.621	1.589	1.557	1.526	1.496	1.467	1.438	1.409	1.381
Gastos de administración	1.792	1.791	1.791	1.790	1.789	1.788	1.787	1.792	1.797	1.803	1.808	1.813	1.818	1.823	1.829	1.834	1.839
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	15.993	15.985	15.976	15.967	15.958	15.949	15.941	15.918	15.895	15.873	15.852	15.832	15.812	15.792	15.774	15.756	15.738
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	301	303	305	308	310	312	315	312	310	308	306	303	301	299	297	295	292
Manipulación y transferencia de carga	964	975	986	997	1.009	1.020	1.032	1.026	1.021	1.015	1.010	1.005	999	994	989	983	978
Comisiones	1.204	1.245	1.289	1.335	1.383	1.433	1.486	1.501	1.517	1.533	1.549	1.565	1.582	1.598	1.615	1.632	1.649
Total Costos operacionales variables (MUSD)	2.469	2.524	2.581	2.640	2.702	2.766	2.832	2.840	2.848	2.856	2.865	2.873	2.882	2.891	2.900	2.910	2.919
Depreciación (MUSD)		125															
Utilidad antes de impuestos (MUSD)	5.617	6.275	7.100	7.966	8.874	9.825	10.819	10.946	11.300	11.787	12.156	12.533	12.917	13.310	13.711	14.120	14.318
Impuestos (MUSD)	1,69	1,88	2,13	2,39	2,66	2,95	3,25	3,28	3,39	3,54	3,65	3,76	3,88	3,99	4,11	4,24	4,30
Utilidad neta (MUSD)	5.615	6.273	7.097	7.964	8.872	9.822	10.816	10.943	11.297	11.783	12.152	12.529	12.913	13.306	13.707	14.116	14.313
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	196	207	218	229	240	252	263	28	85	87	89	91	93	96	98	100	47
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.196	207	218	229	240	252	263	27,8	85	87	89	91	93	96	98	100	47
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	4.419	6.191	7.004	7.859	8.756	9.696	10.678	11.040	11.337	11.696	12.063	12.438	12.820	13.210	13.609	14.016	14.266
VAN(MUSD)	61.259																

Fuente: Elaborado por Inecon



Cuadro 5-25: Evaluación financiera modelo de máxima cobertura Costa Pacifico

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	20.109	20.623	21.149	21.689	22.243	22.811	23.394	24.070	24.767	25.483	26.220	26.978	27.758	28.561	29.387	30.237	31.111
Transporte Box 40' Dry	4.091	3.722	3.386	3.081	2.803	2.550	2.320	2.147	1.988	1.841	1.704	1.577	1.460	1.352	1.252	1.159	1.073
Transporte Box 40' Reefer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	24.200	24.345	24.535	24.770	25.046	25.361	25.714	26.218	26.755	27.323	27.924	28.555	29.218	29.913	30.638	31.395	32.184
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.218	6.399	6.586	6.778	6.976	7.180	7.389	7.605	7.827	8.056
Combustible y lubricante	12.331	12.302	12.273	12.245	12.216	12.188	12.159	12.447	12.741	13.042	13.351	13.666	13.989	14.320	14.659	15.005	15.360
Recaladas y estadía en puertos	6.446	6.451	6.456	6.461	6.466	6.472	6.477	6.666	6.861	7.061	7.268	7.480	7.699	7.924	8.155	8.393	8.639
Gastos de administración	1.985	1.982	1.980	1.978	1.976	1.973	1.971	1.995	2.020	2.044	2.070	2.095	2.121	2.147	2.173	2.200	2.227
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	26.803	26.777	26.751	26.726	26.700	26.674	26.649	27.326	28.021	28.734	29.466	30.217	30.988	31.780	32.592	33.425	34.281
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	520	525	530	536	541	546	552	565	578	592	605	620	634	649	664	680	696
Manipulación y transferencia de carga	2.910	2.912	2.913	2.914	2.916	2.917	2.919	2.978	3.038	3.099	3.162	3.226	3.291	3.358	3.426	3.495	3.565
Comisiones	1.210	1.217	1.227	1.238	1.252	1.268	1.286	1.315	1.345	1.375	1.406	1.438	1.471	1.504	1.539	1.573	1.609
Total Costos operacionales variables (MUSD)	4.640	4.654	4.670	4.689	4.709	4.732	4.756	4.857	4.961	5.066	5.174	5.284	5.396	5.511	5.628	5.748	5.870
Depreciación (MUSD)																	
		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)																	
	-7.243	-7.212	-7.011	-6.769	-6.488	-6.170	-5.816	-6.090	-6.352	-6.477	-6.716	-6.946	-7.166	-7.378	-7.582	-7.778	-7.967
Impuestos (MUSD)																	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad neta (MUSD)																	
	-7.243	-7.212	-7.011	-6.769	-6.488	-6.170	-5.816	-6.090	-6.352	-6.477	-6.716	-6.946	-7.166	-7.378	-7.582	-7.778	-7.967
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	24	36	48	59	69	79	88	126	134	142	150	158	166	174	181	189	197
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.024	36	48	59	69	79	88	126,1	134	142	150	158	166	174	181	189	197
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	-8.267	-7.123	-6.934	-6.703	-6.432	-6.124	-5.779	-6.091	-6.361	-6.619	-6.866	-7.104	-7.332	-7.552	-7.763	-7.967	-8.165
VAN(MUSD)	-48.354																

Fuente: Elaborado por Inecon



Cuadro 5-26: Evaluación financiera modelo de máxima cobertura Costa Caribe

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	13.996	14.053	14.110	14.167	14.224	14.282	14.340	14.573	14.811	15.052	15.297	15.547	15.800	16.057	16.319	16.585	16.855
Transporte Box 40' Dry	6.076	5.591	5.145	4.734	4.356	4.009	3.689	3.120	2.639	2.233	1.889	1.597	1.351	1.143	967	818	692
Transporte Box 40' Reefer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	20.072	19.644	19.255	18.901	18.581	18.290	18.028	17.694	17.450	17.285	17.186	17.144	17.151	17.200	17.286	17.403	17.547
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042
Combustible y lubricante	13.179	13.156	13.132	13.109	13.086	13.062	13.039	13.030	13.020	13.011	13.002	12.992	12.983	12.974	12.964	12.955	12.946
Recaladas y estadía en puertos	6.657	6.658	6.659	6.661	6.662	6.663	6.664	6.664	6.663	6.662	6.662	6.661	6.661	6.660	6.660	6.659	6.659
Gastos de administración	1.826	1.824	1.823	1.821	1.820	1.819	1.817	1.816	1.816	1.815	1.815	1.814	1.814	1.813	1.812	1.812	1.811
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	27.703	27.680	27.656	27.633	27.609	27.586	27.562	27.552	27.541	27.531	27.520	27.510	27.500	27.489	27.479	27.468	27.458
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	450	455	459	464	469	474	478	480	481	482	483	485	486	487	489	490	491
Manipulación y transferencia de carga	1.952	1.982	2.012	2.043	2.074	2.105	2.137	2.159	2.181	2.203	2.225	2.247	2.270	2.293	2.316	2.339	2.362
Comisiones	1.004	982	963	945	929	915	901	899	897	894	892	889	887	885	882	880	877
Total Costos operacionales variables (MUSD)	3.406	3.419	3.434	3.452	3.472	3.493	3.517	3.538	3.558	3.579	3.600	3.621	3.643	3.664	3.686	3.709	3.731
Depreciación (MUSD)																	
		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)																	
	-11.037	-11.580	-11.961	-12.308	-12.625	-12.914	-13.176	-13.521	-13.774	-13.825	-13.934	-13.987	-13.991	-13.953	-13.879	-13.774	-13.642
Impuestos (MUSD)																	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad neta (MUSD)																	
	-11.037	-11.580	-11.961	-12.308	-12.625	-12.914	-13.176	-13.521	-13.774	-13.825	-13.934	-13.987	-13.991	-13.953	-13.879	-13.774	-13.642
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	-118	-107	-97	-88	-80	-73	-66	-84	-61	-41	-25	-10	2	12	21	29	36
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	882	-107	-97	-88	-80	-73	-66	-83,7	-61	-41	-25	-10	2	12	21	29	36
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)																	
	-11.919	-11.348	-11.738	-12.095	-12.420	-12.716	-12.986	-13.312	-13.588	-13.784	-13.910	-13.977	-13.993	-13.965	-13.901	-13.803	-13.678
VAN(MUSD)	-87.468																

Fuente: Elaborado por Inecon

5.3.3 Identificación de riesgos e incentivos necesarios

El nuevo servicio TMCD se encuentra sujeto a una serie de riesgos estructurales adicionales al negocio mismo del transporte marítimo y el comportamiento del mercado. Se han identificado tres familias de riesgos que se analizan a continuación:

- Posibilidad de cambio en estructura logística actual
- Posibilidad de descreme del negocio
- Otros riesgos

a) Posibilidad de cambio en estructura logística actual

Como se señala en la sección anterior, y en otros capítulos del estudio, se considera que el Transporte Marítimo de Corta Distancia reemplazará una parte del actual transporte terrestre con dos servicios, uno para el Océano Pacífico y otro para el Mar Caribe, ambos de recalada semanal en cada puerto que utilicen.

Es decir, el riesgo relativo del proyecto obedece a la posibilidad real de cambiar la estructura logística actual a la logística del TMCD para algunos productos, a los cuales les resulte tanto económica como operativamente atractiva la nueva propuesta.

Este riesgo se refiere a que la disposición de las empresas productoras de modificar su actual cadena logística considera que, si bien esta alternativa TMCD le puede significar costos menores, ella tiene más interfaces asociadas a los intercambios modales, y requiere por esto mayor tiempo de respuesta a las necesidades de los clientes, y operar con inventarios más altos a los tradicionalmente utilizados. Además, las empresas productoras consideran que existe un mayor riesgo de fallar en la entrega al cliente, dado la existencia de estos cambios modales, los cuales no administra ni controla, como actualmente le resulta el transporte terrestre al utilizar camión directo de origen a destino.

Una opción para solventar los riesgos detectados, se refiere a incentivos de tipo fiscal ya sean directos o indirectos, tales como tarifas y servicios preferenciales en los puertos, bonificación a los costos del transporte marítimo, rebajas de tipo tributario a los usuarios del TMCD, mecanismos todos que introducen complejas decisiones estructurales, más aún si se refiere al transporte desde un país a otro, en el cual el producto de uno de

ellos representa un retorno para el otro, con la consiguiente ventaja de precio que este último representa.

Por otra parte, estos riesgos pueden resultar diferentes en el país de origen que en el de destino, ya sea por las operaciones portuarias o transporte terrestre local involucrado, pero el efecto en la cadena logística del TMCD es el mismo. Ésta podría no funcionar en forma adecuada a las expectativas, tanto desde el punto de vista del diseño del servicio, como de los requerimientos del usuario, por lo que mitigar dicho riesgo inherente al mismo, es extremadamente complejo y muy difícil de evaluar evitando acciones sesgadas.

Desde un punto de vista operacional, el riesgo portuario señalado para este Servicio Marítimo de Corta Distancia, se puede mitigar si, por ejemplo, se garantizara para dicha nave sitio de atraque a la llegada en cualquier puerto de la región mesoamericana. Esto en algunos puertos puede resultar imposible o muy difícil de aplicar, dado el tipo de administración en ellos y su regulación en la asignación de los sitios. En algunos casos estos puertos están concesionados al sector privado y en otros, operados directamente por una empresa del estado.

Considerando factores comerciales, puede significar problemas de equidad para un determinado estado, el incentivar o subsidiar una cadena logística sobre otra, en este caso el TMCD sobre el transporte terrestre internacional, aspecto que permitiría modificar los precios relativos de los servicios de un determinado país sobre otro, resultando una competencia desleal al participar abiertamente en el mercado, para proveer de las mercaderías que un país necesita de otro.

Por lo tanto, una estrategia global de implementación podría ser un plan piloto, en el cual distintos operadores marítimos de este tipo de naves, participe en una licitación abierta e internacional para prestar el servicio TMCD en ambos océanos. Considerando como base la existencia potencial de carga actual y futura en los distintos puertos analizados, pero sin garantizar la disponibilidad de la misma, sino buscando un servicio eficiente y competitivo, que resulte atractivo para las empresas, tal que permita el intercambio comercial de productos que requieren los distintos países de Mesoamérica.

b) Posibilidad de descreme del negocio

En este caso, el riesgo de descreme se refiere a la posibilidad que existan competidores externos al TMCD que presten servicios solo en aquellos tramos identificados como más atractivos, productivos y eficientes, erosionando de este modo la rentabilidad del naviero TMCD. Este riesgo es difícil de mitigar dadas las condiciones de competencia del transporte marítimo.

c) Otros riesgos

Existen una serie de otros riesgos como variaciones en el precio de los combustibles, en el precio de arriendo o compra de las naves, pérdida de competitividad de los puertos integrantes del TMCD y aumento de eficiencia del transporte terrestre alternativo por mejoras de carreteras o funcionamiento de fronteras entre otras. Otro tipo de riesgo se refiere a la posibilidad de no contar con la flota adecuada en algún instante de tiempo debido a fallas u otras contingencias de la nave.

Estos riesgos se consideran parte integrante del negocio de cualquier tipo de transporte en los cuales cada una de las compañías prestadoras de servicios realizan los ajustes necesarios para mantenerse vigentes y competitivos.

5.3.4 Estrategia global de implementación

De acuerdo a los resultados de las evaluaciones realizadas y a los riesgos identificados para el servicio TMCD, INECON recomienda:

- Impulsar el desarrollo de un servicio TMCD en la Costa Pacífico, el que se presenta más claro como un servicio viable, con un mejor perfil de rentabilidad. Para la costa Caribe, si bien presenta un resultado positivo, se considera de mayor dificultad de desarrollo dada la competencia existente en esa zona.
- La alternativa de máxima cobertura presenta un resultado altamente negativo, el cual resultaría factible con un subsidio que le permita solventar las pérdidas obtenidas, aspecto que se considera impracticable. Por ello no se recomienda esta opción.
- A fin de minimizar los riesgos de cambio en la logística del transporte que deben asumir los posibles usuarios de este servicio, los países de recaladas del servicio deben procurar entregar facilidades para que se cumpla estrictamente el itinerario de la o las naves. Para ello, se

requerirá para dicha nave el aseguramiento de sitio en los puertos donde recale.

- También para reducir los riesgos de variaciones en la demanda para el naviero, se puede compensar por medio de reducciones tarifarias en los puertos, o bien por medio de asegurar una demanda mínima bajo la cual se subsidia a la compañía naviera.
- Se recomienda realizar una prueba piloto del servicio para resolver los aspectos de detalle de la implantación.

Cabe hacer notar que estas recomendaciones sufrieron algunas modificaciones como producto del Taller de Difusión que se realizó en la ciudad de Managua los días 9 y 10 de abril de 2013, las que se reportan en el Informe Alcance 3 de este estudio.

5.4 Evaluación Ambiental

5.4.1 Identificación de Impactos

El resultado del proyecto de Transporte Marítimo de Corta Distancia también produce impactos ambientales, unos de carácter positivo y otros negativos, que no resultan difíciles de mitigar, por el reducido volumen del servicio que representa en los puertos de recalada y el correspondiente tamaño de nave asociada, comparativamente pequeña con las mayores del tráfico de ultramar.

En los distintos puertos de ambos océanos establecidos para el servicio TMCD la carga no representa un volumen significativo, por lo que la actividad adicional asociada se considera que no representa una dificultad para su atención, ni tampoco este volumen incremental de carga constituiría una potencial congestión y pérdida de eficiencia de estos puertos.

Por otra parte, los puertos de recalada seleccionados para la prestación de los servicios TMCD, cuentan con condiciones y calados suficientes para el tipo de nave elegida, por lo que por esta causa no se requiere dragados para el canal de acceso, ni para los correspondientes sitios de atraque. Dichos puertos, también ya tienen debidamente resueltas todas las potenciales afectaciones a las zonas frágiles como manglares, corales y otras, por lo que el servicio TMCD no produce directamente ninguna de ellas.

Si bien, el servicio TMCD representa en general un bajo volumen de transporte marítimo en el contexto total mesoamericano, como así también

una baja participación relativa en la transferencia de cargas en los puertos que utiliza, produce un impacto positivo en los mismos por la actividad operativa y comercial adicional que representa, especialmente relacionada con el intercambio de mercaderías entre países mesoamericanos. Para el servicio de transporte terrestre local, también representa un impacto positivo, ya que genera un pequeño aumento de la actividad, pero con opciones de combinaciones y complemento con los otros movimientos que actualmente realizan los actores del transporte y transferencia portuaria.

En las ciudades puertos este nuevo movimiento marítimo, también genera una mayor demanda de servicios públicos, relacionados con la policía y salud por el control de las tripulaciones, pero por la frecuencia establecida de una recalada semanal, resulta de muy bajo impacto en el servicio correspondiente, por lo que se estima no se requiere infraestructura adicional.

El cambio en la estructura logística del movimiento de productos en Mesoamérica debido a la implantación de un servicio TMCD generará menores emisiones contaminantes en las carreteras pero aumentará las de las carreteras a los puertos, a la que se suma la producida por el movimiento de la nave. En la sección siguiente se evalúa esta externalidad del transporte.

5.4.2 Beneficios por reducción de emisiones contaminantes y de gases efecto invernadero

Para la estimación de estos beneficios, se ha realizado un análisis comparativo entre las situaciones con y sin existencia de un servicio de TMCD, considerando que la transferencia modal de la carga impactará directamente en la magnitud de las emisiones generadas, en cada caso. La formulación ocupada para realizar las diferentes estimaciones es la siguiente:

$$B_t^a = p_e * C_c * TKT_t^{a,c} - (p_e * C_c * TKTA_t^{a,c} + p_e * C_b * TKM_t^a) \quad (22)$$

Donde:

B_t^a	=	Beneficios por reducción de emisiones para la alternativa de servicio <i>a</i> en el año <i>t</i> (USD/año)
p_e	=	Valoración de las emisiones (USD/ton-emisiones)
C_c	=	Emisión promedio en carretera del modo camión por tonelada kilómetro recorrida (ton-emisiones/ton-km)
C_b	=	Emisión promedio durante la navegación del modo barco por tonelada kilómetro recorrida(ton-emisiones/ton-km)
$TKT_t^{a,c}$	=	Toneladas kilómetro recorridas utilizando el modo camión sin

- existencia del servicio TMCD, para la alternativa *a* y el año *t* (ton-km)
- $TKTA_t^{a,c}$ = Toneladas kilómetro recorridas utilizando el modo camión en los accesos a los puertos con existencia del servicio TMCD, para la alternativa *a* y el año *t* (ton-km)
- TKM_t^a = Toneladas kilómetro recorridas utilizando el modo barco como parte del servicio de TMCD, para la alternativa *a* y el año *t* (ton-km)

Los parámetros utilizados en las estimaciones se presentan en el Cuadro 5-27 siguiente:

Cuadro 5-27: Parámetros utilizados en la estimación de beneficios por reducción de emisiones contaminantes y de gases efecto invernadero

Parámetro	Valor
Valoración de las emisiones (USD/ton-emisiones)	3,5
Emisión promedio en carretera del modo camión por tonelada kilómetro recorrida (gr-emisiones/ton-km)	125
Emisión promedio durante la navegación del modo barco por tonelada kilómetro recorrida (gr-emisiones/ton-km)	35

Fuente: Elaborado por Inecon

A partir de la aplicación del método de cálculo presentado anteriormente, se han obtenido los beneficios que se muestran en Cuadro 5-28 y Cuadro 5-29.

Cuadro 5-28: Beneficios por reducción de emisiones contaminantes y de gases efecto invernadero, Costa Pacífico

Costa	Modelo	Ítem	2010	2020	2030
Pacífico	Representativo del comportamiento del naviero	Ton-km modo terrestre sin TMCD	393.856.953	429.457.517	534.822.447
		Emisión CO2 (ton/año)	49.232	53.682	66.853
		Valoración emisiones camiones sin TMCD(US\$/año)	172.312	187.888	233.985
		Ton-km modo terrestre sin TMCD	76.471.029	76.672.378	88.033.282
		Consumo CO2 accesos terrestres a puertos (ton/año)	9.559	9.584	11.004
		Valoración emisiones camiones con TMCD(US\$/año)	33.456	33.544	38.515
		Ton-km modo marítimo con TMCD	356.622.815	398.045.924	501.294.709
		Emisión CO2 navegación (ton/año)	12.482	13.932	17.545
		Valoración emisiones TMCD(US\$/año)	43.686	48.761	61.409
		Beneficios por reducción de emisiones con TMCD (US\$/año)	95.170	105.583	134.062
	Representativo del óptimo social	Ton-km modo terrestre sin TMCD	364.991.605	474.221.886	560.792.558
		Emisión CO2 (ton/año)	45.624	59.278	70.099
		Valoración emisiones camiones sin TMCD(US\$/año)	159.684	207.472	245.347
		Ton-km modo terrestre sin TMCD	69.787.703	90.244.114	97.773.781
		Consumo CO2 accesos terrestres a puertos (ton/año)	8.723	11.281	12.222
		Valoración emisiones camiones con TMCD(US\$/año)	30.532	39.482	42.776
		Ton-km modo marítimo con TMCD	330.912.990	429.922.829	521.675.582
		Emisión CO2 navegación (ton/año)	11.582	15.047	18.259
		Valoración emisiones TMCD(US\$/año)	40.537	52.666	63.905
		Beneficios por reducción de emisiones con TMCD (US\$/año)	88.615	115.325	138.665
	Máxima cobertura	Ton-km modo terrestre sin TMCD	361.654.579	386.750.203	483.595.183
		Emisión CO2 (ton/año)	45.207	48.344	60.449
		Valoración emisiones camiones sin TMCD(US\$/año)	158.224	169.203	211.573
		Ton-km modo terrestre sin TMCD	110.115.111	97.525.719	112.182.442
		Consumo CO2 accesos terrestres a puertos (ton/año)	13.764	12.191	14.023
		Valoración emisiones camiones con TMCD(US\$/año)	48.175	42.668	49.080
		Ton-km modo marítimo con TMCD	324.840.486	355.939.569	448.020.711
		Emisión CO2 navegación (ton/año)	11.369	12.458	15.681
		Valoración emisiones TMCD(US\$/año)	39.793	43.603	54.883
		Beneficios por reducción de emisiones con TMCD (US\$/año)	70.256	82.933	107.611

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro 5-29: Beneficios por reducción de emisiones contaminantes y de gases efecto invernadero, Costa Caribe

Costa	Modelo	Ítem	2010	2020	2030
Caribe	Representativo del comportamiento del naviero	Ton-km modo terrestre sin TMCD	296.345.313	388.920.238	507.001.850
		Emisión CO2 (ton/año)	37.043	48.615	63.375
		Valoración emisiones camiones sin TMCD(US\$/año)	129.651	170.153	221.813
		Ton-km modo terrestre sin TMCD	75.841.999	92.107.866	122.274.225
		Consumo CO2 accesos terrestres a puertos (ton/año)	9.480	11.513	15.284
		Valoración emisiones camiones con TMCD(US\$/año)	33.181	40.297	53.495
		Ton-km modo marítimo con TMCD	337.062.288	452.345.296	598.947.320
		Emisión CO2 navegación (ton/año)	11.797	15.832	20.963
		Valoración emisiones TMCD(US\$/año)	41.290	55.412	73.371
		Beneficios por reducción de emisiones con TMCD (US\$/año)	55.180	74.443	94.947
	Representativo del óptimo social	Ton-km modo terrestre sin TMCD	304.943.006	405.326.456	408.249.369
		Emisión CO2 (ton/año)	38.118	50.666	51.031
		Valoración emisiones camiones sin TMCD(US\$/año)	133.413	177.330	178.609
		Ton-km modo terrestre sin TMCD	78.868.870	97.883.777	91.876.727
		Consumo CO2 accesos terrestres a puertos (ton/año)	9.859	12.235	11.485
		Valoración emisiones camiones con TMCD(US\$/año)	34.505	42.824	40.196
		Ton-km modo marítimo con TMCD	345.734.453	468.893.626	477.474.607
		Emisión CO2 navegación (ton/año)	12.101	16.411	16.712
		Valoración emisiones TMCD(US\$/año)	42.352	57.439	58.491
		Beneficios por reducción de emisiones con TMCD (US\$/año)	56.555	77.067	79.922
	Máxima cobertura	Ton-km modo terrestre sin TMCD	399.752.964	399.817.201	421.497.225
		Emisión CO2 (ton/año)	49.969	49.977	52.687
		Valoración emisiones camiones sin TMCD(US\$/año)	174.892	174.920	184.405
		Ton-km modo terrestre sin TMCD	144.449.849	164.271.002	174.887.667
		Consumo CO2 accesos terrestres a puertos (ton/año)	18.056	20.534	21.861
		Valoración emisiones camiones con TMCD(US\$/año)	63.197	71.869	76.513
		Ton-km modo marítimo con TMCD	509.017.735	520.176.119	542.268.871
		Emisión CO2 navegación (ton/año)	17.816	18.206	18.979
		Valoración emisiones TMCD(US\$/año)	62.355	63.722	66.428
		Beneficios por reducción de emisiones con TMCD (US\$/año)	49.340	39.330	41.464

Fuente: Elaborado por Inecon

5.5 Análisis de Sensibilidad

Durante el desarrollo del estudio y a la luz de los resultados que se iban obteniendo se estimó conveniente realizar algunos análisis de sensibilidad para probar los impactos en las rutas y rentabilidad del proyecto TMCD, tales como:

- Aumentar el tamaño de la nave desde una de 260 teus a una de 600 Teus con un rendimiento de transferencia de 10 box/hr..
- Aumentar la frecuencia del servicio con una nave de 260 Teus desde una recalada semanal a dos recaladas semanales.
- Aumentar el rendimiento de transferencia de las grúas de la nave desde un valor utilizado de 6 box/hora a uno de 10 box/hora con una nave de 260 Teus.
- Reducir en un 10% el costo del transporte terrestre producto de mejoras en la infraestructura y funcionamiento del mismo.

En el Anexo A-1 de este informe, se presentan los resultados correspondientes a las sensibilizaciones realizadas, incluyendo tanto los resultados operativos del servicio como las evaluaciones económicas en cada caso.

5.5.1 Resultados del cambio al tamaño de la nave

El cambio de tamaño de nave prácticamente mantiene la ruta seguida y los puertos de recalada con la excepción de la recalada adicional en Tampico en el año 2010 en la ruta Caribe y en el escenario de comportamiento del naviero, y la recalada adicional en el puerto de Lázaro Cárdenas en la ruta Pacífico en el escenario de óptimo social.

El resultado comparativo de la sensibilidad de cambio de tamaño de nave se presenta en los Cuadro 5-30 al Cuadro 5-33 de acuerdo a los escenarios de selección del servicio TMCD, esto es de acuerdo al comportamiento del naviero y representativo del óptimo comunitario.

Cuadro 5-30: Sensibilidad a Cambio de Tamaño de Nave – Escenario Comportamiento del Naviero

	Costa Pacífico			Costa Caribe		
	Año			Año		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Mercado (Teus)						
Nave de 260 Teus	52.104	83.980	122.408	43.628	71.812	102.492
Nave de 600 Teus	52.104	83.980	122.408	50.492	71.812	102.492
Proporción transportada						
Nave de 260 Teus	74%	46%	34%	27%	20%	19%
Nave de 600 Teus	100%	100%	64%	59%	61%	51%
Flota						
Nave de 260 Teus	4	3	4	2	2	3
Nave de 600 Teus	2	4	4	2	3	4

Elaborado por Inecon

Cuadro 5-31: Sensibilidad a Cambio de Tamaño de Nave – Escenario Comportamiento del Naviero – Evaluaciones

Costa	Evaluación Financiera (MUSD)	Evaluación Socio-económica (MUSD)
Pacífico		
Nave de 260 Teus	130.965	76.540
Nave de 600 Teus	295.074	206.210
Caribe		
Nave de 260 Teus	59.162	27.797
Nave de 600 Teus	129.525	72.467

Elaborado por Inecon

Cuadro 5-32: Sensibilidad a Cambio de Tamaño de Nave – Escenario Representativo del Óptimo Comunitario

	Costa Pacífico			Costa Caribe		
	Año			Año		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Mercado (Teus)						
Nave de 260 Teus	52.104	83.980	122.408	43.628	71.812	102.492
Nave de 600 Teus	115.908	83.980	122.408	50.492	71.812	102.492
Proporción transportada						
Nave de 260 Teus	60%	46%	34%	27%	19%	14%
Nave de 600 Teus	71%	100%	84%	55%	45%	31%
Flota						
Nave de 260 Teus	3	3	4	2	2	2
Nave de 600 Teus	6	4	6	2	2	2

Elaborado por Inecon

Cuadro 5-33: Sensibilidad a Cambio de Tamaño de Nave – Escenario Representativo del Óptimo Comunitario - Evaluaciones

Costa	Evaluación Financiera (MUSD)	Evaluación Socio-económica (MUSD)
Pacífico		
Nave de 260 Teus	130.695	91.754
Nave de 600 Teus	305.251	217.811
Caribe		
Nave de 260 Teus	61.259	32.463
Nave de 600 Teus	121.891	98.717

Elaborado por Inecon

De estos cuadros se puede concluir lo siguiente:

- a) El mercado objetivo potencial en ambos casos de tamaño de nave es prácticamente el mismo, sin embargo la proporción de dicho mercado que se capta es muy superior en el caso de utilizar la nave más grande, con la excepción de la costa Pacífico en el año 2010 donde la nave de 600 Teus capta una mayor participación de mercado en el escenario representativo del óptimo comunitario.
- b) Dado el aumento del tamaño de la nave utilizada, se reduce o se mantiene el tamaño de la flota y aumenta la proporción del mercado atendido.
- c) La nave de 600 Teus entrega mejor rentabilidad en ambas costas y escenarios, llegando a duplicar la rentabilidad con respecto al caso base, debido a los menores costos de arriendo de naves, consumo de combustible, ciclos de viaje y estadía en puertos. Sin embargo, Inecon considera que esta opción toma una proporción muy alta del mercado potencial lo que eleva considerablemente el riesgo del negocio.

5.5.2 Resultado a aumento de frecuencia

Esta sensibilidad solo se realizó en el escenario de óptimo comunitario por considerarse que este escenario resulta el más representativo de los servicios en la zona.

El cambio de frecuencia del servicio a dos recaladas semanales cambia sustancialmente la ruta seguida y los puertos de recalada, ya que de los

cuatro puertos definidos en la frecuencia semanal en la costa Pacífico (Quetzal, Acajutla, Corinto y Caldera) para todos los años de análisis, la frecuencia reduce a solo tres puertos en el año 2010 y 2020 y a solo dos puertos en el año 2030. En la costa Caribe se reducen los puertos de recalada de tres a dos en todos los años de análisis.

El resultado comparativo de la sensibilidad de aumento de frecuencia se presenta en los Cuadro 5-34 y Cuadro 5-35.

Cuadro 5-34: Sensibilidad a Aumento de Frecuencia del Servicio – Escenario Representativo del Óptimo Comunitario

	Costa Pacífico			Costa Caribe		
	Año			Año		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Mercado (Teus)						
Frecuencia Semanal	52.104	83.980	122.408	43.628	71.812	102.492
Frecuencia dos veces por semana	52.104	83.980	122.408	43.628	71.812	102.492
Proporción transportada						
Frecuencia Semanal	60%	46%	34%	27%	19%	14%
Frecuencia dos veces por semana	40%	23%	17%	17%	16%	10%
Flota						
Frecuencia Semanal	3	3	4	2	2	2
Frecuencia dos veces por semana	4	3	4	3	4	3

Elaborado por Inecon

Cuadro 5-35: Sensibilidad a Aumento de Frecuencia del Servicio – Escenario Representativo del Óptimo Comunitario - Evaluaciones

Costa	Evaluación Financiera (MUSD)	Evaluación Socio-económica (MUSD)
Pacífico		
Frecuencia Semanal	130.695	91.754
Frecuencia dos veces por semana	44.542	-538
Caribe		
Frecuencia Semanal	61.259	32.463
Frecuencia dos veces por semana	7.220	-33.600

Elaborado por Inecon

De estos cuadros se puede concluir lo siguiente:

- a) El mercado objetivo potencial en ambas frecuencias y costas es el mismo, sin embargo la proporción de dicho mercado que se capta se reduce al aumentar la frecuencia a dos veces por semana.

- b) El aumento de frecuencia requiere aumentar la flota, a pesar de que disminuye la participación de transporte en el mercado.
- c) La mayor frecuencia reduce sustancialmente la rentabilidad del servicio en ambas costas. Además, la evaluación socioeconómica de este cambio resulta negativa en ambas costas, no siendo recomendable su implementación.

5.5.3 Resultado a aumento de rendimiento de transferencia

Al igual que en la sección anterior, esta sensibilidad solo se realizó en el escenario de óptimo comunitario por considerarse que este escenario resulta el más representativo de los servicios en la zona.

El cambio de rendimiento de la transferencia portuaria mantiene la ruta seguida y los puertos de recalada en ambas costas, con la excepción de la incorporación de Santo Tomás de Castilla en la costa Caribe en el año 2010.

El resultado comparativo de la sensibilidad de aumento de frecuencia se presenta en los Cuadro 5-36 y Cuadro 5-37.

Cuadro 5-36: Sensibilidad a Aumento de Rendimiento de Transferencia – Escenario Representativo del Óptimo Comunitario

	Costa Pacífico			Costa Caribe		
	Año			Año		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Mercado (Teus)						
Rendimiento de 6 box/hr	52.104	83.980	122.408	43.628	71.812	102.492
Rendimiento de 10 box/hr	52.104	83.980	122.408	43.628	71.812	102.492
Proporción transportada						
Rendimiento de 6 box/hr	60%	46%	34%	27%	19%	14%
Rendimiento de 10 box/hr	72%	55%	45%	33%	22%	16%
Flota						
Rendimiento de 6 box/hr	3	3	4	2	2	2
Rendimiento de 10 box/hr	3	3	4	2	2	2

Elaborado por Inecon

Cuadro 5-37: Sensibilidad a Aumento de Rendimiento de Transferencia – Escenario Representativo del Óptimo Comunitario - Evaluaciones

Costa	Evaluación Financiera (MUSD)	Evaluación Socio-económica (MUSD)
Pacífico		
Rendimiento de 6 box/hr	130.695	91.754
Rendimiento de 10 box/hr	174.254	125.772
Caribe		
Rendimiento de 6 box/hr	61.259	32.463
Rendimiento de 10 box/hr	68.786	42.111

Elaborado por Inecon

De estos cuadros se puede concluir lo siguiente:

- a) El mercado objetivo potencial en ambos casos de rendimiento de transferencia es el mismo, sin embargo la proporción de dicho mercado que se capta al aumentar el rendimiento es ligeramente superior entre un 10% y un 20% según los años de análisis.
- b) El tamaño de la flota se mantiene en todos los años y costas.
- c) El mayor rendimiento en la transferencia aumenta la rentabilidad del servicio entre un 12% y un 33% dependiendo de la costa.

5.5.4 Resultado a disminución del costo de transporte terrestre

Esta sensibilidad se realizó solo en el escenario de comportamiento del naviero y sus resultados indican que:

- a) En la costa Pacífico, se mantiene el itinerario de puertos y la carga transportada, pero se reduce la rentabilidad del negocio naviero en un 27%.
- b) En la costa Caribe se concentra levemente el itinerario de los puertos, la carga transportada se reduce en porcentajes que van desde un 2% hasta un 25% dependiendo de los años, y la rentabilidad del negocio se reduce en un 37%.



ANEXO A-1: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

A-1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se han realizado modelaciones adicionales, para efectos de analizar el impacto que ocasionaría en el diseño del servicio y su rentabilidad asociada a la modificación de los siguientes parámetros.

- Tamaño de la nave
- Frecuencia del servicio
- Rendimiento de carga/descarga
- Disminución de costo de transporte terrestre

En los siguientes puntos, se presentan los resultados obtenidos.

A-1.1 Sensibilización del Tamaño de la Nave

En el Cuadro A- 1-1 se presentan las características de la nave que ha sido incorporada en este análisis, el cual considera aumentar la capacidad de la nave desde 260 Teus a 603 Teus. Así también, aumentar el rendimiento de transferencia de 2 grúas de 6 box/hr cada una a 2 grúas de 10 box/hr cada una.

Cuadro A- 1-1: Características de la nave de mayor tamaño utilizada en el análisis de sensibilidad

Características	Especificaciones Nave para Sensibilidad
Tipo de buque	Portacontenedores
Tipo de carga transportada	Contenedores 20', 40' incluyendo refrigerados
Equipamiento	Dos grúas propias con un rendimiento de 10 box/hr c/u
Capacidad (Teus)	603
Tonelaje de Registro Bruto	5.730
Eslora (m)	122,0
Calado (m)	6,5
Velocidad (nudos)	16,57
Disponibilidad de bow thruster	sí
Porcentaje de utilización de slots de la nave (%)	100
Máxima estadía en muelle (hr)	100,5

Fuente: Elaborado por Inecon

Considerando estas características y los criterios y parámetros presentados en el Capítulo 4, se han implementado los diferentes modelos de optimización, obteniéndose los siguientes resultados.

A-1.1.1 Modelo representativo del comportamiento del naviero

a) Operación en la Costa Pacífico

Resultados globales

En el Cuadro A- 1-2, se reporta aquella situación donde se maximizó la utilidad operacional del naviero, para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-2: Resultados globales modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico, sensibilización tamaño de la nave

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	52.104	83.980	122.408
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	4.342	6.998	10.201
Teus llenos movilizados (Teus/año)	52.104	83.980	78.728
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	4.342	6.998	6.561
% de Teus transportados	100%	100%	64%
Toneladas transportadas (Ton/año)	548.124	882.775	836.731
Toneladas transportadas (Ton/mes)	45.677	73.565	69.728
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	33.280	53.612	50.752
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	13.104	21.528	4.524
Round trip (días)	6,67	8,97	7,38
Tamaño óptimo de la flota (Nº de naves)	2	4	4
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	109%	178%	130%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	57%	90%	122%
Stock de contenedores (Teus)	575	773	636
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	0,95	1,28	1,05
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	4.027.784	8.055.568	8.055.568
Costo de capital de la flota (USD/día)	11.035	22.070	22.070
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	6.217.283	9.245.577	11.233.461
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	17.034	25.330	30.777
Costos portuarios de la nave (USD/año)	2.780.563	5.467.781	5.513.486
Costos portuarios de la carga (USD/año)	5.062.720	8.179.541	6.631.080

Fuente: Elaborado por Inecon

En el Cuadro anterior, se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 100% y el 64% de la demanda potencial existente. Además, la demanda movilizada que maximiza la utilidad operacional del naviero crece anualmente, en promedio, al 4,9% en el mediano plazo, y se mantiene relativamente estable en el largo plazo.

Descripción de los servicios

Para todos los años en análisis, el itinerario óptimo considera que la flota tipo recalca en los puertos de Quetzal, Acajutla, Corinto y Caldera, para ambos sentidos de circulación de las naves.

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro A- 1-3, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-3: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Quetzal	295.546	92.667	388.213	28.355	9.644	37.999
Acajutla	51.244	108.667	159.911	5.966	8.148	14.114
Corinto	31.981	197.135	229.116	3.700	20.291	23.991
Caldera	169.353	149.655	319.008	14.093	14.030	28.122
Año 2020						
Quetzal	480.747	146.015	626.762	46.181	15.149	61.330
Acajutla	83.645	172.368	256.013	9.737	12.925	22.662
Corinto	47.699	323.253	370.952	5.518	33.276	38.794
Caldera	270.684	241.138	511.823	22.556	22.642	45.198
Año 2030						
Quetzal	294.999	208.533	503.532	26.408	21.588	47.996
Acajutla	122.006	211.194	333.200	14.201	16.544	30.745
Corinto	65.455	66.026	131.482	7.572	7.646	15.218
Caldera	354.271	350.979	705.250	30.559	32.963	63.522

Fuente: Elaborado por Inecon

b) Operación en la Costa Caribe

Resultados globales

En el Cuadro A- 1-4, se reporta aquella situación donde se maximizó la utilidad operacional del naviero, para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-4: Resultados globales modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	50.492	71.812	102.492
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	4.208	5.984	8.541
Teus llenos movilizados (Teus/año)	29.588	43.524	52.364
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	2.466	3.627	4.364
% de Teus transportados	59%	61%	51%
Toneladas transportadas (Ton/año)	310.576	439.165	515.471
Toneladas transportadas (Ton/mes)	25.881	36.597	42.956
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	18.772	26.780	31.720
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	5.876	8.788	9.308
Round trip (días)	12,65	11,85	12,29
Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	2	3	4
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	47%	67%	72%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	47%	72%	95%
Stock de contenedores (Teus)	1.089	1.021	1.059
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	1,81	1,69	1,76
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	4.027.784	6.041.676	8.055.568
Costo de capital de la flota (USD/día)	11.035	16.553	22.070
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	11.855.024	16.002.351	20.572.655
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	32.480	43.842	56.363
Costos portuarios de la nave (USD/año)	4.531.085	4.246.204	5.599.181
Costos portuarios de la carga (USD/año)	2.199.733	3.010.449	3.486.082

Fuente: Elaborado por Inecon

En el Cuadro anterior, se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 59% y el 61% de la demanda potencial existente. Además, la demanda movilizada que maximiza la utilidad operacional del naviero crece anualmente, en promedio, entre el 3,9% y el 3,5% en el mediano plazo, y entre el 1,9% y el 1,6% en el largo plazo, si es que el transporte estimado se mide en Teus o en toneladas, respectivamente.

Descripción de los servicios

En el año 2010, el servicio óptimo se desarrolla entre los puertos de Tampico y Limón/Moín, incorporándose al itinerario los puertos de Veracruz, Santo Tomás de Castilla y Puerto Cortés. En los años 2020 y 2030 el servicio recalca en los puertos de Veracruz, Santo Tomás de Castilla, Puerto Cortés y Limón/Moín.

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro A- 1-5, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-5: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Tampico	20.420	0	20.420	1.503	0	1.503
Veracruz	106.247	118.121	224.367	13.121	6.634	19.755
Santo Tomás de Castilla	47.183	74.464	121.646	2.575	9.703	12.278
Puerto Cortés	14.562	69.518	84.080	982	7.844	8.826
Limón/Moín	122.165	48.473	170.638	11.397	5.397	16.793
Año 2020						
Veracruz	165.861	166.801	332.662	20.663	9.381	30.044
Santo Tomás de Castilla	63.817	101.565	165.382	3.483	13.205	16.688
Puerto Cortés	21.902	106.458	128.359	1.473	13.161	14.634
Limón/Moín	187.586	64.341	251.926	17.899	7.771	25.671
Año 2030						
Veracruz	171.412	196.287	367.699	22.114	11.046	33.160
Santo Tomás de Castilla	72.744	140.707	213.450	3.970	18.829	22.799
Puerto Cortés	27.469	83.484	110.952	1.833	11.010	12.843
Limón/Moín	243.847	94.993	338.841	24.458	11.490	35.948

Fuente: Elaborado por Inecon

c) Evaluación

Los resultados de la evaluación económica y socioeconómica correspondientes, se presentan en el Cuadro A- 1-6.

Cuadro A- 1-6: Resultados de la evaluación económica y socioeconómica, modelo representativo del naviero, sensibilización del tamaño de la nave, Valor Presente al año 2014

Costa	Evaluación económica	Evaluación socioeconómica
	(MUSD)	
Pacífico	295.074	206.210
Caribe	129.525	72.467

Fuente: Elaborado por Inecon

En los Cuadro A- 1-7, Cuadro A- 1-8, Cuadro A- 1-9 y Cuadro A- 1-10 se presentan las evaluaciones detalladas.



Cuadro A- 1-7: Evaluación económica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	22.500	23.592	24.736	25.935	27.193	28.512	29.895	30.136	30.380	30.625	30.873	31.123	31.374	31.628	31.883	32.141	32.401
Transporte Box 40' Dry	36.387	38.174	40.049	42.016	44.080	46.245	48.517	48.239	47.964	47.689	47.416	47.145	46.875	46.607	46.341	46.076	45.812
Transporte Box 40' Reefer	6.816	7.143	7.486	7.845	8.222	8.617	9.031	9.367	9.715	10.076	10.451	10.840	11.243	11.661	12.095	12.545	13.011
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	65.703	68.908	72.271	75.797	79.495	83.374	87.442	87.742	88.058	88.391	88.740	89.108	89.493	89.896	90.319	90.762	91.224
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	5.315	5.696	6.105	6.543	7.013	7.516	8.056	8.056	8.056	8.056	8.056	8.056	8.056	8.056	8.056	8.056	8.056
Combustible y lubricante	7.287	7.582	7.889	8.208	8.540	8.886	9.246	9.427	9.613	9.802	9.995	10.191	10.392	10.596	10.804	11.017	11.233
Recaladas y estadía en puertos	3.644	3.899	4.172	4.464	4.776	5.110	5.468	5.472	5.477	5.481	5.486	5.491	5.495	5.500	5.504	5.509	5.513
Gastos de administración	2.033	2.075	2.118	2.161	2.206	2.252	2.298	2.325	2.352	2.379	2.406	2.434	2.462	2.490	2.519	2.548	2.577
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	18.278	19.252	20.283	21.376	22.535	23.764	25.067	25.280	25.497	25.718	25.942	26.171	26.404	26.642	26.883	27.129	27.380
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	1.755	1.841	1.932	2.027	2.127	2.231	2.341	2.288	2.236	2.185	2.135	2.087	2.040	1.993	1.948	1.904	1.860
Manipulación y transferencia de carga	6.134	6.435	6.751	7.083	7.431	7.796	8.180	8.010	7.843	7.680	7.521	7.365	7.212	7.062	6.915	6.772	6.631
Comisiones	3.285	3.445	3.614	3.790	3.975	4.169	4.372	4.391	4.409	4.428	4.447	4.466	4.485	4.504	4.523	4.542	4.561
Total Costos operacionales variables (MUSD)	11.174	11.722	12.297	12.900	13.533	14.196	14.893	14.688	14.489	14.294	14.103	13.917	13.736	13.559	13.386	13.217	13.053
Depreciación (MUSD)		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)	36.250	37.810	39.566	41.396	43.302	45.289	47.357	47.649	47.948	48.380	48.695	49.019	49.352	49.696	50.050	50.415	50.792
Impuestos (MUSD)	10,88	11,34	11,87	12,42	12,99	13,59	14,21	14,29	14,38	14,51	14,61	14,71	14,81	14,91	15,01	15,12	15,24
Utilidad neta (MUSD)	36.240	37.798	39.554	41.383	43.289	45.275	47.343	47.635	47.934	48.365	48.680	49.004	49.338	49.681	50.035	50.400	50.777
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo)	764	801	841	882	925	970	1.017	75	79	83	87	92	96	101	106	111	116
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.764	801	841	882	925	970	1.017	75,0	79	83	87	92	96	101	106	111	116
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	34.475	37.122	38.838	40.627	42.490	44.430	46.451	47.685	47.980	48.282	48.593	48.912	49.241	49.580	49.929	50.289	50.661
VAN(MUSD)	295.074																

Fuente: Elaborado por Inecon



Cuadro A- 1-8: Evaluación económica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	15.511	15.878	16.254	16.638	17.032	17.434	17.847	18.053	18.262	18.473	18.687	18.903	19.122	19.343	19.567	19.793	20.022
Transporte Box 40' Dry	27.815	29.069	30.380	31.750	33.181	34.677	36.241	37.380	38.555	39.766	41.016	42.305	43.634	45.006	46.420	47.879	49.383
Transporte Box 40' Reefer	659	691	725	761	799	838	880	914	948	985	1.022	1.061	1.102	1.144	1.188	1.233	1.280
Transporte Box 40' HC	1.193	1.266	1.343	1.426	1.513	1.605	1.703	170	341	511	681	852	1.022	1.192	1.363	1.533	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	45.178	46.904	48.702	50.575	52.525	54.556	56.671	56.517	58.106	59.735	61.407	63.121	64.880	66.685	68.537	70.438	70.686
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	4.737	4.933	5.137	5.350	5.571	5.802	6.042	6.218	6.399	6.586	6.778	6.976	7.180	7.389	7.605	7.827	8.056
Combustible y lubricante	13.366	13.773	14.193	14.625	15.070	15.529	16.002	16.409	16.827	17.255	17.694	18.144	18.606	19.079	19.565	20.062	20.573
Recaladas y estadía en puertos	4.415	4.386	4.358	4.330	4.302	4.274	4.246	4.365	4.488	4.614	4.743	4.876	5.013	5.153	5.298	5.446	5.599
Gastos de administración	1.920	1.950	1.980	2.011	2.042	2.074	2.106	2.136	2.166	2.196	2.227	2.258	2.290	2.322	2.355	2.388	2.422
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	24.439	25.043	25.668	26.316	26.985	27.679	28.396	29.128	29.880	30.651	31.443	32.255	33.089	33.944	34.823	35.724	36.649
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	861	894	929	964	1.001	1.040	1.080	1.097	1.114	1.132	1.149	1.168	1.186	1.205	1.224	1.243	1.262
Manipulación y transferencia de carga	2.494	2.573	2.655	2.740	2.827	2.917	3.010	3.055	3.100	3.146	3.192	3.240	3.287	3.336	3.385	3.435	3.486
Comisiones	2.259	2.345	2.435	2.529	2.626	2.728	2.834	2.897	2.962	3.028	3.095	3.165	3.235	3.308	3.381	3.457	3.534
Total Costos operacionales variables (MUSD)	5.614	5.813	6.019	6.233	6.455	6.685	6.924	7.049	7.176	7.305	7.437	7.572	7.709	7.848	7.990	8.135	8.283
Depreciación (MUSD)		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)	15.125	15.924	16.890	17.901	18.959	20.067	21.226	20.215	20.925	21.779	22.527	23.295	24.083	24.893	25.724	26.579	25.754
Impuestos (MUSD)	4,54	4,78	5,07	5,37	5,69	6,02	6,37	6,06	6,28	6,53	6,76	6,99	7,22	7,47	7,72	7,97	7,73
Utilidad neta (MUSD)	15.121	15.919	16.885	17.896	18.953	20.061	21.220	20.209	20.919	21.772	22.520	23.288	24.076	24.885	25.717	26.571	25.746
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	415	432	449	468	487	508	529	-38	397	407	418	429	440	451	463	475	62
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.415	432	449	468	487	508	529	-38,5	397	407	418	429	440	451	463	475	62
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	13.706	15.612	16.560	17.553	18.591	19.678	20.816	20.373	20.647	21.365	22.102	22.859	23.636	24.434	25.254	26.096	25.684
VAN(MUSD)	129.525																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro A- 1-9: Evaluación socioeconómica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	144	151	158	166	174	182	191	193	194	195	196	198	199	200	201	203	204
Mayor actividad en los puertos	6.134	6.435	6.751	7.083	7.431	7.796	8.180	8.010	7.843	7.680	7.521	7.365	7.212	7.062	6.915	6.772	6.631
Mayor actividad económica en el hinterland	4.148	4.351	4.565	4.789	5.024	5.270	5.529	5.434	5.340	5.249	5.159	5.070	4.983	4.897	4.813	4.731	4.649
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	50.279	52.730	55.301	57.997	60.824	63.790	66.900	67.179	67.458	67.740	68.022	68.305	68.590	68.876	69.163	69.451	69.740
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	4.027	4.224	4.430	4.646	4.873	5.111	5.361	5.332	5.303	5.274	5.245	5.217	5.188	5.160	5.132	5.104	5.076
Total Beneficios (MUSD)	64.732	67.892	71.206	74.681	78.327	82.150	86.160	86.146	86.139	86.138	86.143	86.154	86.172	86.195	86.224	86.260	86.301
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	6.753	7.082	7.427	7.789	8.168	8.567	8.984	9.048	9.113	9.178	9.243	9.309	9.375	9.442	9.509	9.577	9.645
Costos del servicio naviero TMCD	27.910	29.373	30.912	32.532	34.237	36.031	37.920	37.923	37.926	37.930	37.933	37.937	37.940	37.943	37.947	37.950	37.954
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	8.440	8.856	9.293	9.752	10.233	10.738	11.268	10.928	10.599	10.279	9.969	9.668	9.377	9.094	8.820	8.554	8.296
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	102	106	111	115	120	125	130	132	135	138	140	143	146	149	152	155	158
Total Costos (MUSD)	43.205	45.417	47.743	50.188	52.758	55.461	58.301	58.031	57.772	57.524	57.285	57.057	56.838	56.628	56.428	56.236	56.053
Beneficio social neto (MUSD)	21.527	22.474	23.463	24.493	25.568	26.690	27.859	28.115	28.366	28.614	28.857	29.097	29.334	29.567	29.797	30.024	30.248
VAN(USD)	206.210																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro A- 1-10: Evaluación socioeconómica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (USD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	102	106	110	114	118	123	127	129	132	134	136	138	140	142	145	147	149
Mayor actividad en los puertos	2.494	2.573	2.655	2.740	2.827	2.917	3.010	3.055	3.100	3.146	3.192	3.240	3.287	3.336	3.385	3.435	3.486
Mayor actividad económica en el hinterland	1.623	1.657	1.692	1.728	1.764	1.802	1.840	1.873	1.907	1.942	1.977	2.013	2.049	2.087	2.124	2.163	2.202
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	38.536	39.946	41.407	42.923	44.493	46.121	47.809	48.678	49.564	50.466	51.384	52.318	53.270	54.239	55.226	56.231	57.253
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	2.164	2.243	2.324	2.408	2.495	2.585	2.678	2.724	2.771	2.818	2.866	2.915	2.965	3.015	3.067	3.119	3.172
Total Beneficios (USD)	44.918	46.524	48.188	49.912	51.698	53.548	55.465	56.460	57.473	58.505	59.555	60.624	61.712	62.819	63.947	65.095	66.263
Costos (USD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	6.327	6.563	6.807	7.061	7.324	7.597	7.880	8.013	8.148	8.286	8.426	8.569	8.714	8.861	9.011	9.163	9.318
Costos del servicio naviero TMCD	27.183	27.902	28.639	29.396	30.173	30.970	31.789	32.559	33.348	34.157	34.985	35.833	36.702	37.591	38.502	39.436	40.392
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	4.280	4.440	4.606	4.778	4.957	5.143	5.335	5.412	5.491	5.570	5.650	5.732	5.815	5.899	5.984	6.071	6.159
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	91	94	97	101	104	107	111	113	116	119	122	125	129	132	135	139	142
Total Costos (USD)	37.881	38.999	40.150	41.336	42.558	43.817	45.114	46.098	47.104	48.132	49.184	50.259	51.359	52.483	53.633	54.808	56.010
Beneficio social neto (MUSD)	7.037	7.526	8.038	8.576	9.140	9.731	10.351	10.363	10.370	10.373	10.371	10.365	10.353	10.337	10.314	10.287	10.253
VAN(USD)	72.467																

Fuente: Elaborado por Inecon

A-1.1.2 Modelo representativo del óptimo social

a) Operación en la Costa Pacífico

Resultados globales

En el Cuadro A- 1-11, se presentan los indicadores globales de la situación que maximiza el beneficio social estimado para cada año en análisis.

Cuadro A- 1-11: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	115.908	83.980	122.408
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	9.659	6.998	10.201
Teus llenos movilizados (Teus/año)	82.472	83.980	102.856
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	6.873	6.998	8.571
% de Teus transportados	71 %	100%	84%
Toneladas transportadas (Ton/año)	874.205	882.775	1.137.094
Toneladas transportadas (Ton/mes)	72.850	73.565	94.758
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	53.196	53.612	68.276
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	15.756	21.528	22.048
Round trip (días)	12,02	8,97	10,19
Tamaño óptimo de la flota (Nº de naves)	6	4	6
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	175 %	178%	200%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	88%	90%	128%
Stock de contenedores (Teus)	1.035	773	878
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	1,72	1,28	1,46
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	12.083.352	8.055.568	12.083.352
Costo de capital de la flota (USD/día)	33.105	22.070	33.105
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	17.745.850	7.205.154	9.512.833
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	48.619	19.740	26.063
Costos portuarios de la nave (USD/año)	11.945.998	5.467.781	8.148.198
Costos portuarios de la carga (USD/año)	14.780.598	8.183.010	9.978.134

Fuente: Elaborado por Inecon

En el Cuadro anterior, se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 71% y el 100% de la demanda potencial existente. Además, la demanda movilizada que maximiza el beneficio social crece anualmente, en promedio, entre el 0,2% y el 0,1% en el mediano plazo, y entre el 2% y el 2,6% en el largo plazo, si es que el transporte estimado se mide en Teus o en toneladas, respectivamente.

Descripción de los servicios

En todos los años el itinerario óptimo incluye los puertos de Quetzal, Acajutla,

Corinto y Caldera, sin embargo, en el año 2010 se incorpora, además, el puerto de Lázaro Cárdenas.

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro A- 1-12, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-12: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Puerto de Lázaro Cárdenas	349.115	82.936	432.051	32.934	11.399	44.333
Quetzal	243.858	279.846	523.704	21.538	24.073	45.611
Acajutla	65.574	206.797	272.371	8.317	18.759	27.076
Corinto	58.827	152.146	210.974	7.240	13.838	21.079
Caldera	156.831	152.480	309.311	12.442	14.402	26.844
Año 2020						
Quetzal	480.747	146.015	626.762	46.181	15.149	61.330
Acajutla	83.645	172.368	256.013	9.737	12.925	22.662
Corinto	47.699	323.253	370.952	5.518	33.276	38.794
Caldera	270.684	241.138	511.823	22.556	22.642	45.198
Año 2030						
Quetzal	560.699	208.533	769.231	48.630	21.588	70.218
Acajutla	122.006	245.857	367.863	14.201	18.435	32.636
Corinto	65.455	331.726	397.181	7.572	29.868	37.440
Caldera	388.934	350.979	739.913	32.451	32.963	65.414

Fuente: Elaborado por Inecon

b) Operación en la Costa Caribe

Resultados globales

En el Cuadro A- 1-13, se presentan los indicadores globales de la situación donde se maximiza el beneficio social para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-13: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	50.492	71.812	102.492
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	4.208	5.984	8.541
Teus llenos movilizados (Teus/año)	27.820	32.188	32.032
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	2.318	2.682	2.669
% de Teus transportados	55%	45%	31%
Toneladas transportadas (Ton/año)	354.512	356.244	382.655
Toneladas transportadas (Ton/mes)	29.543	29.687	31.888
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	20.540	21.268	22.516
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	7.644	3.276	156
Round trip (días)	12,93	11,16	11,02
Tamaño óptimo de la flota (Nº de naves)	2	2	2
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	66%	68%	64%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	23%	34%	38%
Stock de contenedores (Teus)	1.114	962	949
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	1,85	1,59	1,57
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	4.027.784	4.027.784	4.027.784
Costo de capital de la flota (USD/día)	11.035	11.035	11.035
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	9.034.581	9.020.988	9.142.644
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	24.752	24.715	25.048
Costos portuarios de la nave (USD/año)	4.508.342	3.093.685	3.069.630
Costos portuarios de la carga (USD/año)	3.229.988	2.522.541	2.474.120

Fuente: Elaborado por Inecon

En el Cuadro anterior, se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 55% y el 31% de la demanda potencial existente. Además, la demanda movilizada que maximiza el beneficio social crece anualmente, en promedio, al 1,5% en el mediano plazo, y al 0,7% en el largo plazo, si es que el transporte estimado se mide en Teus o en toneladas, respectivamente.

Descripción de los servicios

En este escenario, el itinerario óptimo, incluye los puertos de Veracruz, Santo Tomás de Castilla, Puerto Cortés y Limón/Moín, sin embargo, en el año 2010, se incorpora el puerto de Tampico.

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro A- 1-14, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-14: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Tampico	118.439	0	118.439	6.852	0	6.852
Veracruz	109.369	118.121	227.489	13.533	6.634	20.167
Santo Tomás de Castilla	47.183	118.400	165.582	2.575	7.920	10.495
Puerto Cortés	14.562	69.518	84.080	982	7.844	8.826
Limón/Moín	64.960	48.473	113.433	3.852	5.397	9.249
Año 2020						
Veracruz	172.715	166.801	339.516	21.161	9.381	30.541
Santo Tomás de Castilla	63.817	52.945	116.762	3.483	6.793	10.276
Puerto Cortés	21.902	72.158	94.059	1.473	8.231	9.704
Limón/Moín	97.811	64.341	162.152	6.060	7.771	13.831
Año 2030						
Veracruz	169.255	196.287	365.542	19.691	11.046	30.737
Santo Tomás de Castilla	72.744	60.904	133.648	3.970	7.621	11.591
Puerto Cortés	27.469	30.470	57.939	1.833	1.880	3.713
Limón/Moín	113.188	94.993	208.181	6.543	11.490	18.033

Fuente: Elaborado por Inecon

c) Evaluación

Los resultados de la evaluación económica y socioeconómica correspondientes, se presentan en el Cuadro A- 1-15.

Cuadro A- 1-15: Resultados de la evaluación económica y socioeconómica, modelo representativo del óptimo social, sensibilización del tamaño de la nave, Valor Presente al año 2014

Costa	Evaluación económica	Evaluación socioeconómica
	(MUSD)	
Pacífico	305.251	217.811
Caribe	121.891	98.717

Fuente: Elaborado por Inecon

En los Cuadro A- 1-16, Cuadro A- 1-17, Cuadro A- 1-18 y Cuadro A- 1-19 se presentan las evaluaciones detalladas.



Cuadro A- 1-16: Evaluación económica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	29.748	29.772	29.797	29.821	29.846	29.870	29.895	31.028	32.204	33.425	34.692	36.007	37.372	38.788	40.258	41.784	43.368
Transporte Box 40' Dry	46.147	46.534	46.924	47.317	47.714	48.114	48.517	49.209	49.910	50.622	51.344	52.076	52.819	53.572	54.336	55.111	55.896
Transporte Box 40' Reefer	13.628	12.724	11.881	11.094	10.358	9.672	9.031	9.367	9.715	10.076	10.451	10.840	11.243	11.661	12.095	12.545	13.011
Transporte Box 40' HC	102	127	153	178	204	229	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	89.625	89.158	88.755	88.410	88.121	87.885	87.442	89.603	91.829	94.123	96.487	98.923	101.433	104.021	106.689	109.440	112.276
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	10.274	9.866	9.474	9.098	8.736	8.389	8.056	8.389	8.736	9.098	9.474	9.866	10.274	10.699	11.142	11.603	12.083
Combustible y lubricante	15.105	13.803	12.613	11.526	10.533	9.625	8.795	9.043	9.298	9.560	9.829	10.106	10.391	10.684	10.985	11.294	11.612
Recaladas y estadía en puertos	8.739	8.082	7.474	6.912	6.393	5.912	5.468	5.690	5.922	6.163	6.414	6.675	6.946	7.229	7.523	7.830	8.148
Gastos de administración	2.597	2.545	2.493	2.443	2.394	2.346	2.298	2.337	2.376	2.416	2.456	2.498	2.539	2.582	2.625	2.669	2.714
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	36.715	34.296	32.055	29.979	28.055	26.272	24.617	25.459	26.332	27.236	28.173	29.144	30.151	31.194	32.275	33.396	34.558
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	2.351	2.352	2.352	2.353	2.354	2.354	2.355	2.399	2.443	2.489	2.535	2.582	2.630	2.679	2.729	2.779	2.831
Manipulación y transferencia de carga	11.668	10.998	10.366	9.771	9.210	8.681	8.183	8.347	8.514	8.685	8.859	9.036	9.217	9.402	9.590	9.782	9.978
Comisiones	4.481	4.458	4.438	4.421	4.406	4.394	4.372	4.483	4.596	4.713	4.832	4.954	5.080	5.208	5.340	5.475	5.614
Total Costos operacionales variables (MUSD)	18.500	17.807	17.156	16.545	15.970	15.430	14.910	15.228	15.554	15.886	16.225	16.572	16.927	17.289	17.659	18.037	18.423
Depreciación (MUSD)		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)	34.410	36.930	39.418	41.761	43.971	46.058	47.790	48.791	49.819	51.001	52.088	53.206	54.356	55.538	56.755	58.007	59.295
Impuestos (MUSD)	10,32	11,08	11,83	12,53	13,19	13,82	14,34	14,64	14,95	15,30	15,63	15,96	16,31	16,66	17,03	17,40	17,79
Utilidad neta (MUSD)	34.399	36.919	39.406	41.749	43.958	46.044	47.776	48.776	49.804	50.986	52.072	53.190	54.339	55.521	56.738	57.989	59.277
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	-133	-117	-101	-86	-72	-59	-111	540	557	573	591	609	628	647	667	688	709
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	867	-117	-101	-86	-72	-59	-111	540,2	557	573	591	609	628	647	667	688	709
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	33.533	37.161	39.632	41.960	44.155	46.228	48.012	48.361	49.372	50.412	51.481	52.581	53.712	54.875	56.071	57.302	58.568
VAN(MUSD)	305.251																

Fuente: Elaborado por Inecon



Cuadro A- 1-17: Evaluación económica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	18.927	18.800	18.673	18.548	18.423	18.299	18.176	18.545	18.920	19.304	19.695	20.094	20.502	20.917	21.341	21.774	22.215
Transporte Box 40' Dry	19.457	20.194	20.959	21.753	22.577	23.432	24.320	24.631	24.945	25.264	25.587	25.913	26.244	26.580	26.919	27.263	27.611
Transporte Box 40' Reefer	659	691	725	761	799	838	880	853	827	802	778	754	732	709	688	667	647
Transporte Box 40' HC	1.193	1.266	1.343	1.426	1.513	1.605	1.703	1.422	1.187	990	827	690	576	481	401	335	279
Total Ingresos operacionales (MUSD)	40.236	40.951	41.701	42.488	43.312	44.175	45.079	45.450	45.880	46.361	46.886	47.452	48.054	48.687	49.350	50.039	50.753
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028
Combustible y lubricante	11.022	11.020	11.018	11.017	11.015	11.014	11.012	11.027	11.041	11.056	11.071	11.086	11.101	11.116	11.130	11.145	11.160
Recaladas y estadía en puertos	3.878	3.735	3.597	3.464	3.336	3.212	3.094	3.091	3.089	3.086	3.084	3.082	3.079	3.077	3.074	3.072	3.070
Gastos de administración	1.786	1.785	1.785	1.784	1.784	1.783	1.783	1.784	1.785	1.786	1.787	1.788	1.789	1.790	1.791	1.792	1.793
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	20.713	20.568	20.428	20.292	20.162	20.037	19.916	19.929	19.943	19.956	19.970	19.983	19.997	20.010	20.024	20.037	20.051
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	780	774	768	762	756	750	744	737	731	724	718	712	705	699	693	687	681
Manipulación y transferencia de carga	2.926	2.854	2.785	2.717	2.650	2.586	2.523	2.518	2.513	2.508	2.503	2.498	2.493	2.489	2.484	2.479	2.474
Comisiones	2.012	2.048	2.085	2.124	2.166	2.209	2.254	2.281	2.308	2.336	2.363	2.392	2.420	2.449	2.478	2.508	2.538
Total Costos operacionales variables (MUSD)	5.718	5.676	5.638	5.603	5.572	5.544	5.521	5.536	5.552	5.568	5.584	5.601	5.619	5.637	5.655	5.673	5.692
Depreciación (MUSD)		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)	13.804	14.582	15.511	16.467	17.453	18.469	19.518	19.860	20.260	20.837	21.332	21.868	22.438	23.040	23.671	24.328	25.010
Impuestos (MUSD)	4,14	4,37	4,65	4,94	5,24	5,54	5,86	5,96	6,08	6,25	6,40	6,56	6,73	6,91	7,10	7,30	7,50
Utilidad neta (MUSD)	13.800	14.578	15.506	16.462	17.447	18.463	19.512	19.854	20.254	20.830	21.326	21.861	22.432	23.033	23.664	24.321	25.002
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	170	179	188	197	206	216	226	93	107	120	131	141	150	158	166	172	179
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.170	179	188	197	206	216	226	92,7	107	120	131	141	150	158	166	172	179
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	12.630	14.524	15.444	16.391	17.366	18.373	19.411	19.886	20.272	20.710	21.195	21.720	22.281	22.875	23.498	24.149	24.824
VAN(MUSD)	121.891																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro A- 1-18: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	186	187	188	189	190	191	191	197	203	208	214	221	227	234	240	247	254
Mayor actividad en los puertos	11.668	10.998	10.366	9.771	9.210	8.681	8.183	8.347	8.514	8.685	8.859	9.036	9.217	9.402	9.590	9.782	9.978
Mayor actividad económica en el hinterland	7.745	7.359	6.993	6.644	6.314	5.999	5.700	5.792	5.884	5.978	6.074	6.171	6.270	6.370	6.472	6.575	6.680
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	71.409	70.636	69.873	69.117	68.370	67.631	66.900	68.730	70.610	72.542	74.527	76.566	78.660	80.812	83.023	85.295	87.628
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	5.336	5.340	5.344	5.348	5.353	5.357	5.361	5.492	5.627	5.765	5.906	6.051	6.199	6.351	6.506	6.666	6.829
Total Beneficios (MUSD)	96.343	94.521	92.764	91.070	89.436	87.859	86.335	88.558	90.838	93.178	95.580	98.044	100.573	103.168	105.832	108.565	111.370
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	9.623	9.514	9.405	9.298	9.192	9.088	8.984	9.238	9.500	9.769	10.046	10.330	10.623	10.923	11.233	11.551	11.878
Costos del servicio naviero TMCD	53.053	50.169	47.442	44.863	42.424	40.118	37.937	39.067	40.231	41.430	42.664	43.935	45.244	46.592	47.980	49.409	50.882
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	10.702	10.794	10.887	10.981	11.076	11.171	11.268	11.478	11.692	11.910	12.132	12.358	12.589	12.823	13.062	13.306	13.554
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	159	154	149	144	139	134	130	133	137	141	145	149	153	158	162	167	171
Total Costos (MUSD)	73.537	70.630	67.883	65.286	62.831	60.511	58.319	59.917	61.560	63.250	64.987	66.772	68.608	70.496	72.437	74.433	76.485
Beneficio social neto (MUSD)	22.806	23.890	24.881	25.785	26.605	27.348	28.017	28.641	29.278	29.929	30.593	31.272	31.965	32.672	33.395	34.132	34.885
VAN(USD)	217.811																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro A- 1-19: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Beneficios (MUSD)																		
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	89	92	94	97	100	103	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	
Mayor actividad en los puertos	2.926	2.854	2.785	2.717	2.650	2.586	2.523	2.518	2.513	2.508	2.503	2.498	2.493	2.489	2.484	2.479	2.474	
Mayor actividad económica en el hinterland	1.985	1.875	1.771	1.673	1.580	1.493	1.410	1.407	1.403	1.400	1.396	1.393	1.389	1.386	1.382	1.379	1.375	
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	37.055	37.639	38.233	38.836	39.448	40.070	40.702	41.150	41.603	42.061	42.525	42.993	43.466	43.945	44.429	44.918	45.412	
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	2.084	2.090	2.097	2.104	2.112	2.119	2.126	2.138	2.150	2.163	2.176	2.188	2.201	2.214	2.227	2.239	2.252	
Total Beneficios (MUSD)	44.138	44.551	44.980	45.427	45.890	46.370	46.866	47.319	47.777	48.240	48.709	49.182	49.661	50.145	50.635	51.130	51.630	
Costos (MUSD)																		
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	6.003	6.106	6.210	6.316	6.424	6.534	6.646	6.706	6.767	6.828	6.890	6.952	7.015	7.079	7.143	7.208	7.273	
Costos del servicio naviero TMCD	24.529	24.345	24.162	23.981	23.801	23.623	23.446	23.473	23.501	23.529	23.557	23.585	23.613	23.641	23.669	23.697	23.725	
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	3.999	3.944	3.889	3.835	3.781	3.729	3.677	3.648	3.620	3.591	3.563	3.535	3.507	3.480	3.453	3.426	3.399	
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	79	79	78	78	78	78	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79	79	
Total Costos (MUSD)	34.610	34.473	34.340	34.211	34.085	33.964	33.846	33.906	33.966	34.027	34.089	34.151	34.215	34.279	34.344	34.410	34.477	
Beneficio social neto (MUSD)	9.528	10.078	10.640	11.216	11.805	12.406	13.020	13.413	13.811	14.214	14.620	15.031	15.446	15.866	16.291	16.720	17.153	
VAN(USD)	98.717																	

Fuente: Elaborado por Inecon

A-1.1.3 Modelo de máxima cobertura

a) Operación en la Costa Pacífico

Resultados globales

En el Cuadro A- 1-20, se presentan los indicadores globales de la situación donde se cumple el criterio de maximización del beneficio social para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-20: Resultados globales del modelo de máxima cobertura, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	121.524	204.880	294.892
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	10.127	17.073	24.574
Teus llenos movilizados (Teus/año)	87.048	51.428	63.752
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	7.254	4.286	5.313
% de Teus transportados	72%	25%	22%
Toneladas transportadas (Ton/año)	935.244	764.791	997.370
Toneladas transportadas (Ton/mes)	77.937	63.733	83.114
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	56.420	43.160	55.796
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	11.908	5.772	9.412
Round trip (días)	14,73	13,17	14,48
Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	6	4	6
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	189%	97%	128%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	89%	67%	75%
Stock de contenedores (Teus)	1.269	1.135	1.247
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	2,10	1,88	2,07
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	12.083.352	8.055.568	12.083.352
Costo de capital de la flota (USD/día)	33.105	22.070	33.105
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	26.477.695	19.735.421	26.931.361
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	72.542	54.070	73.785
Costos portuarios de la nave (USD/año)	15.177.335	10.169.015	15.208.151
Costos portuarios de la carga (USD/año)	12.647.626	7.925.065	10.465.844

Fuente: Elaborado por Inecon

En el Cuadro anterior, se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 72% y el 22% de la demanda potencial existente. Además, la demanda movilizada crece anualmente, en promedio, al 2,2% en el mediano plazo, y al 2,7% en el largo plazo, si es que el transporte estimado se mide en toneladas.

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro A- 1-21, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto definido y para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-21: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo de máxima cobertura Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Puerto de Lázaro Cárdenas	299.778	83.076	382.854	24.098	11.421	35.519
Quetzal	329.450	337.735	667.186	32.600	29.699	62.299
Acajutla	82.396	144.483	226.880	10.356	9.743	20.099
Corinto	58.827	188.793	247.621	7.240	18.433	25.673
Caldera	156.324	149.655	305.979	11.765	14.030	25.795
Panama Ports Balboa	8.468	31.500	39.968	997	3.731	4.728
Año 2020						
Puerto de Lázaro Cárdenas	204.086	81.629	285.716	11.138	10.765	21.903
Quetzal	265.911	273.933	539.844	17.490	14.950	32.440
Acajutla	70.919	115.515	186.434	7.765	6.304	14.069
Corinto	49.856	122.941	172.797	5.540	6.709	12.250
Caldera	171.462	162.331	333.792	9.357	12.249	21.606
Panama Ports Balboa	2.557	8.442	10.999	148	461	609
Año 2030						
Puerto de Lázaro Cárdenas	264.989	76.320	341.309	14.462	10.065	24.527
Quetzal	360.113	365.524	725.637	21.661	19.948	41.610
Acajutla	82.275	144.414	226.689	8.533	7.881	16.415
Corinto	60.582	182.253	242.834	6.569	9.946	16.516
Caldera	225.882	216.656	442.538	12.327	15.249	27.576
Panama Ports Balboa	3.528	12.203	15.731	203	666	869

Fuente: Elaborado por Inecon

b) Operación en la Costa Caribe

Resultados globales

En el Cuadro A- 1-22, se presentan los indicadores globales de la situación de máxima cobertura para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-22: Resultados globales del modelo de máxima cobertura, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	50.752	84.864	121.732
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	4.229	7.072	10.144
Teus llenos movilizados (Teus/año)	28.912	27.300	24.752
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	2.409	2.275	2.063
% de Teus transportados	57%	32%	20%
Toneladas transportadas (Ton/año)	369.396	387.169	372.725
Toneladas transportadas (Ton/mes)	30.783	32.264	31.060
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	21.424	22.048	21.008
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	6.084	4.576	4.628
Round trip (días)	14,00	13,93	13,85
Tamaño óptimo de la flota (Nº de naves)	2	2	2
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	68%	53%	46%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	24%	34%	33%
Stock de contenedores (Teus)	1.206	1.200	1.193
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	2,00	1,99	1,98
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	4.027.784	4.027.784	4.027.784
Costo de capital de la flota (USD/día)	11.035	11.035	11.035
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	11.834.615	11.897.533	11.965.584
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	32.424	32.596	32.782
Costos portuarios de la nave (USD/año)	5.587.274	5.597.137	5.584.288
Costos portuarios de la carga (USD/año)	3.192.075	2.957.417	2.874.901

Fuente: Elaborado por Inecon

Se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 57% y el 20% de la demanda potencial existente. Además, la demanda movilizada se mantiene prácticamente estable, tanto en el mediano como en el largo plazo, para los tamaños de flota considerados.

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro A- 1-23, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto definido y para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-23: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo de máxima cobertura Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Tampico	109.843	0	109.843	6.139	0	6.139
Veracruz	98.442	116.126	214.568	11.994	6.514	18.509
Santo Tomás de Castilla	47.183	121.176	168.358	2.575	8.301	10.876
Puerto Cortés	37.574	63.194	100.768	4.017	6.015	10.032
Limón/Moín	74.651	63.161	137.813	4.074	7.334	11.408
Panama Ports Cristóbal	1.704	5.739	7.443	123	757	879
Año 2020						
Tampico	83.533	0	83.533	4.559	0	4.559
Veracruz	74.586	163.212	237.798	8.043	8.907	16.950
Santo Tomás de Castilla	63.817	65.524	129.341	3.483	3.608	7.091
Puerto Cortés	46.727	56.462	103.189	4.747	3.081	7.828
Limón/Moín	116.497	100.309	216.806	6.358	11.483	17.841
Panama Ports Cristóbal	2.009	1.662	3.671	110	219	329
Año 2030						
Tampico	84.665	0	84.665	4.621	0	4.621
Veracruz	66.656	150.676	217.332	6.132	8.223	14.355
Santo Tomás de Castilla	72.744	72.618	145.361	3.970	4.010	7.980
Puerto Cortés	47.643	60.107	107.750	4.493	3.280	7.774
Limón/Moín	98.671	87.382	186.053	5.385	8.959	14.344
Panama Ports Cristóbal	2.347	1.943	4.290	128	256	384

Fuente: Elaborado por Inecon

c) Evaluación

Los resultados de la evaluación económica y socioeconómica correspondientes, se presentan en el Cuadro A- 1-24.

Cuadro A- 1-24: Resultados de la evaluación financiera y socioeconómica, modelo de máxima cobertura, sensibilización del tamaño de la nave, Valor Presente al año 2014

Costa	Evaluación económica	Evaluación socioeconómica
	(MUSD)	
Pacífico	28.538	76.087
Caribe	54.818	53.062

Fuente: Elaborado por Inecon

En los Cuadro A- 1-25, Cuadro A- 1-26, Cuadro A- 1-27 y Cuadro A- 1-28 se presentan las evaluaciones detalladas.



Cuadro A- 1-25: Evaluación económica modelo de máxima cobertura, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	34.222	35.193	36.192	37.219	38.275	39.362	40.479	41.801	43.166	44.576	46.032	47.535	49.087	50.690	52.346	54.055	55.821
Transporte Box 40' Dry	35.149	31.303	27.878	24.827	22.111	19.691	17.537	17.556	17.575	17.594	17.613	17.632	17.651	17.671	17.690	17.709	17.728
Transporte Box 40' Reefer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	69.371	66.496	64.070	62.046	60.386	59.053	58.016	59.357	60.741	62.170	63.645	65.167	66.739	68.361	70.036	71.765	73.549
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	10.274	9.866	9.474	9.098	8.736	8.389	8.056	8.389	8.736	9.098	9.474	9.866	10.274	10.699	11.142	11.603	12.083
Combustible y lubricante	23.541	22.859	22.197	21.554	20.930	20.324	19.735	20.359	21.001	21.665	22.349	23.054	23.782	24.533	25.308	26.107	26.931
Recaladas y estadía en puertos	12.931	12.423	11.936	11.467	11.017	10.585	10.169	10.587	11.021	11.474	11.945	12.436	12.947	13.478	14.032	14.608	15.208
Gastos de administración	2.588	2.543	2.498	2.454	2.410	2.368	2.326	2.371	2.416	2.462	2.509	2.557	2.605	2.655	2.706	2.757	2.810
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	49.335	47.691	46.105	44.573	43.094	41.665	40.286	41.705	43.175	44.698	46.277	47.913	49.608	51.366	53.188	55.076	57.033
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	1.761	1.684	1.610	1.540	1.473	1.409	1.347	1.385	1.423	1.463	1.503	1.545	1.588	1.632	1.678	1.724	1.772
Manipulación y transferencia de carga	10.491	10.012	9.554	9.118	8.702	8.304	7.925	8.149	8.378	8.615	8.858	9.107	9.364	9.628	9.900	10.179	10.466
Comisiones	3.469	3.325	3.203	3.102	3.019	2.953	2.901	2.970	3.042	3.115	3.190	3.266	3.345	3.425	3.507	3.591	3.677
Total Costos operacionales variables (MUSD)	15.720	15.020	14.368	13.761	13.194	12.666	12.173	12.504	12.843	13.192	13.550	13.919	14.297	14.685	15.084	15.494	15.915
Depreciación (MUSD)																	
		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)																	
	4.317	3.660	3.472	3.588	3.974	4.597	5.431	5.023	4.598	4.280	3.818	3.336	2.834	2.310	1.764	1.195	601
Impuestos (MUSD)																	
	1,29	1,10	1,04	1,08	1,19	1,38	1,63	1,51	1,38	1,28	1,15	1,00	0,85	0,69	0,53	0,36	0,18
Utilidad neta (MUSD)																	
	4.315	3.659	3.471	3.587	3.972	4.596	5.430	5.022	4.597	4.278	3.816	3.335	2.833	2.309	1.763	1.194	601
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo)	-844	-719	-607	-506	-415	-333	-259	335	346	357	369	381	393	406	419	432	446
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	156	-719	-607	-506	-415	-333	-259	335,3	346	357	369	381	393	406	419	432	446
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	4.159	4.502	4.202	4.218	4.512	5.054	5.814	4.812	4.376	3.921	3.448	2.954	2.440	1.904	1.345	762	155
VAN(MUSD)	28.538																

Fuente: Elaborado por Inecon



Cuadro A- 1-26: Evaluación económica modelo de máxima cobertura, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	20.886	21.427	21.982	22.551	23.135	23.735	24.350	24.210	24.072	23.934	23.797	23.661	23.526	23.392	23.258	23.125	22.993
Transporte Box 40' Dry	15.414	15.248	15.083	14.920	14.759	14.600	14.442	13.793	13.173	12.581	12.015	11.475	10.959	10.466	9.995	9.546	9.117
Transporte Box 40' Reefer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	36.300	36.675	37.065	37.472	37.895	38.335	38.792	38.003	37.245	36.515	35.812	35.136	34.485	33.858	33.253	32.671	32.109
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028
Combustible y lubricante	11.860	11.866	11.872	11.879	11.885	11.891	11.898	11.904	11.911	11.918	11.925	11.932	11.938	11.945	11.952	11.959	11.966
Recaladas y estadía en puertos	5.591	5.592	5.593	5.594	5.595	5.596	5.597	5.596	5.595	5.593	5.592	5.591	5.589	5.588	5.587	5.586	5.584
Gastos de administración	1.625	1.626	1.626	1.626	1.627	1.627	1.627	1.628	1.628	1.628	1.629	1.629	1.629	1.630	1.630	1.631	1.631
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	23.104	23.112	23.119	23.127	23.135	23.142	23.150	23.156	23.161	23.167	23.173	23.179	23.185	23.191	23.197	23.203	23.209
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	763	759	755	751	747	743	739	735	731	727	723	719	716	712	708	704	701
Manipulación y transferencia de carga	3.096	3.073	3.049	3.026	3.003	2.980	2.957	2.949	2.941	2.932	2.924	2.916	2.908	2.899	2.891	2.883	2.875
Comisiones	1.815	1.834	1.853	1.874	1.895	1.917	1.940	1.903	1.868	1.833	1.798	1.765	1.732	1.699	1.667	1.636	1.605
Total Costos operacionales variables (MUSD)	5.674	5.665	5.657	5.650	5.644	5.639	5.636	5.587	5.539	5.492	5.446	5.400	5.355	5.310	5.267	5.223	5.181
Depreciación (MUSD)																	
		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)																	
	7.522	7.773	8.163	8.569	8.991	9.428	9.882	9.136	8.419	7.855	7.193	6.557	5.945	5.356	4.790	4.245	3.720
Impuestos (MUSD)																	
	2,26	2,33	2,45	2,57	2,70	2,83	2,96	2,74	2,53	2,36	2,16	1,97	1,78	1,61	1,44	1,27	1,12
Utilidad neta (MUSD)																	
	7.519	7.770	8.161	8.567	8.988	9.425	9.879	9.133	8.417	7.853	7.191	6.555	5.943	5.355	4.788	4.243	3.719
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	90	94	98	102	106	110	114	-197	-190	-182	-176	-169	-163	-157	-151	-146	-140
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.090	94	98	102	106	110	114	-197,1	-190	-182	-176	-169	-163	-157	-151	-146	-140
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	6.430	7.802	8.188	8.590	9.007	9.440	9.889	9.455	8.731	8.036	7.367	6.724	6.106	5.512	4.940	4.389	3.859
VAN(MUSD)	54.818																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro A- 1-27: Evaluación socioeconómica modelo de máxima cobertura, Costa Pacífico, sensibilización del tamaño de la nave

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	178	175	172	168	165	162	159	163	168	173	177	182	188	193	198	204	210
Mayor actividad en los puertos	10.491	10.012	9.554	9.118	8.702	8.304	7.925	8.149	8.378	8.615	8.858	9.107	9.364	9.628	9.900	10.179	10.466
Mayor actividad económica en el hinterland	6.886	6.508	6.151	5.813	5.494	5.192	4.907	5.016	5.127	5.241	5.358	5.477	5.598	5.723	5.850	5.980	6.113
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	66.696	64.863	63.081	61.347	59.662	58.022	56.428	57.894	59.399	60.943	62.527	64.152	65.819	67.530	69.285	71.086	72.933
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	5.069	4.935	4.805	4.678	4.554	4.434	4.316	4.429	4.544	4.662	4.783	4.908	5.035	5.166	5.301	5.439	5.580
Total Beneficios (MUSD)	89.321	86.493	83.762	81.124	78.576	76.114	73.735	75.650	77.616	79.633	81.703	83.826	86.004	88.240	90.533	92.887	95.301
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	9.812	9.586	9.366	9.151	8.941	8.735	8.534	8.734	8.938	9.148	9.362	9.581	9.805	10.034	10.269	10.509	10.755
Costos del servicio naviero TMCD	60.231	58.016	55.882	53.827	51.847	49.941	48.104	49.725	51.400	53.132	54.922	56.773	58.686	60.663	62.707	64.820	67.004
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	8.967	8.672	8.387	8.112	7.845	7.587	7.338	7.552	7.773	8.000	8.233	8.473	8.721	8.975	9.237	9.507	9.785
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	158	154	149	145	141	137	133	137	141	146	150	155	160	165	170	175	181
Total Costos (MUSD)	79.168	76.428	73.785	71.234	68.774	66.400	64.109	66.148	68.252	70.425	72.667	74.982	77.371	79.838	82.384	85.012	87.725
Beneficio social neto (MUSD)	10.153	10.065	9.977	9.890	9.802	9.714	9.626	9.503	9.364	9.208	9.035	8.844	8.633	8.402	8.150	7.875	7.576
VAN(USD)	76.087																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro A- 1-28: Evaluación socioeconómica modelo de máxima cobertura, Costa Caribe, sensibilización del tamaño de la nave

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	79	81	83	85	87	89	91	90	88	87	85	83	82	80	79	78	76
Mayor actividad en los puertos	3.096	3.073	3.049	3.026	3.003	2.980	2.957	2.949	2.941	2.932	2.924	2.916	2.908	2.899	2.891	2.883	2.875
Mayor actividad económica en el hinterland	2.214	2.173	2.133	2.093	2.055	2.017	1.979	1.971	1.963	1.955	1.947	1.939	1.930	1.922	1.914	1.906	1.899
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	34.419	34.844	35.275	35.710	36.151	36.598	37.050	36.548	36.052	35.564	35.082	34.606	34.137	33.674	33.218	32.767	32.323
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	2.168	2.174	2.180	2.186	2.192	2.198	2.204	2.193	2.182	2.172	2.161	2.151	2.140	2.130	2.119	2.109	2.099
Total Beneficios (MUSD)	41.976	42.345	42.720	43.101	43.488	43.882	44.282	43.751	43.226	42.709	42.198	41.694	41.197	40.706	40.222	39.743	39.272
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	5.608	5.683	5.759	5.836	5.914	5.992	6.072	5.990	5.908	5.828	5.749	5.671	5.594	5.518	5.443	5.369	5.296
Costos del servicio naviero TMCD	26.173	26.171	26.169	26.166	26.164	26.162	26.160	26.118	26.077	26.036	25.995	25.953	25.912	25.871	25.830	25.790	25.749
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	4.072	4.058	4.044	4.030	4.017	4.003	3.989	3.974	3.959	3.944	3.929	3.914	3.900	3.885	3.870	3.856	3.841
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Total Costos (MUSD)	35.916	35.974	36.034	36.095	36.157	36.220	36.284	36.145	36.007	35.871	35.736	35.601	35.469	35.337	35.206	35.077	34.948
Beneficio social neto (MUSD)	6.061	6.371	6.685	7.006	7.331	7.662	7.998	7.606	7.219	6.838	6.463	6.093	5.728	5.369	5.015	4.667	4.323
VAN(USD)	53.062																

Fuente: Elaborado por Inecon

A-1.2 Sensibilización de la Frecuencia del Servicio

En este caso se ocupa la nave tipo con una capacidad de 260 Teus, según se describe en el Cuadro 4-14 del Capítulo 4, pero se considera que el servicio se realiza dos veces por semana. El análisis se realiza para el modelo representativo del óptimo social.

a) Operación en la Costa Pacífico

Resultados globales

En el Cuadro A- 1-29, se presentan los indicadores globales de la situación que maximiza el beneficio social estimado, para cada año en análisis.

Cuadro A- 1-29: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización de la frecuencia del servicio

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	52.104	83.980	122.408
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	4.342	6.998	10.201
Teus llenos movilizados (Teus/año)	20.852	19.240	20.696
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	1.738	1.603	1.725
% de Teus transportados	40%	23%	17%
Toneladas transportadas (Ton/año)	258.037	249.266	280.565
Toneladas transportadas (Ton/mes)	21.503	20.772	23.380
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	15.132	14.560	16.276
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	520	0	0
Round trip (días)	5,96	5,11	5,39
Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	4	3	4
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	82%	58%	61%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	72%	84%	93%
Stock de contenedores (Teus)	443	379	401
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	1,70	1,46	1,54
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	8.055.568	6.041.676	8.055.568
Costo de capital de la flota (USD/día)	22.070	16.553	22.070
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	5.155.845	2.809.421	4.750.738
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	14.126	7.697	13.016
Costos portuarios de la nave (USD/año)	3.452.557	2.266.969	2.630.587
Costos portuarios de la carga (USD/año)	1.847.657	2.133.005	2.365.964

Fuente: Elaborado por Inecon

Se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 40% y el 17% de la demanda potencial existente. Además, la demanda movilizada se mantiene prácticamente estable, en el mediano plazo y, posteriormente, crece anualmente en promedio, al 0,7% y al 1,2%, si el transporte se mide en Teus o en toneladas, respectivamente.

Descripción de los servicios

En este escenario, el itinerario óptimo, se desarrolla en todos los años entre los puertos de Quetzal y Caldera. En el año 2020 se incorpora al servicio el puerto de Acajutla y en el año 2020 el puerto de Corinto.

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro A- 1-30, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-30: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización de la frecuencia del servicio

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Quetzal	76.328	60.686	137.014	5.152	5.945	11.096
Acajutla	51.244	69.778	121.022	5.966	3.808	9.774
Caldera	130.464	127.573	258.037	9.753	11.117	20.870
Año 2020						
Quetzal	131.707	117.559	249.266	7.829	11.396	19.225
Corinto	19.243	21.669	40.912	1.765	1.183	2.948
Caldera	98.316	110.038	208.355	9.631	6.647	16.278
Año 2030						
Quetzal	148.800	131.765	280.565	8.189	12.524	20.713
Caldera	131.765	148.800	280.565	12.524	8.189	20.713

Fuente: Elaborado por Inecon

b) Operación en la Costa Caribe

Resultados globales

En el Cuadro A- 1-31, se presentan los indicadores globales de la situación que maximiza el beneficio social estimado, para cada año en análisis.

Cuadro A- 1-31: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización de la frecuencia del servicio

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	43.628	71.812	102.492
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	3.636	5.984	8.541
Teus llenos movilizados (Teus/año)	7.384	11.492	10.036
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	615	958	836
% de Teus transportados	17%	16%	10%
Toneladas transportadas (Ton/año)	92.421	132.638	116.805
Toneladas transportadas (Ton/mes)	7.702	11.053	9.734
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	5.408	7.852	6.916
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	1.612	104	0
Round trip (días)	10,04	10,17	10,03
Tamaño óptimo de la flota (Nº de naves)	3	4	3
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	31%	55%	49%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	24%	30%	26%
Stock de contenedores (Teus)	746	756	745
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	2,87	2,91	2,87
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	6.041.676	8.055.568	6.041.676
Costo de capital de la flota (USD/día)	16.553	22.070	16.553
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	5.411.052	7.118.643	5.415.999
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	14.825	19.503	14.838
Costos portuarios de la nave (USD/año)	1.973.985	2.621.242	1.977.113
Costos portuarios de la carga (USD/año)	766.401	798.232	690.794

Fuente: Elaborado por Inecon

Se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 17% y el 10% de la demanda potencial existente. Además, la demanda movilizada, crece anualmente en promedio, entre el 4,5% y el 3,7%, en el mediano plazo, si el transporte se mide en Teus o en toneladas, respectivamente. Posteriormente, decrece anualmente en promedio, al 1,3%. Cabe señalar, que existen otros itinerarios donde efectivamente la demanda transportada muestra un crecimiento en el largo plazo, sin embargo, este mayor transporte no se traduce en un mayor beneficio social neto.

Descripción de los servicios

En este escenario, el itinerario óptimo, se desarrolla en todos los años exclusivamente entre los puertos de Veracruz y Limón / Moín.

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro A- 1-32, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y

Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-32: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización de la frecuencia del servicio

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Veracruz	32.948	59.473	92.421	4.161	3.246	7.407
Limón/Moín	59.473	32.948	92.421	3.246	4.161	7.407
Año 2020						
Veracruz	59.403	73.235	132.638	7.502	3.997	11.499
Limón/Moín	73.235	59.403	132.638	3.997	7.502	11.499
Año 2030						
Veracruz	53.494	63.310	116.805	6.563	3.455	10.018
Limón/Moín	63.310	53.494	116.805	3.455	6.563	10.018

Fuente: Elaborado por Inecon

c) Evaluación

Los resultados de la evaluación económica y socioeconómica correspondientes, se presentan en el Cuadro A- 1-33.

Cuadro A- 1-33: Resultados de la evaluación económica y socioeconómica, modelo representativo del óptimo social, sensibilización de la frecuencia del servicio, Valor Presente al año 2014

Costa	Evaluación económica	Evaluación socioeconómica
	(MUSD)	
Pacífico	44.542	-538
Caribe	7.220	-33.600

Fuente: Elaborado por Inecon

En los Cuadro A- 1-34, Cuadro A- 1-35, Cuadro A- 1-36 y Cuadro A- 1-37 se presentan las evaluaciones detalladas.



Cuadro A- 1-34: Evaluación económica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización de la frecuencia del servicio

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	14.009	14.152	14.296	14.442	14.590	14.739	14.889	15.256	15.632	16.017	16.411	16.816	17.230	17.654	18.089	18.535	18.991
Transporte Box 40' Dry	6.950	6.468	6.020	5.602	5.214	4.852	4.515	4.326	4.145	3.972	3.806	3.646	3.494	3.347	3.207	3.073	2.945
Transporte Box 40' Reefer	5.138	5.473	5.830	6.211	6.616	7.048	7.507	7.679	7.854	8.033	8.217	8.404	8.596	8.792	8.993	9.198	9.408
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	26.097	26.093	26.146	26.255	26.419	26.638	26.912	27.261	27.631	28.022	28.433	28.866	29.319	29.794	30.289	30.806	31.344
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	7.180	6.976	6.778	6.586	6.399	6.218	6.042	6.218	6.399	6.586	6.778	6.976	7.180	7.389	7.605	7.827	8.056
Combustible y lubricante	4.937	4.646	4.372	4.115	3.872	3.644	3.429	3.614	3.809	4.015	4.231	4.460	4.700	4.954	5.221	5.502	5.799
Recaladas y estadía en puertos	2.918	2.798	2.682	2.572	2.466	2.364	2.267	2.301	2.335	2.370	2.406	2.442	2.479	2.516	2.553	2.592	2.631
Gastos de administración	2.855	2.830	2.806	2.781	2.757	2.734	2.710	2.752	2.795	2.838	2.882	2.926	2.972	3.018	3.064	3.112	3.160
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	17.889	17.250	16.639	16.054	15.495	14.960	14.448	14.885	15.339	15.809	16.298	16.804	17.330	17.876	18.444	19.033	19.645
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	516	517	519	520	522	524	525	531	537	543	549	555	561	567	573	579	585
Manipulación y transferencia de carga	1.957	1.985	2.014	2.043	2.073	2.103	2.133	2.155	2.178	2.200	2.223	2.246	2.270	2.294	2.317	2.342	2.366
Comisiones	1.305	1.305	1.307	1.313	1.321	1.332	1.346	1.366	1.387	1.409	1.430	1.452	1.474	1.497	1.520	1.543	1.567
Total Costos operacionales variables (MUSD)	3.777	3.807	3.840	3.876	3.916	3.958	4.004	4.053	4.102	4.152	4.202	4.253	4.305	4.357	4.410	4.464	4.518
Depreciación (MUSD)																	
		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)																	
	4.431	4.911	5.542	6.200	6.883	7.595	8.335	8.198	8.065	8.061	7.934	7.809	7.684	7.560	7.435	7.309	7.180
Impuestos (MUSD)																	
	1,33	1,47	1,66	1,86	2,07	2,28	2,50	2,46	2,42	2,42	2,38	2,34	2,31	2,27	2,23	2,19	2,15
Utilidad neta (MUSD)																	
	4.429	4.910	5.541	6.198	6.881	7.592	8.332	8.196	8.063	8.058	7.931	7.806	7.682	7.558	7.433	7.307	7.178
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	-15	-1	13	27	41	55	68	87	92	98	103	108	113	119	124	129	134
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	985	-1	13	27	41	55	68	87,3	92	98	103	108	113	119	124	129	134
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	3.445	5.036	5.653	6.295	6.965	7.663	8.389	8.233	8.095	7.961	7.829	7.698	7.569	7.439	7.309	7.178	7.044
VAN(MUSD)																	
	44.542																

Fuente: Elaborado por Inecon



Cuadro A- 1-35: Evaluación económica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización de la frecuencia del servicio

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	9.737	9.960	10.187	10.420	10.658	10.901	11.150	11.032	10.915	10.799	10.684	10.570	10.458	10.346	10.236	10.128	10.020
Transporte Box 40' Dry	10.757	11.411	12.103	12.838	13.618	14.444	15.321	15.084	14.850	14.620	14.393	14.170	13.950	13.734	13.521	13.311	13.105
Transporte Box 40' Reefer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	20.495	21.370	22.291	23.258	24.276	25.346	26.472	26.116	25.765	25.418	25.077	24.740	24.408	24.080	23.757	23.439	23.125
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	6.778	6.976	7.180	7.389	7.605	7.827	8.056	7.827	7.605	7.389	7.180	6.976	6.778	6.586	6.399	6.218	6.042
Combustible y lubricante	7.371	7.576	7.787	8.003	8.226	8.455	8.690	8.455	8.227	8.005	7.790	7.580	7.375	7.176	6.983	6.794	6.611
Recaladas y estadía en puertos	2.211	2.275	2.340	2.407	2.477	2.548	2.621	2.548	2.477	2.409	2.342	2.277	2.213	2.152	2.092	2.034	1.977
Gastos de administración	2.462	2.503	2.545	2.587	2.630	2.673	2.717	2.673	2.630	2.587	2.545	2.504	2.463	2.423	2.384	2.345	2.307
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	18.823	19.330	19.851	20.387	20.937	21.503	22.084	21.504	20.940	20.391	19.856	19.336	18.830	18.337	17.858	17.391	16.937
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	220	223	226	229	232	235	238	235	231	228	225	221	218	215	212	209	206
Manipulación y transferencia de carga	779	782	785	789	792	795	798	787	775	764	753	743	732	721	711	701	691
Comisiones	1.025	1.069	1.115	1.163	1.214	1.267	1.324	1.306	1.288	1.271	1.254	1.237	1.220	1.204	1.188	1.172	1.156
Total Costos operacionales variables (MUSD)	2.024	2.074	2.126	2.180	2.238	2.297	2.360	2.327	2.295	2.263	2.232	2.201	2.171	2.141	2.111	2.082	2.053
Depreciación (MUSD)																	
		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)																	
	-352	-158	188	566	976	1.421	1.903	2.159	2.405	2.764	2.988	3.203	3.407	3.603	3.789	3.966	4.135
Impuestos (MUSD)																	
	-	-	0,06	0,17	0,29	0,43	0,57	0,65	0,72	0,83	0,90	0,96	1,02	1,08	1,14	1,19	1,24
Utilidad neta (MUSD)																	
	-352	-158	188	566	975	1.420	1.902	2.159	2.404	2.763	2.988	3.202	3.406	3.602	3.788	3.965	4.134
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	208	219	230	242	254	268	281	-89	-88	-87	-85	-84	-83	-82	-81	-80	-79
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.208	219	230	242	254	268	281	- 89,0	-88	-87	-85	-84	-83	-82	-81	-80	-79
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	-1.560	-252	83	449	846	1.278	1.746	2.373	2.617	2.850	3.073	3.286	3.489	3.683	3.869	4.045	4.213
VAN(MUSD)	7.220																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro A- 1-36: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización de la frecuencia del servicio

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	68	68	68	68	68	69	69	70	72	73	75	76	78	79	81	82	84
Mayor actividad en los puertos	1.957	1.985	2.014	2.043	2.073	2.103	2.133	2.155	2.178	2.200	2.223	2.246	2.270	2.294	2.317	2.342	2.366
Mayor actividad económica en el hinterland	1.068	1.039	1.011	983	957	931	906	912	919	926	933	940	947	954	961	968	975
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	21.967	21.983	21.999	22.015	22.031	22.047	22.063	22.446	22.836	23.233	23.636	24.047	24.465	24.890	25.323	25.763	26.210
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	1.491	1.485	1.479	1.474	1.468	1.462	1.456	1.473	1.489	1.505	1.522	1.539	1.556	1.573	1.591	1.608	1.626
Total Beneficios (MUSD)	26.550	26.560	26.571	26.583	26.596	26.611	26.627	27.056	27.493	27.937	28.389	28.848	29.315	29.789	30.272	30.762	31.261
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	4.549	4.665	4.784	4.905	5.030	5.157	5.288	5.383	5.479	5.576	5.675	5.777	5.879	5.984	6.091	6.199	6.310
Costos del servicio naviero TMCD	20.942	20.389	19.850	19.325	18.814	18.317	17.832	18.301	18.782	19.276	19.783	20.303	20.836	21.384	21.946	22.523	23.115
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	2.285	2.268	2.251	2.234	2.217	2.201	2.185	2.209	2.233	2.258	2.283	2.308	2.334	2.360	2.386	2.412	2.439
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	185	183	180	178	176	173	171	175	179	183	188	192	197	201	206	211	216
Total Costos (MUSD)	27.962	27.504	27.064	26.642	26.237	25.848	25.476	26.068	26.673	27.294	27.929	28.580	29.247	29.930	30.629	31.346	32.080
Beneficio social neto (MUSD)	-1.411	-944	-493	-59	360	763	1.150	989	820	644	460	268	68	-140	-357	-584	-819
VAN(USD)	-538																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro A- 1-37: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización de la frecuencia del servicio

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	52	54	56	58	60	62	64	63	63	62	61	60	60	59	58	57	57
Mayor actividad en los puertos	779	782	785	789	792	795	798	787	775	764	753	743	732	721	711	701	691
Mayor actividad económica en el hinterland	518	509	500	491	483	475	466	459	453	446	439	433	426	420	414	408	402
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	17.509	18.183	18.883	19.609	20.364	21.148	21.962	21.679	21.401	21.126	20.854	20.586	20.321	20.060	19.802	19.547	19.296
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	627	651	676	702	729	757	786	776	766	757	747	737	728	718	709	700	691
Total Beneficios (MUSD)	19.485	20.179	20.900	21.649	22.428	23.237	24.077	23.765	23.458	23.154	22.854	22.559	22.267	21.979	21.694	21.413	21.136
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	3.533	3.639	3.750	3.863	3.980	4.100	4.225	4.242	4.260	4.278	4.296	4.315	4.333	4.351	4.370	4.388	4.407
Costos del servicio naviero TMCD	19.530	20.051	20.586	21.135	21.699	22.278	22.873	22.306	21.753	21.213	20.687	20.174	19.674	19.186	18.711	18.247	17.794
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	1.105	1.120	1.136	1.151	1.167	1.183	1.199	1.182	1.165	1.148	1.131	1.115	1.099	1.083	1.067	1.052	1.037
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	185	183	180	178	176	173	171	175	179	183	188	192	197	201	206	211	216
Total Costos (MUSD)	24.353	24.994	25.652	26.328	27.022	27.735	28.468	27.905	27.357	26.823	26.303	25.796	25.303	24.822	24.354	23.897	23.453
Beneficio social neto (MUSD)	-4.868	-4.815	-4.752	-4.678	-4.594	-4.498	-4.391	-4.140	-3.899	-3.669	-3.448	-3.237	-3.036	-2.843	-2.659	-2.484	-2.317
VAN(USD)	-33.600																

Fuente: Elaborado por Inecon

A-1.3 Sensibilización del Rendimiento de Carga/descarga

En este caso se ocupa la nave tipo con una capacidad de 260 Teus, según se describe en el Cuadro 4-14 del Capítulo 4, pero se considera que el rendimiento de carga/descarga de cada grúa aumenta a 10 box/hr. El análisis se realiza para el modelo representativo del óptimo social.

a) Operación en la Costa Pacífico

Resultados globales

En el Cuadro A- 1-38, se presentan los indicadores globales de la situación que maximiza el beneficio social estimado, para cada año en análisis.

Cuadro A- 1-38: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del rendimiento de carga/descarga

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	52.104	83.980	122.408
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	4.342	6.998	10.201
Teus llenos movilizados (Teus/año)	37.492	46.592	54.964
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	3.124	3.883	4.580
% de Teus transportados	72%	55%	45%
Toneladas transportadas (Ton/año)	437.326	561.965	682.103
Toneladas transportadas (Ton/mes)	36.444	46.830	56.842
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	26.000	33.176	40.040
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	5.824	2.080	0
Round trip (días)	5,97	6,24	6,63
Tamaño óptimo de la flota (N° de naves)	3	3	4
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	146%	175%	202%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	132%	170%	205%
Stock de contenedores (Teus)	222	232	246
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	0,85	0,89	0,95
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	6.041.676	6.041.676	8.055.568
Costo de capital de la flota (USD/día)	16.553	16.553	22.070
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	6.836.786	6.532.934	8.208.388
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	18.731	17.898	22.489
Costos portuarios de la nave (USD/año)	3.193.076	3.234.441	4.282.522
Costos portuarios de la carga (USD/año)	3.588.677	4.234.193	4.941.792

Fuente: Elaborado por Inecon

En el Cuadro anterior, se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 72% y el 45% de la demanda potencial existente. Además, la demanda movilizada que maximiza el beneficio social crece anualmente, en promedio, entre el 2,2% y el 2,5% en el mediano plazo, y entre el 1,7% y el 2,0% en el largo plazo, si es que el transporte estimado se mide en Teus o en toneladas, respectivamente.

Descripción de los servicios

En este escenario, el itinerario óptimo, recalca en todos los años, en los puertos de Quetzal, Acajutla, Corinto y Caldera, para ambos sentidos de circulación de la nave.

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro A- 1-39, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-39: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del rendimiento de carga/descarga

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Quetzal	184.748	92.667	277.416	13.743	9.644	23.387
Acajutla	51.244	108.667	159.911	5.966	8.148	14.114
Corinto	31.981	86.338	118.319	3.700	5.679	9.379
Caldera	169.353	149.655	319.008	14.093	14.030	28.122
Año 2020						
Quetzal	197.877	146.015	343.892	13.898	15.149	29.047
Acajutla	83.645	134.428	218.073	9.737	7.792	17.529
Corinto	47.699	56.051	103.750	5.518	3.059	8.577
Caldera	232.745	225.471	458.215	17.423	20.576	37.999
Año 2030						
Quetzal	221.823	195.948	417.771	13.049	19.928	32.977
Acajutla	122.006	142.326	264.332	14.201	7.767	21.968
Corinto	52.871	61.712	114.583	5.913	3.368	9.281
Caldera	285.403	282.118	567.520	21.783	23.882	45.665

Fuente: Elaborado por Inecon

b) Operación en la Costa Caribe

Resultados globales

En el Cuadro A- 1-40, se presentan los indicadores globales de la situación que maximiza el beneficio social estimado, para cada año en análisis.

Cuadro A- 1-40: Resultados globales del modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del rendimiento de carga/descarga

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	43.628	71.812	102.492
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	3.636	5.984	8.541
Teus llenos movilizados (Teus/año)	14.508	15.600	15.964
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	1.209	1.300	1.330
% de Teus transportados	33%	22%	16%
Toneladas transportadas (Ton/año)	172.753	192.328	183.060
Toneladas transportadas (Ton/mes)	14.396	16.027	15.255
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	10.140	11.180	10.868
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	1.092	572	0
Round trip (días)	11,49	11,13	9,98
Tamaño óptimo de la flota (Nº de naves)	2	2	2
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	70%	75%	78%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	38%	41%	40%
Stock de contenedores (Teus)	427	413	371
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	1,64	1,59	1,43
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	4.027.784	4.027.784	4.027.784
Costo de capital de la flota (USD/día)	11.035	11.035	11.035
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	7.329.686	7.280.038	7.259.032
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	20.081	19.945	19.888
Costos portuarios de la nave (USD/año)	2.074.242	1.928.159	1.341.454
Costos portuarios de la carga (USD/año)	1.135.318	1.124.154	1.086.345

Fuente: Elaborado por Inecon

En el Cuadro anterior, se observa que la demanda transportada, en términos de Teus, oscila entre el 33% y el 16% de la demanda potencial existente. Además, la demanda movilizada que maximiza la utilidad operacional del naviero crece anualmente, en promedio, al 0,7% y al 1,1% en el mediano plazo, si el transporte se mide en Teus o en toneladas, respectivamente. Posteriormente, la demanda transportada se mantiene estable en el largo plazo.

Descripción de los servicios

En este escenario, el itinerario óptimo, en todos los años, se desarrolla entre los puertos de Veracruz y Limón /Moín. En el año 2010 se incorporan al servicio los puertos de Santo Tomás de Castilla y Puerto Cortés y en el año 2020, Puerto Cortés.

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro A- 1-41, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga estimado para este escenario, expresado en toneladas y

Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-41: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del rendimiento de carga/descarga

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Veracruz	76.838	89.661	166.499	9.243	4.893	14.136
Santo Tomás de Castilla	30.187	25.477	55.665	1.647	3.134	4.781
Puerto Cortés	3.097	21.570	24.667	169	2.138	2.307
Limón/Moín	62.630	36.045	98.675	3.436	4.330	7.766
Año 2020						
Veracruz	87.365	100.025	187.390	9.836	5.508	15.344
Puerto Cortés	18.943	27.962	46.904	1.083	2.334	3.417
Limón/Moín	86.020	64.341	150.361	4.695	7.771	12.466
Año 2030						
Veracruz	83.498	99.562	183.060	10.520	5.434	15.954
Limón/Moín	99.562	83.498	183.060	5.434	10.520	15.954

Fuente: Elaborado por Inecon

c) Evaluación

Los resultados de la evaluación económica y socioeconómica correspondientes, se presentan en el Cuadro A- 1-42.

Cuadro A- 1-42: Resultados de la evaluación financiera y socioeconómica, modelo representativo del óptimo social, sensibilización del rendimiento de carga/descarga, Valor Presente al año 2014

Costa	Evaluación económica	Evaluación socioeconómica
	(MUSD)	
Pacífico	174.254	125.772
Caribe	68.786	42.111

Fuente: Elaborado por Inecon

En los Cuadro A- 1-43, Cuadro A- 1-44, Cuadro A- 1-45 y Cuadro A- 1-46 se presentan las evaluaciones detalladas.



Cuadro A- 1-43: Evaluación económica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del rendimiento de carga/descarga

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	21.442	22.213	23.011	23.838	24.695	25.583	26.502	27.193	27.901	28.628	29.373	30.139	30.924	31.729	32.556	33.404	34.274
Transporte Box 40' Dry	19.708	19.929	20.152	20.377	20.606	20.836	21.070	21.143	21.217	21.291	21.365	21.439	21.514	21.589	21.664	21.740	21.815
Transporte Box 40' Reefer	6.614	6.880	7.156	7.444	7.743	8.054	8.378	8.597	8.821	9.051	9.287	9.529	9.778	10.033	10.295	10.563	10.839
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	47.764	49.021	50.319	51.660	53.044	54.473	55.950	56.932	57.939	58.969	60.025	61.107	62.216	63.351	64.515	65.707	66.928
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.218	6.399	6.586	6.778	6.976	7.180	7.389	7.605	7.827	8.056
Combustible y lubricante	8.195	8.158	8.121	8.084	8.048	8.011	7.975	8.159	8.347	8.540	8.737	8.939	9.145	9.357	9.573	9.794	10.020
Recaladas y estadía en puertos	3.210	3.214	3.218	3.222	3.226	3.230	3.234	3.327	3.421	3.519	3.619	3.722	3.828	3.937	4.049	4.164	4.283
Gastos de administración	2.438	2.431	2.425	2.418	2.412	2.405	2.399	2.433	2.467	2.501	2.537	2.572	2.608	2.645	2.682	2.720	2.758
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	19.884	19.845	19.805	19.766	19.727	19.688	19.650	20.136	20.635	21.146	21.671	22.209	22.761	23.328	23.909	24.504	25.116
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Aquiler contenedores	1.063	1.077	1.091	1.106	1.121	1.136	1.151	1.167	1.183	1.200	1.216	1.233	1.250	1.267	1.285	1.303	1.321
Manipulación y transferencia de carga	3.834	3.898	3.963	4.029	4.096	4.165	4.234	4.300	4.367	4.435	4.504	4.574	4.646	4.718	4.791	4.866	4.942
Comisiones	2.388	2.451	2.516	2.583	2.652	2.724	2.798	2.848	2.900	2.952	3.005	3.060	3.115	3.171	3.229	3.287	3.346
Total Costos operacionales variables (MUSD)	7.285	7.426	7.570	7.718	7.870	8.024	8.183	8.315	8.450	8.587	8.726	8.867	9.011	9.157	9.305	9.456	9.609
Depreciación (MUSD)																	
		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)																	
	20.595	21.626	22.819	24.050	25.322	26.636	27.992	28.356	28.729	29.236	29.629	30.031	30.444	30.867	31.301	31.746	32.203
Impuestos (MUSD)																	
	6,18	6,49	6,85	7,22	7,60	7,99	8,40	8,51	8,62	8,77	8,89	9,01	9,13	9,26	9,39	9,52	9,66
Utilidad neta (MUSD)																	
	20.589	21.619	22.812	24.043	25.315	26.628	27.984	28.347	28.720	29.228	29.620	30.022	30.434	30.858	31.292	31.737	32.194
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	304	314	325	335	346	357	369	246	252	258	264	270	277	284	291	298	305
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.304	314	325	335	346	357	369	245,6	252	258	264	270	277	284	291	298	305
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	19.284	21.430	22.612	23.833	25.094	26.395	27.740	28.227	28.594	28.970	29.356	29.751	30.157	30.574	31.001	31.439	31.888
VAN(MUSD)	174.254																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro A- 1-44: Evaluación económica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del rendimiento de carga/descarga

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	12.517	12.902	13.299	13.708	14.130	14.565	15.013	15.035	15.057	15.079	15.101	15.123	15.145	15.167	15.189	15.211	15.234
Transporte Box 40' Dry	12.441	12.891	13.358	13.841	14.341	14.860	15.398	15.916	16.453	17.007	17.580	18.172	18.785	19.417	20.072	20.748	21.447
Transporte Box 40' Reefer	13	16	19	22	26	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte Box 40' HC	979	989	999	1.009	1.019	1.029	1.040	104	208	312	416	520	624	728	832	936	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	25.951	26.799	27.675	28.581	29.516	30.483	31.450	31.055	31.717	32.398	33.097	33.815	34.553	35.312	36.093	36.895	36.680
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028
Combustible y lubricante	8.923	8.917	8.911	8.905	8.899	8.893	8.887	8.884	8.882	8.879	8.876	8.874	8.871	8.869	8.866	8.864	8.861
Recaladas y estadía en puertos	2.015	2.000	1.985	1.971	1.957	1.942	1.928	1.859	1.793	1.729	1.668	1.608	1.551	1.496	1.442	1.391	1.341
Gastos de administración	1.770	1.773	1.775	1.778	1.780	1.782	1.785	1.794	1.803	1.812	1.821	1.830	1.839	1.848	1.857	1.866	1.876
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	16.736	16.717	16.699	16.681	16.663	16.645	16.627	16.565	16.505	16.448	16.393	16.340	16.289	16.240	16.194	16.149	16.106
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	335	336	337	339	340	341	343	341	339	337	336	334	332	330	329	327	325
Manipulación y transferencia de carga	1.131	1.130	1.129	1.127	1.126	1.125	1.124	1.120	1.116	1.113	1.109	1.105	1.101	1.098	1.094	1.090	1.086
Comisiones	1.298	1.340	1.384	1.429	1.476	1.524	1.573	1.597	1.622	1.647	1.672	1.698	1.725	1.751	1.778	1.806	1.834
Total Costos operacionales variables (MUSD)	2.763	2.806	2.850	2.895	2.942	2.991	3.040	3.058	3.077	3.097	3.117	3.137	3.158	3.179	3.201	3.223	3.245
Depreciación (MUSD)																	
		125	125	125	125	125	125	125	125								
Utilidad antes de impuestos (MUSD)																	
	6.452	7.151	8.001	8.879	9.786	10.722	11.658	11.307	12.010	12.853	13.587	14.338	15.106	15.893	16.698	17.523	17.329
Impuestos (MUSD)																	
	1,94	2,15	2,40	2,66	2,94	3,22	3,50	3,39	3,60	3,86	4,08	4,30	4,53	4,77	5,01	5,26	5,20
Utilidad neta (MUSD)																	
	6.450	7.149	7.999	8.877	9.783	10.719	11.655	11.303	12.006	12.849	13.583	14.334	15.102	15.888	16.693	17.518	17.324
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	205	212	219	226	234	242	242	-99	166	170	175	180	185	190	195	201	-54
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.205	212	219	226	234	242	242	- 98,8	166	170	175	180	185	190	195	201	-54
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	5.245	7.062	7.905	8.775	9.674	10.602	11.538	11.527	11.966	12.679	13.408	14.154	14.917	15.698	16.498	17.317	17.377
VAN(MUSD)	68.786																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro A- 1-45: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Pacífico, sensibilización del rendimiento de carga/descarga

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	114	117	120	124	128	131	135	138	141	144	147	150	153	156	159	162	166
Mayor actividad en los puertos	3.834	3.898	3.963	4.029	4.096	4.165	4.234	4.300	4.367	4.435	4.504	4.574	4.646	4.718	4.791	4.866	4.942
Mayor actividad económica en el hinterland	2.501	2.530	2.559	2.589	2.620	2.650	2.681	2.706	2.731	2.756	2.781	2.807	2.833	2.859	2.885	2.911	2.938
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	38.350	39.428	40.536	41.675	42.847	44.051	45.289	46.183	47.095	48.025	48.973	49.939	50.925	51.930	52.956	54.001	55.067
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	2.864	2.935	3.007	3.082	3.158	3.236	3.316	3.379	3.443	3.509	3.575	3.643	3.712	3.783	3.855	3.928	4.002
Total Beneficios (MUSD)	47.662	48.907	50.186	51.499	52.848	54.233	55.656	56.706	57.777	58.868	59.980	61.113	62.268	63.446	64.646	65.869	67.115
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	5.265	5.418	5.575	5.737	5.904	6.075	6.252	6.376	6.502	6.631	6.762	6.896	7.033	7.172	7.314	7.459	7.607
Costos del servicio naviero TMCD	25.723	25.833	25.944	26.055	26.166	26.278	26.391	26.980	27.583	28.199	28.828	29.472	30.130	30.803	31.491	32.194	32.913
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	4.970	5.022	5.074	5.127	5.180	5.234	5.288	5.356	5.424	5.493	5.564	5.635	5.707	5.779	5.853	5.928	6.004
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	144	143	142	142	141	141	140	143	146	150	153	157	160	164	168	172	176
Total Costos (MUSD)	36.102	36.416	36.736	37.061	37.391	37.728	38.071	38.855	39.655	40.473	41.307	42.160	43.030	43.919	44.826	45.753	46.700
Beneficio social neto (MUSD)	11.560	12.491	13.451	14.439	15.457	16.505	17.585	17.851	18.121	18.395	18.672	18.953	19.238	19.527	19.819	20.115	20.415
VAN(USD)	125.772																

Fuente: Elaborado por Inecon

Cuadro A- 1-46: Evaluación socioeconómica modelo representativo del óptimo social, Costa Caribe, sensibilización del rendimiento de carga/descarga

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Beneficios (MUSD)																	
Menor contaminación ambiental por emisión de CO2	65	68	71	74	77	80	84	84	85	85	86	86	87	87	88	88	89
Mayor actividad en los puertos	1.111	1.110	1.108	1.106	1.105	1.103	1.102	1.100	1.099	1.097	1.096	1.094	1.092	1.091	1.089	1.088	1.086
Mayor actividad económica en el hinterland	625	622	620	618	615	613	610	613	616	619	622	625	628	631	634	637	640
Reducción en el consumo de recursos en el transporte de carga caminero	23.502	24.157	24.829	25.521	26.232	26.962	27.713	27.966	28.221	28.478	28.737	28.999	29.263	29.530	29.799	30.071	30.345
Reducción de costos de fiscalización y control en fronteras terrestres	1.055	1.065	1.076	1.087	1.098	1.109	1.120	1.117	1.113	1.110	1.107	1.103	1.100	1.097	1.093	1.090	1.087
Total Beneficios (MUSD)	26.358	27.022	27.704	28.406	29.127	29.868	30.629	30.880	31.134	31.389	31.647	31.908	32.170	32.436	32.704	32.974	33.246
Costos (MUSD)																	
Menor actividad de servicios en carreteras a los camiones y a la carga	3.803	3.925	4.051	4.180	4.314	4.452	4.594	4.623	4.652	4.682	4.712	4.741	4.771	4.802	4.832	4.863	4.894
Costos del servicio naviero TMCD	17.904	17.930	17.956	17.982	18.008	18.034	18.060	18.029	17.998	17.966	17.935	17.904	17.873	17.842	17.811	17.780	17.749
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a la carga	1.716	1.724	1.732	1.740	1.748	1.756	1.764	1.750	1.736	1.723	1.709	1.696	1.682	1.669	1.656	1.643	1.630
Aumento de costos de fiscalización y control en puertos a las personas (policía y salud)	144	143	142	142	141	141	140	143	146	150	153	157	160	164	168	172	176
Total Costos (MUSD)	23.567	23.722	23.881	24.044	24.211	24.382	24.558	24.545	24.533	24.521	24.509	24.498	24.487	24.477	24.467	24.458	24.449
Beneficio social neto (MUSD)	2.790	3.300	3.823	4.362	4.916	5.486	6.071	6.335	6.601	6.868	7.138	7.410	7.683	7.959	8.236	8.516	8.798
VAN(USD)	42.111																

Fuente: Elaborado por Inecon

A-1.4 Reducción de Tarifas de Transporte Terrestre

Se han realizado modelizaciones adicionales, para efectos de analizar el impacto que ocasionaría en el TMCD, la reducción de los costos de transporte terrestres tanto de larga como de corta distancia, producto de la implementación de mejoras de diversa índole en la infraestructura que actualmente utiliza este modo. Para determinar estos impactos, tanto en el diseño del servicio como en su rentabilidad asociada, se ha asumido que los posibles mejoramientos se traducen en una reducción de un 10% en los fletes terrestres. Como producto de este ejercicio, se han obtenido variaciones sólo en la operación correspondiente a la costa Caribe, según se presenta a continuación.

Impacto en la Operación

a) Costa Caribe

Resultados globales

En el Cuadro A- 1-47, se reporta aquella situación donde se maximizó la utilidad operacional del naviero, para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-47: Resultados globales modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización de los costos de transporte terrestres

Indicador	Año		
	2010	2020	2030
Operación			
Demanda total (Teus/año)	29.952	62.660	70.928
Demanda total promedio mensual (Teus/mes)	2.496	5.222	5.911
Teus llenos movilizados (Teus/año)	12.376	13.156	14.612
Teus llenos movilizados (Teus/mes)	1.031	1.096	1.218
% de Teus transportados	41%	21%	21%
Toneladas transportadas (Ton/año)	130.159	150.093	168.270
Toneladas transportadas (Ton/mes)	10.847	12.508	14.022
Contenedores llenos movilizados (boxes/año)	7.904	8.944	9.984
Contenedores vacíos movilizados (boxes/año)	2.496	572	0
Round trip (días)	11,03	12,08	10,44
Tamaño óptimo de la flota (Nº de naves)	2	2	2
Factor de ocupación NS (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	68%	64%	71%
Factor de ocupación SN (Teus-cargados/Capacidad nave Teus)	24%	33%	37%
Stock de contenedores (Teus)	410	449	388
Indicador flota de contenedores (Stock Teus totales/Capacidad nave Teus)	1,58	1,73	1,49
Costos			
Costo de capital de la flota (USD/año)	4.027.784	4.027.784	4.027.784
Costo de capital de la flota (USD/día)	11.035	11.035	11.035
Costo de combustible y lubricante (USD/año)	8.924.576	9.132.638	8.901.973
Costo de combustible y lubricante (USD/día)	24.451	25.021	24.389
Costos portuarios de la nave (USD/año)	1.679.130	2.540.214	1.383.773
Costos portuarios de la carga (USD/año)	959.772	993.574	998.044

Fuente: Elaborado por Inecon

Si se comparan estos resultados con el caso base reportado en el Cuadro 4-17 del Informe del Alcance 2, se observa que en el primer corte temporal de análisis existe una diferencia menor, del orden del 2% en los boxes transportados, lo que se explica básicamente porque en esta operación se aumenta levemente la cantidad de boxes de 40 pies movilizados. Sin embargo, en los cortes temporales posteriores, los Teus transportados representan el 93% y el 76% de la demanda correspondiente al caso base.

Descripción de los servicios

En todos los años el servicio recalca en los puertos de Veracruz y Limón/Moín. En el año 2010 se incorpora Puerto Cortés y en el año 2020 el puerto de Tampico.

Resultados desagregados por puerto

En el Cuadro A- 1-48 siguiente, se presentan los resultados desagregados del movimiento de carga, expresado en toneladas y Teus, para cada puerto incorporado en los itinerarios óptimos y para cada año de análisis.

Cuadro A- 1-48: Resultados desagregados del movimiento de carga estimado, modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización de los costos de transporte terrestres

Puerto	Toneladas (Ton/año)			Teus llenos (Teu/año)		
	Carga	Descarga	Total	Carga	Descarga	Total
Año 2010						
Veracruz	70.686	59.473	130.159	9.138	3.246	12.384
Puerto Cortés	0	37.738	37.738	0	4.977	4.977
Limón/Moín	59.473	32.948	92.421	3.246	4.161	7.407
Año 2020						
Tampico	8.971	0	8.971	1.183	0	1.183
Veracruz	59.403	81.718	141.122	7.502	4.460	11.962
Limón/Moín	81.718	68.374	150.093	4.460	8.685	13.145
Año 2030						
Veracruz	76.800	91.469	168.270	9.637	4.992	14.629
Limón/Moín	91.469	76.800	168.270	4.992	9.637	14.629

Fuente: Elaborado por Inecon

En base al cuadro anterior, se puede señalar que las mayores reducciones en lo que respecta a los Teus movilizados, se producen en el puerto de Veracruz en el año 2020 y en Limón/Moín en el año 2030, movilizándose el 86% y 79% de lo obtenido en el caso base, respectivamente.

Impacto en la Rentabilidad del Negocio

En el Cuadro A- 1-49 siguiente se presentan los resultados de la evaluación económica correspondiente a la sensibilización realizada.

Cuadro A- 1-49: Resultados Evaluación Económica, modelo representativo del comportamiento del naviero, caso base y sensibilización de los costos de transporte terrestres-VAN (MUSD)

Costa	Caso base	Sensibilización de los costos de transporte terrestres
Pacífico	130.965	96.041
Caribe	59.192	37.174

Fuente: Elaborado por Inecon

Del cuadro anterior, se observa que la disminución del valor presente del negocio es de un 27% en el caso del servicio que se realiza en la costa Pacífico y de un 37%, en el caso de la costa Caribe. En el Cuadro A- 1-50 y Cuadro A- 1-51 se presentan las evaluaciones detalladas realizadas.

Cuadro A- 1-50: Evaluación económica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Pacífico, sensibilización de los costos de transporte terrestres

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	14.037	14.284	14.535	14.790	15.050	15.315	15.584	16.276	16.999	17.754	18.542	19.365	20.225	21.124	22.062	23.042	24.065
Transporte Box 40' Dry	19.382	19.204	19.027	18.852	18.679	18.507	18.336	17.843	17.364	16.897	16.443	16.001	15.571	15.153	14.746	14.349	13.964
Transporte Box 40' Reefer	6.048	6.338	6.643	6.962	7.296	7.646	8.014	8.215	8.422	8.635	8.852	9.075	9.304	9.539	9.779	10.025	10.278
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	39.468	39.826	40.205	40.604	41.025	41.468	41.933	42.335	42.785	43.286	43.837	44.442	45.101	45.815	46.586	47.416	48.306
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter navas	7.180	6.976	6.778	6.586	6.399	6.218	6.042	6.218	6.399	6.586	6.778	6.976	7.180	7.389	7.605	7.827	8.056
Combustible y lubricante	8.774	8.575	8.381	8.191	8.005	7.824	7.647	7.808	7.973	8.142	8.314	8.490	8.669	8.852	9.039	9.230	9.426
Recaladas y estadía en puertos	3.871	3.770	3.671	3.575	3.482	3.391	3.303	3.397	3.495	3.595	3.698	3.804	3.913	4.025	4.140	4.259	4.381
Gastos de administración	2.468	2.435	2.402	2.370	2.338	2.307	2.276	2.304	2.333	2.361	2.390	2.420	2.450	2.480	2.511	2.542	2.573
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	22.292	21.756	21.233	20.722	20.225	19.740	19.267	19.728	20.200	20.684	21.181	21.690	22.212	22.747	23.295	23.858	24.435
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	931	926	922	918	914	910	906	918	930	942	955	967	980	993	1.006	1.020	1.033
Manipulación y transferencia de carga	3.319	3.317	3.314	3.312	3.309	3.307	3.304	3.354	3.405	3.457	3.509	3.562	3.616	3.671	3.726	3.783	3.840
Comisiones	1.973	1.991	2.010	2.030	2.051	2.073	2.097	2.127	2.157	2.188	2.219	2.250	2.282	2.315	2.348	2.381	2.415
Total Costos operacionales variables (MUSD)	6.223	6.234	6.247	6.260	6.274	6.290	6.307	6.399	6.492	6.586	6.682	6.780	6.879	6.979	7.081	7.184	7.288
Depreciación (MUSD)		125															
Utilidad antes de impuestos (MUSD)	10.953	11.711	12.601	13.497	14.400	15.313	16.235	16.083	15.968	16.015	15.974	15.973	16.011	16.089	16.210	16.374	16.583
Impuestos (MUSD)	3,29	3,51	3,78	4,05	4,32	4,59	4,87	4,83	4,79	4,80	4,79	4,79	4,80	4,83	4,86	4,91	4,97
Utilidad neta (MUSD)	10.949	11.708	12.597	13.493	14.396	15.308	16.230	16.079	15.963	16.010	15.970	15.968	16.006	16.085	16.205	16.369	16.578
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	85	90	95	100	105	111	116	100	113	125	138	151	165	179	193	207	223
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.085	90	95	100	105	111	116	100,3	113	125	138	151	165	179	193	207	223
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	9.865	11.743	12.627	13.518	14.416	15.322	16.238	16.103	15.976	15.885	15.832	15.817	15.841	15.906	16.012	16.162	16.355
VAN(MUSD)	96.041																

Fuente: Elaborado por Inecon



Cuadro A- 1-51: Evaluación económica modelo representativo del comportamiento del naviero, Costa Caribe, sensibilización de los costos de transporte terrestres

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingresos operacionales (MUSD)																	
Transporte Box 20'	8.968	9.268	9.579	9.900	10.232	10.575	10.929	11.071	11.214	11.360	11.507	11.656	11.807	11.960	12.115	12.272	12.431
Transporte Box 40' Dry	13.047	13.487	13.941	14.411	14.896	15.398	15.917	16.050	16.185	16.321	16.458	16.596	16.735	16.875	17.016	17.159	17.303
Transporte Box 40' Reefer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte Box 40' HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos operacionales (MUSD)	22.015	22.755	23.520	24.311	25.128	25.973	26.846	27.121	27.399	27.680	27.964	28.251	28.541	28.835	29.131	29.431	29.734
Costos operacionales fijos (MUSD)																	
Charter naves	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028	4.028
Combustible y lubricante	9.007	9.028	9.049	9.070	9.091	9.112	9.133	9.109	9.086	9.063	9.040	9.017	8.994	8.971	8.948	8.925	8.902
Recaladas y estadía en puertos	1.982	2.065	2.153	2.244	2.338	2.437	2.540	2.391	2.250	2.117	1.992	1.875	1.764	1.660	1.563	1.470	1.384
Gastos de administración	1.812	1.818	1.823	1.828	1.833	1.838	1.844	1.843	1.842	1.842	1.841	1.840	1.840	1.839	1.838	1.838	1.837
Total Costos operacionales fijos (MUSD)	16.829	16.939	17.052	17.169	17.290	17.415	17.544	17.370	17.206	17.049	16.901	16.759	16.625	16.498	16.376	16.261	16.150
Costos operacionales variables (MUSD)																	
Alquiler contenedores	297	295	292	290	288	285	283	284	286	287	289	290	292	294	295	297	298
Manipulación y transferencia de carga	973	977	980	983	987	990	994	994	994	995	995	996	996	997	997	998	998
Comisiones	1.101	1.138	1.176	1.216	1.256	1.299	1.342	1.356	1.370	1.384	1.398	1.413	1.427	1.442	1.457	1.472	1.487
Total Costos operacionales variables (MUSD)	2.371	2.409	2.448	2.489	2.531	2.574	2.619	2.634	2.650	2.666	2.683	2.699	2.715	2.732	2.749	2.766	2.783
Depreciación (MUSD)		125															
Utilidad antes de impuestos (MUSD)	2.815	3.282	3.895	4.528	5.183	5.859	6.559	6.992	7.418	7.965	8.381	8.793	9.201	9.605	10.006	10.404	10.800
Impuestos (MUSD)	0,84	0,98	1,17	1,36	1,55	1,76	1,97	2,10	2,23	2,39	2,51	2,64	2,76	2,88	3,00	3,12	3,24
Utilidad neta (MUSD)	2.814	3.281	3.894	4.527	5.181	5.858	6.557	6.989	7.416	7.962	8.379	8.790	9.198	9.602	10.003	10.401	10.797
Inversiones (MUSD)																	
Aumentos (disminuciones) de capital de trabajo	179	185	191	198	204	211	218	69	69	70	71	72	73	73	74	75	76
Hardware/Software	1.000																
Total Inversiones (MUSD)	1.179	185	191	198	204	211	218	68,8	69	70	71	72	73	73	74	75	76
Valor Residual (MUSD)																	
Flujo neto (MUSD)	1.635	3.221	3.827	4.454	5.102	5.771	6.463	7.046	7.472	7.892	8.308	8.719	9.126	9.529	9.929	10.326	10.721
VAN(MUSD)	37.174																

Fuente: Elaborado por Inecon



Villavicencio 361, Of. 105, Santiago, Chile. fono: (+56 2) 23 69 19 00 fax: (+56 2) 23 69 19 30 – email: inecon@inecon.net