



**Universidad
de Valparaíso**
CHILE

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA OCEÁNICA

Memoria del proyecto para optar al Título de
Ingeniero Civil Oceánico

**“PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN LOGÍSTICA
PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE RECEPCIÓN DE
CONTENEDORES CON CARGA DE EXPORTACIÓN EN EL
PUERTO DE VALPARAÍSO”**

Carlos Jesús Mondaca Bocaz

Noviembre 2017

PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE RECEPCIÓN DE CONTENEDORES CON CARGA DE EXPORTACIÓN EN EL PUERTO DE VALPARAÍSO

Carlos Jesús Mondaca Bocaz

COMISIÓN REVISORA

NOTA

FIRMA

PROFESOR GUÍA

Felipe Caselli Benavente

PROFESOR INTEGRANTE

Sergio Bidart Loyola

PROFESOR INTEGRANTE

Jaime Leyton Espoz

DECLARACIÓN

Este trabajo, o alguna de sus partes, no ha sido presentado anteriormente en la Universidad de Valparaíso, institución universitaria chilena o extranjera u organismo de carácter estatal, para evaluación, comercialización u otros propósitos. Salvo las referencias citadas en el texto, confirmo que el contenido intelectual de este Proyecto de Título es resultado exclusivamente de mis esfuerzos personales.

La Universidad de Valparaíso reconoce expresamente la propiedad intelectual del autor sobre esta Memoria de Titulación. Sin embargo, en caso de ser sometida a evaluación para los propósitos de obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil Oceánico, el autor renuncia a los derechos legales sobre la misma y los cede a la Universidad de Valparaíso, la que estará facultada para utilizarla con fines exclusivamente académicos.

Felipe Caselli Benavente.

Profesor Guía.

Carlos Jesús Mondaca Bocaz.

Alumno Memorista.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales a Dios, a mis padres Magdalena Bocaz, Carlos Mondaca, a mi hermana Keila, Empresa Portuaria de Valparaíso, Pedro García, y a toda mi familia que siempre me brindó su apoyo de una u otra manera en todo el entretenido proceso estudiantil que pude vivir.

Agradezco todos los gratos momentos vividos dentro de la comunidad de Ingeniería Civil Oceánica, amigos, profesores, directivos, compañeros, funcionarios administrativos y a la Universidad de Valparaíso. Infinitas gracias por todo el apoyo y conocimientos brindados.

Bendiciones a toda la comunidad.

Carlos Jesús Mondaca Bocaz

DEDICATORIA

Dedicado a mí madre Magdalena Bocaz, a mi padre Carlos Mondaca, a mi hermana Keila y a mi abuela Aurora por todo el amor que me brindan cada vez que estoy junto a ellos.

Pasión por lo que se hace, ahí radica la felicidad.

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETIVOS.....	5
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	5
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	6
3.1	ALCANCES.....	6
3.2	LIMITACIONES.....	6
4	ESTADO DEL ARTE.....	7
4.1	MODELOS DE GESTIÓN PORTUARIA.....	7
4.2	SISTEMA DE CITAS PARA ARRIBO TERRESTRE DE CARGA.....	9
4.3	PUERTOS EN EL MUNDO CON SISTEMAS DE CITAS PARA EL ARRIBO TERRESTRE DE LA CARGA.....	10
4.3.1	PUERTOS DE LONG BEACH & LOS ÁNGELES, EEUU.....	10
4.3.2	PUERTO DE BOTANY, SIDNEY, AUSTRALIA.....	11
4.3.3	PUERTO DE FELIXSTOWE, REINO UNIDO.....	12
4.3.4	PUERTO DEL CALLAO, PERÚ.....	12
4.3.5	SVTI, PUERTO DE SAN VICENTE, CHILE.....	13
5	METODOLOGÍA.....	15
6	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	17
6.1	ANTECEDENTES GENERALES.....	17
6.2	HINTERLAND DE PUERTO VALPARAÍSO.....	17
6.3	PROCESO DE EXPORTACIÓN.....	20
6.4	ZONA DE EXTENSIÓN DE APOYO LOGÍSTICO (ZEAL).....	22
6.4.1	INFRAESTRUCTURA.....	23
7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ARRIBOS DE CAMIONES CON CARGA STACK A ZEAL, EN EL AÑO 2015.....	26
8	MODELO DE GESTIÓN DE ARRIBOS TERRESTRES DE CARGA CONTENEDORIZADA DE EXPORTACIÓN.....	31
9	CONCLUSIONES.....	39
10	BIBLIOGRAFÍA.....	41
11	ANEXOS.....	44
11.1	ANEXO 1 – ANÁLISIS DE DATOS.....	44
11.1.1	ANÁLISIS ANUAL 2015.....	45

PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE RECEPCIÓN DE CONTENEDORES CON CARGA DE EXPORTACIÓN EN EL PUERTO DE VALPARAÍSO

11.1.2	ANÁLISIS ENERO 2015.....	48
11.1.3	ANÁLISIS FEBRERO 2015.....	51
11.1.4	ANÁLISIS MARZO 2015	55
11.1.5	ANÁLISIS ABRIL 2015	58
11.1.6	ANÁLISIS MAYO 2015.....	61
11.1.7	ANÁLISIS JUNIO 2015.....	64
11.1.8	ANÁLISIS JULIO 2015	67
11.1.9	ANÁLISIS AGOSTO 2015.....	70
11.1.10	ANÁLISIS SEPTIEMBRE 2015	73
11.1.11	ANÁLISIS OCTUBRE 2015.....	76
11.1.12	ANÁLISIS NOVIEMBRE 2015.....	79
11.1.13	ANÁLISIS DICIEMBRE 2015	82
11.1.14	ANÁLISIS DE SOLICITUD DE LOS TERMINALES PORTUARIOS, MARZO Y NOVIEMBRE DEL AÑO 2015.....	85
11.2	ANEXO 2 – PROCESO DE EXPORTACIÓN	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Antigua fotografía de operaciones en el puerto de Valparaíso	1
Figura 2: Zona de Extensión de Apoyo Logístico	2
Figura 3: Distancias entre Puerto Valparaíso, Puerto San Antonio y Santiago	3
Figura 4: Puerto de Long Beach, EEUU	10
Figura 5: Puerto de Botany Sidney, Australia	11
Figura 6: Puerto de Felixtowe, Reino Unido.	12
Figura 7: Puerto del Callao, Perú	13
Figura 8: Puerto Valparaíso.....	17
Figura 9: Puerto de Valparaíso, vista aérea	18
Figura 10: Sistema portuario de Valparaíso	19
Figura 11: ZEAL.....	22
Figura 12: Andenes cubiertos	23
Figura 13: Andenes abiertos	24
Figura 14: Pórticos de ingreso	24
Figura 15: Estacionamientos ZEAL.....	25
Figura 16: Distribución mensual de ingresos a ZEAL de camiones en el año 2015	26
Figura 17: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en marzo del año 2015	27
Figura 18: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones en marzo 2015	27
Figura 19: Ingresos vs Egresos de camiones diarios, a ZEAL en marzo, 2015	28
Figura 20: Ingresos vs Egresos de camiones diarios, a ZEAL en noviembre 2015	29
Figura 21: Diagrama general del modelo de gestión de los arribos de camiones	31
Figura 22: Evolución transferencia de carga puerto Valparaíso	33
Figura 23: Cálculo del n° de camiones fiscalizados en ZEAL en un lapso de 60 minutos .	34
Figura 24: Diagrama de flujo del funcionamiento del modelo logístico, usuario final	38
Figura 25: Distribución mensual de los ingresos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> ...	46
Figura 26: Distribución mensual porcentual de los ingresos a ZEAL de camiones	46
Figura 27: porcentaje de distribución de ingresos de camiones con carga <i>stack</i>	47
Figura 28: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de enero del año 2015	48
Figura 29: El N° total mensual de arribos en ZEAL por hora de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de enero del año 2015	49
Figura 30: Promedio horario semanal entre lunes a viernes de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> del mes de enero del año 2015	49
Figura 31: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días sábados del mes de enero del año 2015	50
Figura 32: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días domingos del mes de enero del año 2015	51
Figura 33: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de febrero del año 2015.....	51

Figura 34: El n° total mensual de arribos en ZEAL por hora de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de febrero del año 2015.....	52
Figura 35: Promedio horario semanal entre lunes a viernes de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> del mes de febrero del año 2015	53
Figura 36: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días sábados del mes de febrero del año 2015	54
Figura 37: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días domingos del mes de febrero del año 2015	54
Figura 38: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de marzo del año 2015	55
Figura 39: El n° total mensual de arribos en ZEAL por hora de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de marzo del año 2015	56
Figura 40: Promedio horario semanal entre lunes a viernes de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> del mes de marzo del año 2015.....	56
Figura 41: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días sábados del mes de marzo del año 2015	57
Figura 42: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días domingos del mes de marzo del año 2015	58
Figura 43: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de abril del año 2015	58
Figura 44: El n° total mensual de arribos en ZEAL por hora de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de abril del año 2015	59
Figura 45: Promedio horario semanal entre lunes a viernes de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> del mes de abril del año 2015	60
Figura 46: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días sábados del mes de abril del año 2015.....	60
Figura 47: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días domingos del mes de abril del año 2015.....	61
Figura 48: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de mayo del año 2015	61
Figura 49: El n° total mensual de arribos en ZEAL por hora de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de mayo del año 2015	62
Figura 50: Promedio horario semanal entre lunes a viernes de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> del mes de mayo del año 2015	62
Figura 51: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días sábados del mes de mayo del año 2015.....	63
Figura 52: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días domingos del mes de mayo del año 2015.....	64
Figura 53: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de junio del año 2015	64
Figura 54: El n° total mensual de arribos en ZEAL por hora de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de junio del año 2015	65

Figura 55: Promedio horario semanal entre lunes a viernes de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> del mes de junio del año 2015	65
Figura 56: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días sábados del mes de junio del año 2015	66
Figura 57: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días domingos del mes de junio del año 2015	67
Figura 58: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de julio del año 2015.....	67
Figura 59: El n° total mensual de arribos en ZEAL por hora de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de julio del año 2015.....	68
Figura 60: Promedio horario semanal entre lunes a viernes de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> del mes de julio del año 2015	68
Figura 61: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días sábados del mes de julio del año 2015	69
Figura 62: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días domingos del mes de julio del año 2015	70
Figura 63: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de agosto del año 2015	70
Figura 64: El n° total mensual de arribos en ZEAL por hora de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de agosto del año 2015	71
Figura 65: Promedio horario semanal entre lunes a viernes de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> del mes de agosto del año 2015.....	71
Figura 66: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días sábados del mes de agosto del año 2015.....	72
Figura 67: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días domingos del mes de agosto del año 2015.....	73
Figura 68: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de septiembre del año 2015	73
Figura 69: El n° total mensual de arribos en ZEAL por hora de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de septiembre del año 2015	74
Figura 70: Promedio horario semanal entre lunes a viernes de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> del mes de septiembre del año 2015.....	74
Figura 71: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días sábados del mes de septiembre del año 2015	75
Figura 72: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días domingos del mes de septiembre del año 2015	76
Figura 73: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de octubre del año 2015	76
Figura 74: El n° total mensual de arribos en ZEAL por hora de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de octubre del año 2015	77
Figura 75: Promedio horario semanal entre lunes a viernes de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> del mes de octubre del año 2015.....	77

Figura 76: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días sábados del mes de octubre del año 2015	78
Figura 77: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días domingos del mes de octubre del año 2015	78
Figura 78: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de noviembre del año 2015	79
Figura 79: El n° total mensual de arribos en ZEAL por hora de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de noviembre del año 2015	80
Figura 80: Promedio horario semanal entre lunes a viernes de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> del mes de noviembre del año 2015.....	80
Figura 81: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días sábados del mes de noviembre del año 2015	81
Figura 82: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días domingos del mes de noviembre del año 2015	81
Figura 83: Demanda diaria de arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de diciembre del año 2015	82
Figura 84: El n° total mensual de arribos en ZEAL por hora de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de diciembre del año 2015	83
Figura 85: Promedio horario semanal entre lunes a viernes de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> del mes de diciembre del año 2015.....	83
Figura 86: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días sábados del mes de diciembre del año 2015.....	84
Figura 87: Promedio horario de los arribos a ZEAL de camiones con carga <i>stack</i> efectuados los días domingos del mes de diciembre del año 2015.....	84
Figura 88: Ingresos vs Egresos de camiones diarios, a ZEAL en marzo del 2015	86
Figura 89: Promedio de arribos a ZEAL vs solicitud de los terminales, de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de marzo 2015.....	87
Figura 90: 23 de marzo día <i>peak</i> del mes 2015	87
Figura 91: Ingresos vs Egresos de camiones diarios, a ZEAL en noviembre del 2015	88
Figura 92: Promedio de arribos a ZEAL vs solicitud de los terminales, de camiones con carga <i>stack</i> en el mes de noviembre 2015	89
Figura 93: 13 de noviembre día <i>peak</i> del mes 2015	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propuesta de interfaz de selección de horario de reserva	36
Tabla 2: Tabla de distribución mensual de camiones con carga <i>stack</i> según tiempo de estadía en ZEAL, año 2015.....	45
Tabla 3: Valores promedios de días semanales (lunes a viernes) en marzo 2015	86
Tabla 4: Valores promedios de días semanales (lunes a viernes) en noviembre 2015	88

RESUMEN

En Chile, el puerto Valparaíso (PV) se ha posicionado como uno de los principales puertos de contenedores del país. A pesar de ello, el sistema presenta problemas logísticos cuando el arribo simultáneo de camiones, a la zona de extensión de apoyo logístico (ZEAL), excede la capacidad de servicio, tanto de los terminales portuarios como ZEAL. Dicha situación genera mayores tiempos de espera en los transportistas, lo que se traduce en un costo de oportunidad para dicha industria.

Para solucionar la problemática es necesario mantener un eficiente control de los arribos de camiones con carga contenedorizada de exportación, esto con el fin de no exceder la capacidad óptima de servicio por hora, procurando una distribución equilibrada de los arribos las 24 horas, 7 días de la semana.

Es por ello que el presente proyecto de título consta de una propuesta de modelo de gestión logística para optimizar los procesos de recepción de contenedores con carga de exportación en el puerto de Valparaíso.

Para el cumplimiento de aquello se realizó una investigación en diversas fuentes de información, se entrevistó a diferentes actores involucrados en los procesos portuarios de PV, además se analizó estadística portuaria del año 2015 en lo que respecta a recepción de camiones con carga contenedorizada de exportación.

En base a lo anterior, se propuso un modelo logístico basado en 32 ventanas horarias diarias de 45 minutos cada una, con un máximo de 32 arribos por cada ventana, en los horarios comprendidos entre las 8:01 y 21:30 hrs. Por su parte el modelo permite un máximo de 13 arribos cada 45 minutos entre las 21:31 y 8:00 hrs.

Este modelo permite al sistema de PV funcionar sin saturación en lo que respecta al manejo de carga de exportación, generando, a capacidad máxima, un total de 758 arribos diarios y entre 22.740 a 23.498 ingresos planificados por mes, superando con creces los actuales valores de demanda.