

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



“Modelo de simulación del Proceso de Internación de Cargas Sueltas Directas en el terminal de SAAM Extraportuarios, Placilla, Valparaíso”

Por

Jeanette Alexandra Acuña González
Gabriela Nikol Estay Barra

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y Título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Eduardo Lara Yergues

Mayo, 2017

Agradecimientos

Primero que todo agradecer al motor de mi vida: mis padres y hermana, por su amor y apoyo incondicional a lo largo de todo este proceso y por creer siempre en mí. Sin ustedes nada de esto sería posible.

También quiero agradecer a mis amigos y a mi pololo por su paciencia y apoyo durante estos años de estudio, fueron un pilar fundamental durante este largo y arduo proceso.

Por otra parte, agradecer a nuestro Profesor Guía Eduardo Lara por sus orientaciones y conocimientos siempre a nuestra disposición.

Por último, y en ningún caso menos importante, agradecer a mi compañera de tesis Jeanette, por su amistad tan sincera, por su apoyo y por su paciencia. No pude haber tenido una mejor compañera de tesis.

Gabriela Estay B.

Quiero agradecer a mis padres Inés y Alberto, que me apoyaron y ayudaron en este largo camino, que sin ellos no podría haber terminado esta etapa universitaria.

A mi hija Constanza, quien fue desde los 10 meses mi compañera incondicional en los estudios, por todo su amor y comprensión en todo momento que fue necesario enfocar total atención en este proceso.

A mi pololo Luis, por su apoyo, amor, motivación y comprensión. También por todas aquellas noches de estudios, que siempre estuviste allí para acompañarme. Te amo.

A mi hermano Felipe, por su compañía y estar siempre para su sobrina.

A mi amiga y compañera de este proceso Gabriela Estay, que sin ella no hubiera sido lo mismo, gracias por ser tan atenta y linda persona.

A nuestro profesor Guía Eduardo Lara, por su orientación y disposición en la realización de esta memoria.

A mis amigos y familia, por acompañarme y alentarme a no bajar los brazos.

A Dios, por su fidelidad y amor.

Jeanette Acuña G.

Dedicatoria

*“No te rindas que la vida es eso,
continuar el viaje,
perseguir tus sueños,
destrabar el tiempo,
correr los escombros y destapar el cielo.”*

Mario Benedetti

Índice

Glosario	7
Abreviaturas	9
Lista de Figuras	10
Lista de Tablas	13
Lista de Gráficos	15
Resumen	16
Abstract	17
Introducción	18
Capítulo 1: Antecedentes	19
1.1. SAAM S.A.	19
1.1.1. Historia	19
1.1.2. Misión	19
1.1.3. Visión.....	19
1.1.4. División SAAM S.A.	20
1.2. SAAM Extraportuarios.....	21
1.2.1. Historia	21
1.2.2. Estructura Jerárquica SAAM Extraportuarios.....	22
1.2.3. Terminales de SAAM Extraportuarios	25
1.2.4. Servicios Principales.....	26
1.2.5. Otros servicios	27
Capítulo 2: Identificación y justificación del problema	31
2.1 Situación actual del proceso	31
2.1.1. Proceso de Internación de Cargas Sueltas.....	32
2.1.2. Proceso de internación de cargas sueltas directas.....	33
2.2. Descripción y definición del problema	35
2.2.1. Análisis y estudio del problema encontrado.....	36
2.2.2. Planteamiento del Problema.....	42
Capítulo 3: Objetivos	43
3.1. Objetivo General.....	43
3.2. Objetivos Específicos.....	43
Capítulo 4: Metodología	44
4.1 DMAIC-Sim.....	44

Capítulo 5: Marco Teórico	47
5.1. Proceso	47
5.2 Herramientas	48
5.2.1 Diagrama Ishikawa	48
5.2.2. Diagrama Árbol de la Realidad Actual (ARA)	49
5.2.3. Técnica 5 porque.....	50
5.3. Cuadro resumen comparativo de la posible metodología a utilizar.....	51
5.3.1. DMAIC.....	52
5.3.2. Simulación.....	53
5.4. Software para la simulación	54
5.4.1. Software Arena.....	55
5.5. Prueba de hipótesis e Intervalo de confianza	55
Capítulo 6: Aplicación de la Metodología.....	57
6.1. Identificar y definir el problema que debe resolverse	57
6.2. Construir un modelo conceptual para medir su desempeño.....	57
6.2.1. Diagrama de Procesos	57
6.2.2. Análisis de Datos.....	59
6.2.3. Caracterización Análisis de Datos	66
6.3. Construir y analizar el modelo del sistema mediante simulación para identificar causas que afectan su desempeño.	68
6.3.1. Obtención del modelo.....	68
6.3.2. Definición del modelo	69
6.3.3. Análisis de datos históricos.	70
6.3.4. Construcción del modelo.	78
6.3.5. Verificación del modelo.	94
6.3.6. Validación del modelo.	98
6.4. Evaluar escenarios para mejorar el desempeño del sistema.	100
6.4.1. Escenario 1: Situación actual con aumento de la demanda.....	101
6.4.2. Escenario 2: Rediseño de la etapa de Despacho (considerando un nuevo terreno y el aumento de la demanda)	102
6.4.3. Escenario 3: Rediseño de la etapa de Despacho (considerando un nuevo terreno, la existencia dos horquilleros más para el traslado de cargas y un aumento de la demanda)	111
6.5. Propuesta de mejora.....	114
Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones.....	118
Anexos	120

Anexo 1: Documento TALLY SAAM Extraportuarios.....	120
Anexo 2: Ejemplo Documento DRES.....	121
Anexo 3: Ejemplo documentos Visación.....	122
Anexo 4: Ejemplo documentos Facturación.....	125
Anexo 5: Análisis estadístico mensual.....	127
Anexo 7: Lay Out.....	169
Anexo 8: Plano SAAM Extraportuario.....	170
Bibliografía.....	171

Glosario

Agente de Aduana: Profesional auxiliar de la función pública aduanera, cuya licencia lo habilita ante la Aduana para prestar servicios a terceros como gestor en el despacho de mercancías.

Aforo: Operación de reconocer las mercancías, verificar su naturaleza y valor, establecer su peso, cuenta o medida, clasificarlas en la nomenclatura arancelaria, determinando los aranceles e impuestos que les son aplicable.

Carga: Cargamento o conjunto de efectos o mercancías que para su transporte de un puerto a otro se embarcan y estiban en una nave.

Carga suelta directa: Carga que es extraída de un contenedor y retirada por su respectivo dueño el mismo día de su desconsolidado.

Carga suelta indirecta: Carga que es almacenada dentro de una bodega, siendo retirada después del segundo día de su respectivo desconsolidado.

Consignatario: Persona natural o jurídica a cuyo nombre viene manifestada la mercancía o que la adquiere por endoso.

Consolidar: Agrupar cargas correspondientes a varios embarcadores o un embarcador para completar el espacio de un contenedor. Estas cargas deben ser compatibles por su naturaleza y destino. En la consolidación se debe aprovechar totalmente el espacio y reducir los costos de transporte.

Contenedor: Elemento del equipo de transporte, de carácter permanente y por lo tanto, suficientemente fuerte para ser utilizado varias veces, diseñado especialmente para facilitar la movilización de productos por uno o varios medios de transporte, suprimiendo el proceso intermedio de recargue entre los modos, provistos de dispositivos para manipular y apilar rápido, especialmente su transferencia de un modo de transporte a otro y concebido para ser llenado o vaciado de manera expedita, cuyo volumen interior es de 1 m³ o más. El termino contenedor de carga no incluye ni vehículos ni embalajes convencionales.

Contenedor full: Es un contenedor consolidado cuya mercancía es de un solo vendedor y consignada a un solo comprador. Éstos nunca se abren, entran y salen como contenedor.

DRES: Documento de recepción de la carga que indica todos los datos relacionados a esta (fecha y hora de recepción entre otras).

Desconsolidar: Proceso de desagrupar cargas parciales con destino a distintos consignatarios.

Encarpe: Es la instalación de lonas o carpas sobre la carga que transportan los camiones, siendo amarradas por medio de cuerdas para que queden sujetas y firmes a la plataforma de dichos camiones.

Estiba: Es el proceso de acomodar la carga en un espacio del almacén, muelle o medio de transporte.

Forwarder: Transitario o freightforwarder, es la persona natural o jurídica, nacional o extranjera, que sin ser porteador efectivo en los términos previstos en el artículo 975 N° 2, del Código de Comercio, ha celebrado un contrato de transporte de mercancías por el pago de un flete, subcontratando servicios de transporte marítimo, aéreo o terrestre, emitiendo conocimientos de embarque, guías aéreas y cartas de porte, hijos o nietos, según el caso, por la carga transportada a su nombre.

Internación: Proceso en el que se nacionaliza una carga que no se encuentra dentro de un contenedor.

Manifiesto de Carga: Documento en el cual se detalla la relación de las mercancías que constituyen la carga de un medio o una unidad de transporte, y expresa los datos comerciales de las mercancías.

Receptor despachador: Personas encargadas de recepcionar y despachar las cargas sueltas directas de acuerdo a lo estipulado en el DRES.

Tally: Es un documento que indica el tipo de carga suelta que trae el contenedor.

Abreviaturas

AEP: Almacenes Extraportuarios.

ARA: Árbol de la realidad actual.

DMAIC: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

DRES: Documento de recepción mercancías.

ISO: Organización internacional de Normalización.

S.A.: Sociedad Anónima.

SAAM: Sudamericana Agencias Aéreas y Marítimas.

Lista de Figuras

Figura 1: “Terminales de SAAM S.A.”	20
Figura 2: “Organigrama Área Comercial SAAM Extraportuarios S.A.”	22
Figura 3: “Organigrama Área Operaciones Placilla SAAM Extraportuarios”	23
Figura 4: “Organigrama Área Administración y Finanzas Placilla SAAM Extraportuarios”	24
Figura 5: “Terminal Placilla, Valparaíso”	25
Figura 6: “Terminal San Antonio”	25
Figura 7: “Servicio Desconsolidado”	26
Figura 8: “Servicio Consolidado”	26
Figura 9: “Servicio Almacenaje”	26
Figura 10: “Servicio Cross-Docking”	27
Figura 11: “Servicio Fumigado”	27
Figura 12: “Servicio Pesaje”	27
Figura 13: “Servicio Documentación”	28
Figura 14: “Servicio Reembalaje”	28
Figura 15: “Servicio Aforo”	28
Figura 16: “Servicio Trasvasije”	29
Figura 17: “Servicio Inspección”	29
Figura 18: “Servicio Reefers”	29
Figura 19: “Servicio Rotulado”	30
Figura 20: “Servicio Embalaje”	30
Figura 21: “Esquema Situación Actual”	31
Figura 22: “Esquema del proceso de internación de cargas sueltas”	32
Figura 23: “Esquema del proceso de internación de cargas sueltas directas”	33
Figura 24: “Esquema del problema”	35
Figura 25: “Diagrama de espinas de pescado del problema encontrado”	38
Figura 26: “Diagrama Árbol de la realidad actual”	40
Figura 27: “DMAIC-Sim”	44
Figura 28: “Arquitectura y composición de la metodología DMAIC-Sim”	46
Figura 29: “Esquema de proceso”	47
Figura 30: “Ejemplo de Diagrama Ishikawa”	48
Figura 31: “Ejemplo de diagrama de la realidad actual”	49
Figura 32: “Ejemplo de los 5 porque”	50
Figura 33: “DMAIC”	52
Figura 34: “Diagrama de Proceso”	58
Figura 35: “Distribución Erlang Ingreso documentos”	70
Figura 36: “Distribución Gamma Visación”	71
Figura 37: “Distribución Erlang Facturación”	71
Figura 38: “Distribución Lognormal Traslado de documentos”	72
Figura 39: “Distribución Beta Traslado de cargas”	72
Figura 40: “Distribución Lognormal Ingreso camión”	73
Figura 41: “Distribución Gamma Estibación y encarpado de cargas”	73
Figura 42: “Distribución Normal Ingreso documentos”	74
Figura 43: “Distribución Lognormal Visación”	74
Figura 44: “Distribución Gamma Facturación”	75
Figura 45: “Distribución Gamma Traslado de documentos”	75

Figura 46: “Distribución Gamma Traslado de carga”	76
Figura 47: “Distribución Normal Ingreso camión”	76
Figura 48: “Distribución Weibull Estibación y encarpado de cargas”	77
Figura 49: “Modelo de ARENA para la simulación del proceso de internación de cargas sueltas directas de SAAM Extraportuarios”	78
Figura 50: “Ingreso de documentos al sistema”	79
Figura 51: “Create Ingreso documentos”	80
Figura 52: “Decide Atención hasta 19 horas”	80
Figura 53: “Fases del proceso de internación de cargas sueltas directas”	81
Figura 54: “Process Visación”	82
Figura 55: “Process Facturación”	82
Figura 56: “Process Traslado de documentos”	83
Figura 57: “Hold Entrega documentos”	83
Figura 58: “Traslado de cargas”	84
Figura 59: “Decide Espera de horquillero”	85
Figura 60: “Seize Toma carga 1”	85
Figura 61: “Delay Traslado de carga 1”	86
Figura 62: “Release Entrega de carga 1”	86
Figura 63: “Ingreso de camiones al sistema”	87
Figura 64: “Create Ingreso camión”	88
Figura 65: “Decide Ingreso hasta 16:30”	88
Figura 66: “Retiro de cargas por parte del camión y salida del sistema”	89
Figura 67: “Signal Entrega de carga”	90
Figura 68: “Hold Espera por carga”	90
Figura 69: “Match Espera camión por su respectiva carga”	90
Figura 70: “Batch Unión del camión con su carga respectiva”	91
Figura 71: “Process Estibación y encarpado de cargas”	91
Figura 72: “Decide Retiro de carga doble jornada”	92
Figura 73: “Decide Retiro de carga doble jornada hasta 20.15 horas”	92
Figura 74: “Run Setup”	93
Figura 75: “Verificación Ingreso documentos”	94
Figura 76: “Verificación visación, facturación y traslado de documentos”	95
Figura 77: “Verificación Traslado documentos”	95
Figura 78: “Verificación Ingreso camión”	96
Figura 79: “Verificación Entrega de carga”	96
Figura 80: “Verificación Estibación y encarpado de carga”	97
Figura 81: “Verificación Retiro doble jornada”	97
Figura 82: “Verificación Salida camión cargado”	98
Figura 83: “Figura de región crítica y aceptación”	99
Figura 84: “Reporte simulación para validar modelo”	100
Figura 85: “Terreno nuevo”	102
Figura 86: “Ingreso camión al patio exterior”	103
Figura 87: “Módulo Create, Ingreso camión al patio exterior”	103
Figura 88: “Módulo Decide, Ingreso hasta 16:30 horas”	104
Figura 89: “Espera en el patio exterior”	104
Figura 90: “Módulo Hold, espera en el patio exterior”	105
Figura 91: “Módulo decide, Pantalla, DRES, y numero de estacionamiento”	105
Figura 92: “Entrada terminal SAAM Extraportuarios”	106

Figura 93: "Modulo Hold, espera por carga".....	106
Figura 94: "Escenario 2 simulado en Software Arena".....	108
Figura 95: "Esquema escenario 2 del tiempo promedio de espera total por parte de los camiones para hacer retiro de cargas sueltas directas".....	109
Figura 96: "Escenario 3 simulado en el Software Arena".....	111
Figura 97: "Aspectos que involucran el diseño de un nuevo modelo del proceso".....	116
Figura 98: "Lay Out SAAM Extraportuarios Valparaíso".....	169
Figura 99: "Plano ubicación SAAM Extraportuarios".....	170

Lista de Tablas

Tabla 1: “Cuadro resumen comparativo de la posible metodología a utilizar”	51
Tabla 2: “Cuadro comparativo entre Software de Simulación”	54
Tabla 3: “Tiempo entre llegadas Agente de Aduana”	60
Tabla 4: “Etapa Visación”	60
Tabla 5: “Etapa Facturación”	61
Tabla 6: “Traslado de documentos”	62
Tabla 7: “Traslado de cargas”	62
Tabla 8: “Estibación y encarpado de cargas”	63
Tabla 9: “Tiempo entre llegadas de camiones”	64
Tabla 10: “Camiones que retiran cargas en ambas jornadas Nov-Dic-Ener-Feb”	65
Tabla 11: “Escenario 1, situación 1”	101
Tabla 12: “Escenario 1, situación 2”	101
Tabla 13: “Escenario 1, situación 3”	102
Tabla 14: “Escenario 2, situación 1”	109
Tabla 15: “Escenario 2, situación 2”	110
Tabla 16: “Escenario 2, situación 3”	110
Tabla 17: “Escenario 3, situación 1”	112
Tabla 18: “Escenario 3, situación 2”	112
Tabla 19: “Escenario 3, situación 3”	113
Tabla 20: “Cuadro comparativo de escenarios”	114
Tabla 21: “Variación tiempo total de espera por retiro de cargas”	116
Tabla 22: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana noviembre 2015”	129
Tabla 23: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana diciembre 2015”	130
Tabla 24: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana enero 2016”	132
Tabla 25: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana Febrero 2016”	133
Tabla 26: “Promedio etapa Visación noviembre 2015”	135
Tabla 27: “Promedio etapa Visación diciembre 2015”	136
Tabla 28: “Promedio etapa Visación enero 2016”	137
Tabla 29: “Promedio etapa Visación febrero 2016”	138
Tabla 30: “Promedio etapa Facturación noviembre 2015”	140
Tabla 31: “Promedio etapa Facturación diciembre 2015”	141
Tabla 32: “Promedio etapa Facturación enero 2016”	143
Tabla 33: “Promedio etapa Facturación febrero 2016”	144
Tabla 34: “Promedio traslado de documentos noviembre 2015”	146
Tabla 35: “Promedio traslado de documento diciembre 2015”	147
Tabla 36: “Promedio traslado de documento enero 2016”	149
Tabla 37: “Promedio traslado de documento febrero 2016”	150
Tabla 38: “Promedio traslado de cargas noviembre 2015”	152
Tabla 39: “Promedio traslado de carga diciembre 2015”	153
Tabla 40: “Promedio traslado de carga enero 2016”	154
Tabla 41: “Promedio traslado de carga febrero 2016”	155
Tabla 42: “Promedio estibación y encarpado de carga noviembre 2016”	157
Tabla 43: “Promedio estibación y encarpado de carga diciembre 2015”	158
Tabla 44: “Promedio estibación y encarpado de carga enero 2016”	160
Tabla 45: “Promedio estibación y encarpado de carga febrero 2016”	161

Tabla 46: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones noviembre 2015”	163
Tabla 47: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones diciembre 2015”	164
Tabla 48: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones enero 2016”	166
Tabla 49: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones febrero 2016”	167

Lista de Gráficos

Gráfico 1: “Promedio mensual de ingreso de camiones”	59
Gráfico 2: “Camiones que retiran cargas en ambas jornadas Nov-Dic-Ene-Feb”	65
Gráfico 3: “Ingreso de camiones noviembre 2015”	127
Gráfico 4: “Ingreso de camiones Diciembre 2015”	127
Gráfico 5: “Ingreso de camiones Enero 2016”	128
Gráfico 6: “Ingreso de camiones Febrero 2016”	128
Gráfico 7: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana noviembre 2015”	130
Gráfico 8: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana diciembre 2015”	131
Gráfico 9: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana enero 2016”	132
Gráfico 10: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana febrero 2016”	133
Gráfico 11: “Promedio tiempo entre llegadas del agente de aduana mensual”	134
Gráfico 12: “Promedio etapa Visación noviembre 2015”	135
Gráfico 13: “Promedio etapa Visación diciembre 2015”	136
Gráfico 14: “Promedio etapa visación enero 2016”	138
Gráfico 15: “Promedio etapa visación febrero 2016”	139
Gráfico 16: “Promedio etapa de visación Nov-Dic-Ene-Feb”	139
Gráfico 17: “Promedio etapa Facturación noviembre 2015”	141
Gráfico 18: “Promedio etapa Facturación diciembre 2015”	142
Gráfico 19: “Promedio etapa Facturación enero 2016”	143
Gráfico 20: “Promedio etapa Facturación febrero 2016”	145
Gráfico 21: “Promedio etapa Facturación Nov- Dic- Ene- Feb”	145
Gráfico 22: “Promedio traslado de documento noviembre 2015”	147
Gráfico 23: “Promedio traslado de documento diciembre 2015”	148
Gráfico 24: “Promedio traslado de documento enero 2016”	149
Gráfico 25: “Promedio traslado de documento febrero 2016”	151
Gráfico 26: “Promedio traslado de documento Nov-Dic-Ene-Feb”	151
Gráfico 27: “Promedio traslado de carga noviembre 2015”	152
Gráfico 28: “Promedio traslado de carga diciembre 2015”	153
Gráfico 29: “Promedio traslado de carga enero 2016”	155
Gráfico 30: “Promedio traslado de carga febrero 2016”	156
Gráfico 31: “Promedio traslado de carga Nov-Dic-Ene-Feb”	156
Gráfico 32: “Promedio estibación y encarpado de carga noviembre 2015”	157
Gráfico 33: “Promedio estibación y encarpado de carga diciembre 2015”	159
Gráfico 34: “Promedio estibación y encarpado de carga enero 2016”	160
Gráfico 35: “Promedio estibación y encarpado de carga febrero 2016”	162
Gráfico 36: “Promedio estibación y encarpado de carga Nov-Dic-Ene-Feb”	162
Gráfico 37: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones noviembre 2015”	164
Gráfico 38: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones diciembre 2015”	165
Gráfico 39: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones enero 2016”	166
Gráfico 40: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones febrero 2016”	167
Gráfico 41: “Promedio tiempo de ingreso entre llegadas de camiones Nov-Dic-Ene-Feb” ..	168

Resumen

El presente trabajo de título, tiene como principal objetivo analizar, diseñar y desarrollar un modelo del proceso de internación de cargas sueltas directas de la empresa SAAM Extraportuarios, específicamente en el terminal de Placilla, Valparaíso.

El problema que se ha visualizado en SAAM Extraportuarios es que el proceso actual de internación de cargas sueltas directas se lleva a cabo en un tiempo prolongado, lo que se traduce en largos tiempos de espera por parte de los camiones dentro del terminal. Lo anterior implica que no se pueda cubrir de manera adecuada la demanda en relación a los 45 estacionamientos actualmente disponibles, generándose atochamientos de camiones en el terminal.

Es por lo anterior que se ha diseñado un modelo de simulación con la finalidad de reflejar el actual proceso de internación de cargas sueltas directas y así poder establecer mejoras que permitan una disminución en los tiempos de espera de los camiones dentro del terminal; pudiendo cubrir de mejor manera la demanda existente de camiones en relación a la capacidad disponible de estacionamientos.

En el presente trabajo de título se da a conocer todos los antecedentes relacionados a la empresa SAAM Extraportuarios, luego se identifica, describe y justifica el problema a través de un análisis de estudio en el que se utiliza el diagrama de Ishikawa y el diagrama del Árbol de la Realidad Actual, se establecen ideas y conceptos en los cuales se sustenta el estudio, además se da a conocer la metodología a utilizar de manera detallada, en la cual se muestra el análisis de datos y la manera en que se obtiene el modelo de simulación que representa la realidad actual. Por otra parte se muestra el modelo que presentará las mejoras a entregar a la empresa y se enuncian las propuestas una vez realizada la evaluación de escenarios.

Finalmente se presentan las conclusiones a las que se llegaron con el estudio, se responde al objetivo general y específicos y se dan a conocer las recomendaciones.

Abstract

The main objective of this title paper is to analyze, design and develop a model of the direct loose cargo admission process of SAAM Extraportuarios, specifically in Placilla, Valparaíso terminal.

The problem that has been seen in SAAM Extraportuarios is that the current process of placing direct loose loads takes place over a long period of time, resulting in long waiting times for the trucks inside the terminal. The above implies that the demand can not be adequately covered in relation to the 45 parking spaces currently available, resulting in truck entanglements in the terminal.

It is because of the above that a simulation model has been designed with the purpose of reflecting the current process of internation of direct loose loads and thus to be able to establish improvements that allow a decrease in the waiting times of the trucks inside the terminal; Being able to better cover the existing demand of trucks in relation to the available capacity of parking lots.

In the present work of title, we present all the antecedents related to the company SAAM Extraportuarios, then it is identified, it describes and justifies the problem through a study analysis in which is used the diagram of Ishikawa and the diagram of the Tree Of the Actual Reality, establishes ideas and concepts on which the study is based, in addition to the methodology to be used in detail, which shows the analysis of data and the way in which the model of Simulation that represents the current reality. On the other hand it shows the model that will present the improvements to be delivered to the company and the proposals are enunciated after the evaluation of scenarios.

Finally, we present the conclusions reached with the study, respond to the general and specific objectives and make the recommendations known.

Introducción

En la actualidad los procesos juegan un rol fundamental dentro de toda organización, convirtiéndose probablemente en uno de los elementos más importantes y extendidos en la gestión de las empresas innovadoras, especialmente en aquellas que basan su sistema de gestión en la calidad total.

A su vez los procesos son considerados como la base operativa de gran parte de las organizaciones y gradualmente se van convirtiendo en la base estructural de un número creciente de empresas. Es por esto que su mejora permite optimizar los procesos de una organización con la finalidad de poder obtener mejores resultados, detectando los puntos a mejorar para así confirmar el hallazgo de la causa real de los defectos detectados, para corroborar que la solución adoptada es la apropiada y para cuantificar el nivel de mejora alcanzado.

Este trabajo se lleva a cabo en la empresa SAAM Extraportuarios (específicamente en el terminal de Placilla, Valparaíso) la cual es la primera empresa privada en Chile que participa en la prestación de Servicios en Zona Primaria, brindando servicios de logística para todo tipo de carga. Además sus terminales constituyen un centro de transferencia, acopio y almacenaje en general de cargas en espera de completar la cadena de transporte ya sea marítima o terrestre.

Actualmente el terminal de SAAM Extraportuarios ubicado en Placilla no cuenta con un proceso de internación de cargas sueltas directas eficiente, ya que éste se lleva a cabo en largos periodos, además de no contar con la cantidad de estacionamientos necesarios para este proceso, lo que impide cubrir de manera adecuada la demanda de camiones actual.

Es por lo anterior que se realiza una propuesta de mejora del proceso de internación de cargas sueltas directas de la empresa SAAM Extraportuarios, con la finalidad de poder reducir los tiempos de espera por parte de los camiones dentro del terminal y a su vez disminuir el atochamiento que dicho tiempo de espera genera.

Para llevar a cabo lo dicho anteriormente se creó un modelo de simulación enfocado a la mejora del proceso de internación de cargas sueltas directas de la empresa SAAM Extraportuarios. Esto, a través de herramientas de Ingeniería y de análisis, como: árbol de la realidad actual, diagrama de ishikawa, depuración de datos, metodología DMAIC-Sim, análisis de escenarios, evaluación de alternativas y validación de las mismas, para finalmente concluir con simulaciones y comparar las alternativas propuestas para seleccionar la que mejor pueda contribuir a la solución del problema o mejora del proceso.

Capítulo 1: Antecedentes

1.1. SAAM S.A.

SAAM es una Empresa multinacional chilena naviera, que opera varios puertos en Chile y Uruguay y además opera en puertos de Estados Unidos, Colombia, Perú, Brasil, Ecuador, México y Honduras.

1.1.1. Historia

¹“En 1961 se funda Sudamericana Agencias Aéreas y Marítimas S.A. – SAAM, en el puerto de Valparaíso. Luego en 1976 SAAM se convierte en la primera empresa en prestar servicio integral a gráneles de importación. Ya en 1980 se habilita el primer Depósito y Maestranza de Contenedores de Valparaíso y da inicio a servicios de aeronaves de carga través de la empresa Aerosan. En 1984 se desarrolla e implementa Terminales Portuarios de Contenedores. A contar de 1989 se crea el Terminal Extraportuario habilitado como zona primaria de extensión aduanera. A partir de 1992 se inicia actividades en Colombia a través de Elequip y Equimac y en Perú con Trabajos Marítimos S. A-TRAMARSA. En 1993 se forma parte de Cargo Park, centro de distribución, y crea Reloncavi, agencia de estiba para productos forestales. Luego en 1994 se entra en Uruguay a través de la empresa relacionada KIOS de servicio de remolcadores. A inicio de 1995 se inicia actividades en Ecuador a través de ECUAESTIBAS y se incorpora Transbordadora Austral Broom-TAB. Por último en 1997 se entra en Brasil a través de MARSUD, empresa de estiba y agenciamiento marítimo y también se entra en México con subsidiaria SAAM Remolques S.A.”

1.1.2. Misión

“Ser la compañía líder en América en operaciones portuarias y en servicios de remolcadores, siendo reconocidos como un operador logístico relevante en la región, destacando nuestro conocimiento de la industria, cobertura geográfica, capacidad de internacionalización, calidad de servicio y compromiso con nuestros clientes.”

1.1.3. Visión

“Proporcionar servicios portuarios, asistencia en maniobras, operaciones marítimas y servicios logísticos integrales, generando soluciones de excelencia operacional, con el propósito de crear valor para nuestros clientes, empleados y accionistas, manteniendo el debido respeto a la comunidad y medio ambiente.”

¹ Fuente: www.SAAM.cl

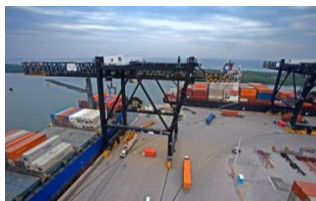
1.1.4. División SAAM S.A.

SAAM S.A. es una empresa que entrega diferentes servicios, por ende cuenta con las siguientes divisiones:

- **Terminales portuarios**

SAAM Puertos S.A. cuenta con terminales en los principales puertos de Chile y con terminales portuarios en Guayaquil-Ecuador; Mazatlán-México y Florida-EE.UU. En sus terminales prestan servicios portuarios a todo tipo de cargas como contenedores, cargas al granel, carga suelta y cargas de proyecto.

Figura 1: “Terminales de SAAM S.A.”



Fuente: www.SAAM.cl

- **Logística**

SAAM ofrece un servicio integral "Puerto a Puerta" y "Puerto a Puerto" entregando a importadores y exportadores todos los servicios requeridos en el ámbito logístico de sus cargas. De esta forma los clientes cuentan con un interlocutor único que facilita sus procesos de comercio exterior. Cuentan con 200.000 metros cuadrados de bodega y con más de 700.000 metros cuadrados de depósito de contenedores a lo largo de todo el país.

Servicios de importación

- Transporte de contenedores full de importación.
- Transporte de contenedores full de importación con entrega directa en planta del cliente.
- Desconsolidación de contenedores.
- Almacenaje de carga suelta y control de inventario.
- Servicio Agente Importador.
- Servicio de retorno de contenedores vacíos a depósito.

Servicio de exportación

- Retiro de contenedores vacíos en depósito.
- Consolidación de contenedores en planta del cliente.
- Almacenaje de carga suelta y control de inventario.
- Servicio Agente Embarcador.
- Transporte de contenedores full a stacking de la nave.

- **Remolcadores**

En Julio de 2014 se concretó un acuerdo de fusión entre nuestra empresa y Smit Tug que pertenece al grupo Boskalis, de Holanda. Este acuerdo significó la fusión de negocios de ambas empresas en Brasil, México, Panamá y Canadá. En consecuencia, la flota total de remolcadores que actualmente opera SAAM es mayor a 170 unidades, con una cobertura geográfica en Canadá, México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, Brasil, Ecuador, Uruguay, Perú y Chile, siendo el cuarto operador a nivel mundial.

1.2. SAAM Extraportuarios

1.2.1. Historia

Hoy SAAM es líder en la prestación de servicios integrados a los Navieros, así como a Exportadores e Importadores, en todo el proceso de movilización de carga.

En el año 1989 se crea Almacén Extraportuario de SAAM (Primer Terminal Extraportuario fuera de un puerto), primera empresa privada en Chile que participa en la prestación de Servicios en Zona Primaria, brindando servicios de logística para todo tipo de carga.

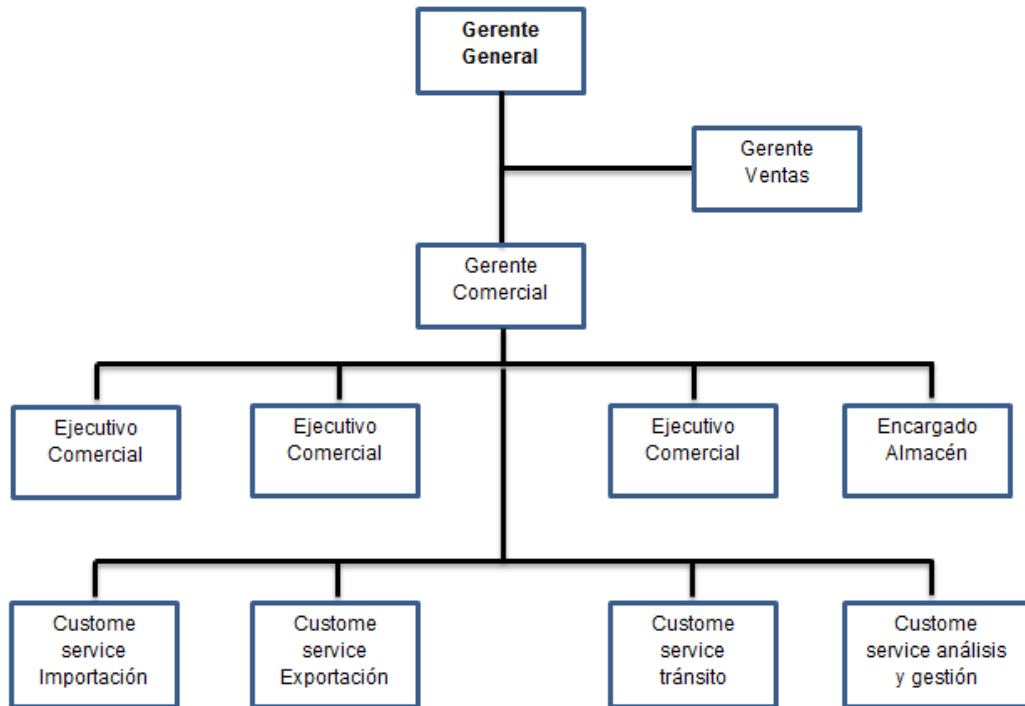
En el año 2000 se crea SAAM Extraportuarios S.A. con giro único para entregar un mejor servicio a sus clientes. Se crea SAAM Extraportuarios SAI, nueva sucursal ubicada a un costado del acceso sur del puerto de San Antonio.

En el año 2004 Se crea SAAM Extraportuarios Placilla, nueva sucursal, la cual cuenta con un almacén de última generación, especialmente construido para el almacenamiento de vinos y licores. Adicionalmente cuenta con un moderno Centro de Transferencia para servicios de consolidado y desconsolidado de Fruta fresca de importación, exportación y tránsito a terceros países.

1.2.2. Estructura Jerárquica SAAM Extraportuarios.

- Área Comercial SAAM Extraportuarios S.A.

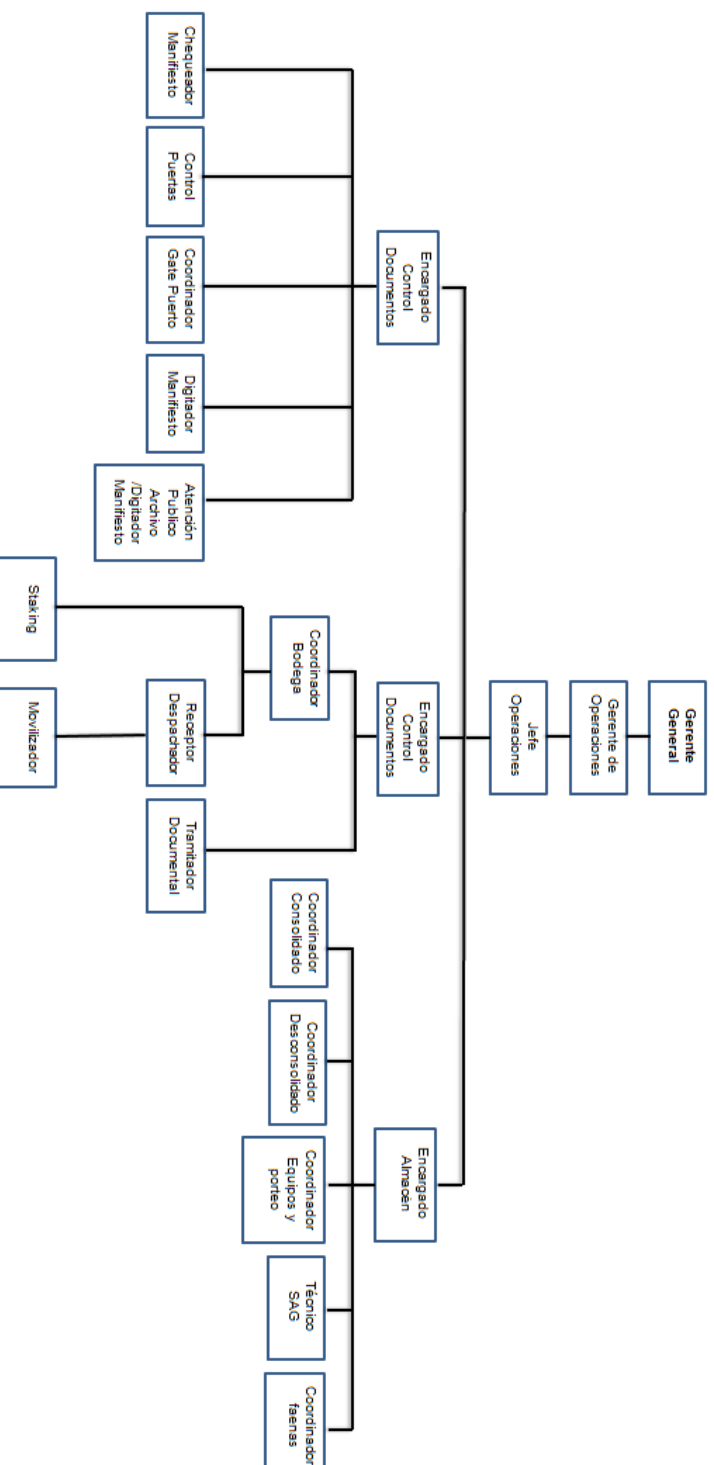
Figura 2: “Organigrama Área Comercial SAAM Extraportuarios S.A.”



Fuente: Elaboración propia en referencia a información entregada

- Área Operaciones Placilla SAAM Extrapatruarios.

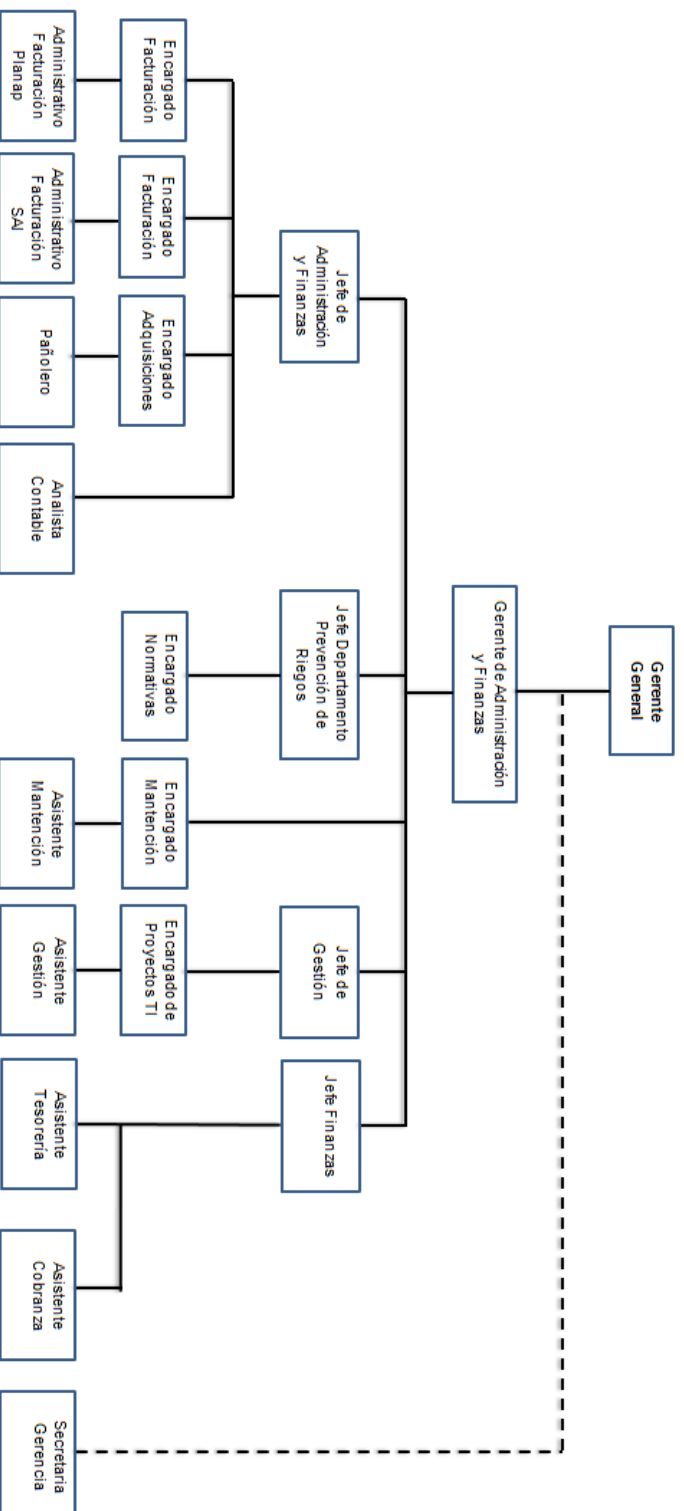
Figura 3: “Organigrama Área Operaciones Placilla SAAM Extrapatruarios”



Fuente: Elaboración propia en referencia a información entregada

- Área Administración y Finanzas Placilla SAAM Extrapatruarios

Figura 4: "Organigrama Área Administración y Finanzas Placilla SAAM Extrapatruarios"



Fuente: Elaboración propia en referencia a información entregada

1.2.3. Terminales de SAAM Extraportuarios

SAAM Extraportuarios cuenta con dos terminales, los cuales son:

- **Valparaíso**

Terminal de modernas instalaciones y de 68.000 m² de superficie, localizado en el sector industrial de Placilla de Peñuelas, en Valparaíso, a un costado de la Ruta 68 y cercano al inicio del camino la Pólvora, ruta obligada para los camiones que transitan desde o hacia el puerto de Valparaíso.

Figura 5: “Terminal Placilla, Valparaíso”

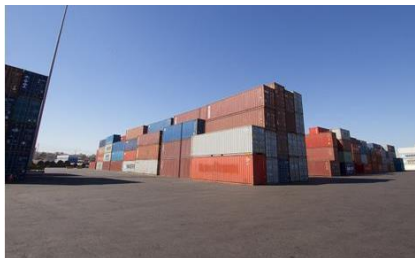


Fuente: Proporcionada de la página web de SAAM Extraportuarios

- **San Antonio**

Terminal de 75.000 m² de superficie, ubicado en el sector de Barrancas, a un costado del acceso sur al puerto de San Antonio y a 1 kilómetro de la ruta hacia Santiago, ubicación que dota a este terminal de una gran conectividad con los centros de consumo en la zona central de país.

Figura 6: “Terminal San Antonio”



Fuente: Proporcionada de la página web de SAAM Extraportuarios

1.2.4. Servicios Principales

- **Desconsolidado:** Corresponde al servicio de vaciado de un contenedor, separando las cargas para su entrega directa sobre el camión o su ingreso a las bodegas para su posterior despacho.

Figura 7: “Servicio Desconsolidado”



Fuente: www.aep.cl

- **Consolidado:** Corresponde al servicio de recepción de carga de exportación, cualquiera sea su naturaleza y tipo de bultos, para ser cubicada por el personal, para posteriormente proceder a llenar un contenedor. Finalizado el proceso de llenado, la mercancía es asegurada con la trinca correspondiente, se sella la unidad y se envía al Terminal Portuario para su embarque.

Figura 8: “Servicio Consolidado”



Fuente: www.aep.cl

- **Almacenaje:** Este es el servicio principal de la empresa y corresponde al almacenamiento de productos al interior del recinto que tenga un origen de Exportación, Importación o Tránsito. Para ello cuentan con superficies cubiertas para diferentes tipos de productos (alimentos, vinos, etc) y patios asfaltados para el almacenamiento de contenedores, bultos sobredimensionados y vehículos. Para el correcto control de ellos, se realizan controles de inventarios diarios, actualizando los sistemas y controlando en línea la ubicación de cada bulto en sus recintos.

Figura 9: “Servicio Almacenaje”



Fuente: www.aep.cl

- **Cross-Docking:** Este servicio corresponde al consolidado/desconsolidado de Fruta a través de un sistema de andenes, que permite transferir la carga desde un camión frigorífico a un contenedor o vice versa, para llegar a los destinos finales en los tiempos que se requieren para la optimización de la cadena logística.

Figura 10: “Servicio Cross-Docking”



Fuente: www.aep.cl

1.2.5. Otros servicios

- **Fumigado:** AEP tiene a disposición de los importadores y exportadores, las resoluciones de SNS y SAG que habilitan al terminal para realizar las fumigaciones de mercancías que contengan problemas en el cumplimiento de la NINF 15 o porten plagas vivas. Para ello la empresa ha desarrollado, de acuerdo a la norma vigente, una cámara fija de fumigación para carga suelta y una cámara móvil para contenedores.

Figura 11: “Servicio Fumigado”



Fuente: www.aep.cl

- **Pesaje:** SAAM Extraportuarios tiene a disposición de los importadores y exportadores, una báscula certificada para el pesaje de todos los bultos que requieran ser pesados, ya sea por condición aduanera (peso verificado) o para revisiones físicas en caso de daños u otras necesidades de sus clientes.

Figura 12: “Servicio Pesaje”



Fuente: www.aep.cl

- **Documentación:** SAAM Extraportuarios entrega servicios documentales a las cargas en tránsito en Los Andes para tramitación de CDA y en los Terminales portuarios para permitir su ingreso o salida de los stacking.

Figura 13: “Servicio Documentación”



Fuente: www.aep.cl

- **Reembalaje:** Este servicio se encuentra referido al cambio de embalaje de productos con algún tipo de condición especial, para ello poseen cuadrillas de personal dedicadas a estas labores.

Figura 14: “Servicio Reembalaje”



Fuente: www.aep.cl

- **Aforo:** SAAM Extraportuarios dispone de cuadrillas dedicadas para apoyar las labores de aduana en la inspección física de mercancías que este servicio determina revisar. Este servicio se entrega a contenedores, en donde el personal debe sacar parcial o totalmente todos los bultos que transporta el contenedor para que sean revisados por aduana y posteriormente reingresar la totalidad de la carga para su sellado y entrega al importador u exportador. Para la carga suelta es el mismo procedimiento, su diferencia radica es que los bultos deben ser trasladados desde su posición de almacenamiento hasta el lugar designado por Aduana para la inspección física.

Figura 15: “Servicio Aforo”



Fuente: www.aep.cl

- **Trasvasije:** Este servicio corresponde a desconsolidar y volver a consolidar un contenedor con la misma carga o parte de ella.

Figura 16: “Servicio Trasvasije”



Fuente: www.aep.cl

- **Inspección:** Los servicios de inspección son establecidos por los organismos públicos que realizan labores de control y protección al medio ambiente y las personas. La empresa se encuentra habilitada por el SAG y SNS para realizar las inspecciones de productos que así lo requieran al interior de sus recintos. Para ello se han dispuesto oficinas, recursos materiales y humanos para que la labor de estos organismos pueda ser realizada eficientemente.

Figura 17: “Servicio Inspección”



Fuente: www.aep.cl

- **Reefers:** SAAM Extraportuarios posee conexiones para proveer energía a las unidades Reefer que así lo requieran, junto con ello se monitorean las unidades en forma permanente para controlar el correcto funcionamiento de las mismas. Esto es revisar alarmas, set point, temperatura de suministro y temperatura de retorno.

Figura 18: “Servicio Reefers”



Fuente: www.aep.cl

- **Rotulado:** Este servicio corresponde al pegado de etiquetas/rótulos para aquellas mercancías que no fueron etiquetadas correctamente en los países de origen. Para ello requieren que este servicio sea entregado en zona primaria, ya que las mercancías no pueden ingresar al país hasta cumplir con los requisitos que establece la normativa aduanera.

Figura 19: “Servicio Rotulado”



Fuente: www.aep.cl

- **Embalaje:** Este servicio está relacionado con camiones planos que requieren que personal idóneo realice las labores de colocación de carpa y amarrado seguro de las mismas para poder realizar su viaje a destino final.

Figura 20: “Servicio Embalaje”



Fuente: www.aep.cl

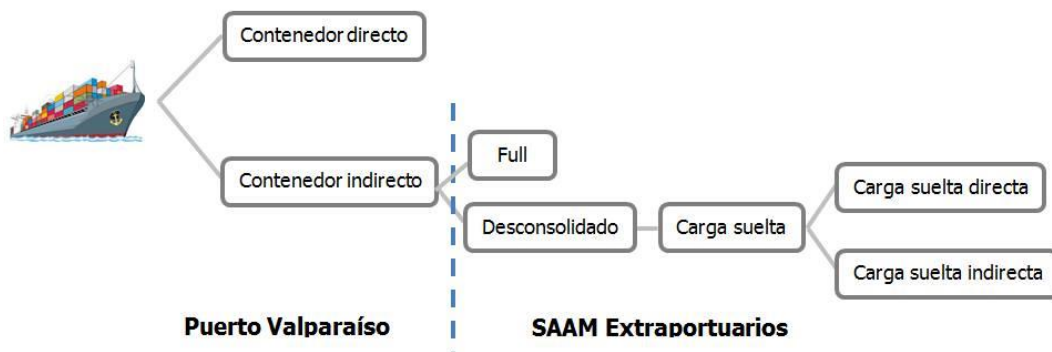
Capítulo 2: Identificación y justificación del problema

2.1 Situación actual del proceso

Como se muestra en la Figura 21, el proceso comienza cuando llegan los contenedores al puerto de Valparaíso.

Una vez descargados dichos contenedores, son divididos en directos e indirectos; donde los contenedores directos son aquellos retirados por el dueño en el Puerto de Valparaíso y los contenedores indirectos son los que se trasladan a SAAM Extraportuarios.

Figura 21: “Esquema Situación Actual”



Fuente: Elaboración propia

De los contenedores indirectos, algunos nunca se abren, es decir, entran y salen como contenedor; a estos se les denomina contenedores Full.

Por otra parte, existen contenedores cuya carga es extraída, proceso que se denomina desconsolidado. Para llevar a cabo el proceso de desconsolidado, se necesita una solicitud del dueño o consignatario del espacio del contenedor, al que se le denomina forwarder; también se necesita autorización de la aduana y mano de obra.

Es importante señalar que cuando comienza el desconsolidado se da inicio al proceso de internación de cargas sueltas; donde nacen dos tipos de cargas que pueden ser cargas sueltas directas y cargas sueltas indirectas; cuya segregación es realizada por el Agente de Aduana, quien a través del documento TALLY, detallado en el Anexo 1, le indica a SAAM Extraportuarios que tipo de carga suelta trae el contenedor.

A continuación, se definen los tipos de cargas sueltas:

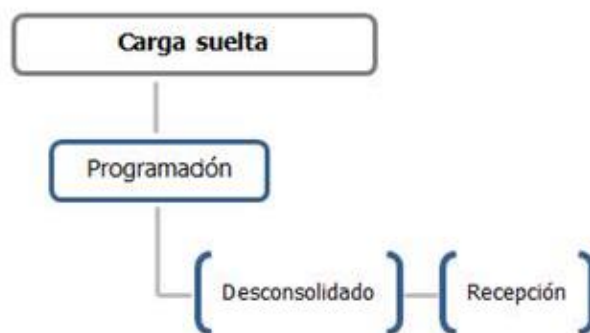
- **Cargas Seltas Indirectas:** son aquellas almacenadas dentro de una bodega ubicada en el terminal de SAAM Extraportuarios, para su retiro en los siguientes días.
- **Cargas Seltas Directas:** son aquellas que son extraídas del contenedor y entregadas a su respectivo dueño el mismo día.

Sin embargo existen situaciones en que algunas cargas sueltas directas no son retiradas por su dueño el mismo día, pasando a ser cargas sueltas indirectas automáticamente.

2.1.1. Proceso de Internación de Cargas Seltas

El proceso de internación de cargas sueltas de la empresa SAAM Extraportuarios, perteneciente al Área de Operaciones, específicamente al Departamento de Almacén; se desarrolla de la siguiente manera:

Figura 22: “Esquema del proceso de internación de cargas sueltas”



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 22, en el proceso de internación de cargas sueltas existe una programación realizada por SAAM Extraportuarios, la que indica la fecha y hora en que se realizará el desconsolidado. Cuya programación está hecha para que se desconsoliden 6 contenedores simultáneos, donde cada contenedor tiene en promedio 9 cargas sueltas, dando como resultado 54 cargas sueltas para desconsolidar aproximadamente. De estas 54, el 30% son cargas sueltas indirectas y el 70% son cargas sueltas directas².

Luego del desconsolidado, SAAM Extraportuarios lleva a cabo la recepción de las cargas contenidas en el contenedor; proceso en el cual se elabora el documento de

² Información entregada por el Jefe de Almacén de SAAM Extraportuarios.

recepción de carga, el cual indica todos los datos relacionados a ésta (fecha y hora de recepción, cantidad de bultos, entre otras). A este documento se le denomina DRES, el cual se encuentra en el Anexo 2. Es importante señalar que cada DRES corresponde a una carga, la cual puede contener 1 o más bultos.

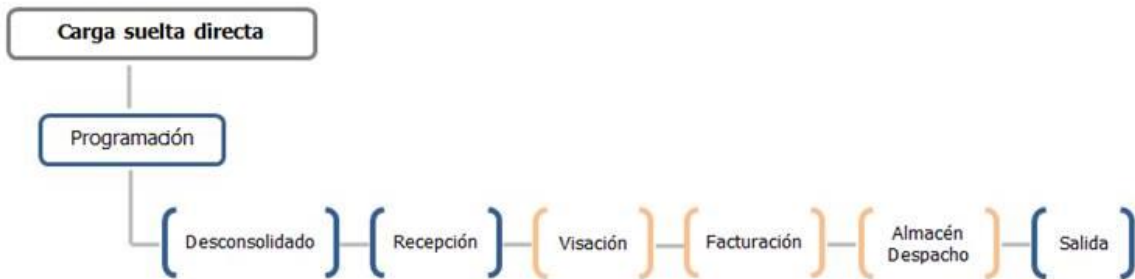
Cabe mencionar que lo primero que se recibe son las cargas sueltas directas porque se van el mismo día, en cambio las indirectas se reciben normalmente en la tarde. Existen 6 personas encargadas de recibir y despachar las cargas sueltas directas de acuerdo a lo estipulado en el DRES; a estos trabajadores se les denomina Receptores Despachadores.

Los Receptores Despachadores trabajan con 7 horquilleros, quienes son los encargados de trasladar las cargas sueltas directas al camión respectivo. En cambio los de carga suelta indirecta solo tienen 1 Receptor Despachador y 4 horquilleros.

2.1.2. Proceso de internación de cargas sueltas directas

A continuación se explica de manera detallada el proceso de internación de cargas sueltas directas:

Figura 23: “Esquema del proceso de internación de cargas sueltas directas”



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 23, en base a la programación publicada por SAAM Extraportuarios a través de su plataforma virtual, la agencia de aduana le comunica al camión la hora y el día que se llevará a cabo el desconsolidado de las cargas sueltas directas, para que éste haga el retiro de las cargas respectivas en el terminal de SAAM Extraportuarios.

Es importante señalar que desde el momento que se lleva a cabo el desconsolidado de las cargas sueltas directas, el Agente de Aduana tiene 2 horas para entregar la documentación necesaria que permita al camión hacer retiro de las cargas respectivas.

Por ejemplo, SAAM Extraportuarios indica a través de su plataforma virtual que la carga será desconsolidada a las 9 de la mañana. Es a partir de esta información que el Agente de Aduana le indica al chofer del camión respectivo que debe presentarse en el terminal de SAAM Extraportuarios aproximadamente a las 9:30 a.m. para efectuar el retiro de las cargas sueltas directas.

Sin embargo el tiempo que tiene el Agente de Aduana para entregar la documentación que permita al camión hacer retiro de las cargas, no se considera desde la hora en que llegó el camión al terminal (9:30 horas), sino desde el instante en que se realizó el desconsolidado (9:00 horas). Por lo tanto si el desconsolidado se llevó a cabo a las 9:00 horas, el Agente de Aduana tiene hasta las 11:00 horas para entregar la documentación solicitada, independiente de que el camión haya llegado al terminal a dicha hora.

Una vez llevado a cabo el desconsolidado se realiza la recepción de las cargas sueltas directas, proceso en el cual se elabora el DRES.

Dado lo anterior, se da inicio a las siguientes etapas:

1. **Visación:** Etapa en la cual se compara la información contenida en el DRES de la respectiva carga con la declaración de ingresos, comprobante de tipo de selección de aforo. Los documentos nombrados anteriormente se encuentran en el Anexo 3. Una vez que la información contenida en los documentos coincide, la carga suelta directa queda internada, es decir, la carga queda nacionalizada y lista para pasar a la etapa de Facturación. Esta etapa de Visación dura en promedio 6 minutos aproximadamente y cuenta con 4 secretarías.
2. **Facturación:** Etapa en la cual a través del documento factura (que se encuentra en el anexo 4) se paga lo estipulado en el DRES de acuerdo a los m³ y al servicio (personal, maquinarias o espacio utilizado en las distintas operaciones realizadas a la carga). Esta etapa dura en promedio 5 minutos aproximadamente y cuenta con 3 cajeros.
3. **Despacho:** Es recién en Despacho donde el camión a cargo del retiro de cargas, tiene participación directa en el proceso de internación de cargas sueltas directas. Esta etapa dura en promedio 1 hora 10 minutos aproximadamente, cuenta con 6 receptores despachadores y se subdivide en:
 - Traslado de documentos: Se considera desde que el Agente de Aduana sale de la etapa de Facturación, con los documentos correspondientes, hasta que dichos documentos son entregados al Receptor Despachador.
 - Traslado de cargas: Se considera desde que la carga es asignada al horquillero respectivo hasta que éste deja la carga en el camión para ser estibada y encarpada. Lo anterior ocurre una vez que el Receptor Despachador recibe los documentos correspondientes.
 - Estibación y encarpado de cargas: Se considera desde que la carga se encuentra arriba del camión (lista para ser estibada y encarpada), hasta que éste sale del terminal de SAAM Extraportuarios una vez que se efectuó la revisión documental y física de las cargas.

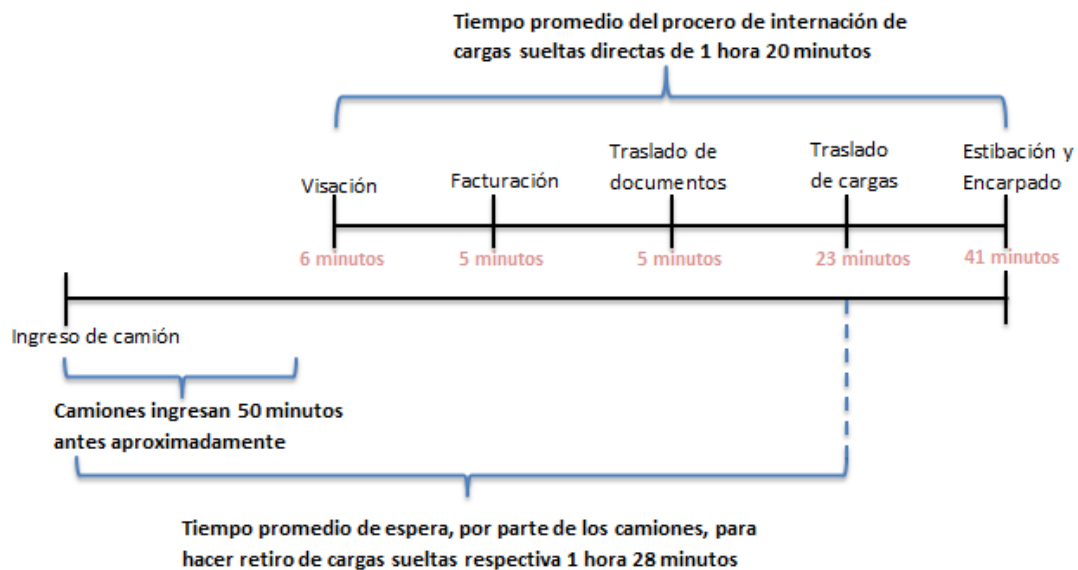
Es importante señalar, que durante la etapa de despacho existen situaciones en que el camión no va a ser retiro de la carga suelta directa respectiva, transformándose automáticamente en carga suelta indirecta.

2.2. Descripción y definición del problema

El diseño actual del proceso de internación de cargas sueltas directas de SAAM Extraportuarios, formado por la etapa de Visación, Facturación y Despacho se desarrolla en un tiempo promedio de 1 hora 20 minutos. Sin embargo, los camiones hacen ingreso al terminal 50 minutos antes aproximadamente de que comience la etapa de Visación, lo que se traduce en largos tiempos de espera por parte de los camiones dentro del terminal, para poder hacer retiro de la carga respectiva, alcanzando un tiempo promedio de espera de 1 hora 28 minutos aproximadamente como se muestra en la Figura 24.

Con respecto a lo anterior, es importante señalar que el ingreso anticipado de camiones al terminal (50 minutos antes de que comience la etapa de visación) es una variable no controlable; pero sin embargo, será considerada dentro de la propuesta de mejora.

Figura 24: “Esquema del problema”



Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que en los días de mayor flujo, entre las 9:00 y 16:30 horas, ingresan al terminal de SAAM Extraportuarios un promedio de 118 camiones diarios para llevar a cabo el retiro de las cargas sueltas directas respectivas, teniendo capacidad disponible de sólo 45 estacionamientos. Sin embargo, entre las 11:30 y 15:30 horas se produce el mayor

atochamiento, ya que dentro del terminal hay en promedio 70 camiones simultáneos para hacer retiro de cargas sueltas directas, superando la capacidad instalada de estacionamientos.

De los 118 camiones que ingresan, el 89% debe hacer retiro de cargas sueltas directas en una jornada (mañana o tarde), cuya espera se lleva a cabo en el terminal y el 11% de los camiones restantes deben retirar cargas sueltas directas tanto en la mañana como en la tarde, donde la espera por el retiro de cargas entre jornadas también la realizan dentro del terminal, generando atochamientos de camiones.

Debido a los largos tiempos de espera por parte de los camiones para hacer retiro de las cargas respectivas dentro del terminal, no se puede cubrir de manera adecuada la demanda de éstos en relación a la capacidad disponible de estacionamientos dentro del terminal de SAAM Extraportuarios, lo que a su vez genera atochamientos de camiones tanto dentro, como en la salida del terminal, ya que los camiones que hicieron retiro de cargas sueltas directas coinciden con los camiones que van hacer retiro de contenedores full, contenedores vacíos, entre otros.

Cabe destacar, que por protocolo de SAAM Extraportuarios, en la salida del terminal se lleva a cabo la revisión documental y física de las cargas, lo que retrasa la salida de los camiones debido a una dualidad del proceso en la etapa de Visación y Facturación. Esta dualidad se genera puesto que la revisión de los documentos efectuada en la etapa de Facturación y Visación se vuelve a realizar en la salida.

Es por lo mencionado en los párrafos anteriores, que el diseño de un modelo de simulación del proceso de internación de cargas sueltas directas, permitirá visualizar de mejor manera dicho proceso, con la finalidad de proponer mejoras que ayuden a disminuir los tiempos de espera de los camiones para hacer retiro de cargas sueltas directas dentro del terminal SAAM Extraportuarios; lo que a su vez se traducirá en la reducción de los atochamientos dentro de éste, permitiendo un mejor desarrollo del proceso de internación de cargas sueltas directas.

2.2.1. Análisis y estudio del problema encontrado

Para encontrar las posibles causas que dan origen al problema anteriormente descrito, se lleva a cabo un análisis mediante herramientas, con la finalidad de poder considerar los resultados obtenidos.

- **Diagrama Ishikawa (Causa- Efecto)**

De acuerdo a lo explicado en la “Descripción y definición del posible problema”, se llevó a cabo una lluvia de ideas con la finalidad de detectar las posibles causas que pueden estar provocando el problema de “largos tiempos de espera por parte de los camiones para hacer retiro de cargas sueltas directas, dentro del terminal SAAM Extraportuarios”.

A partir de la lluvia de ideas se procede a agrupar las causas en las siguientes categorías:

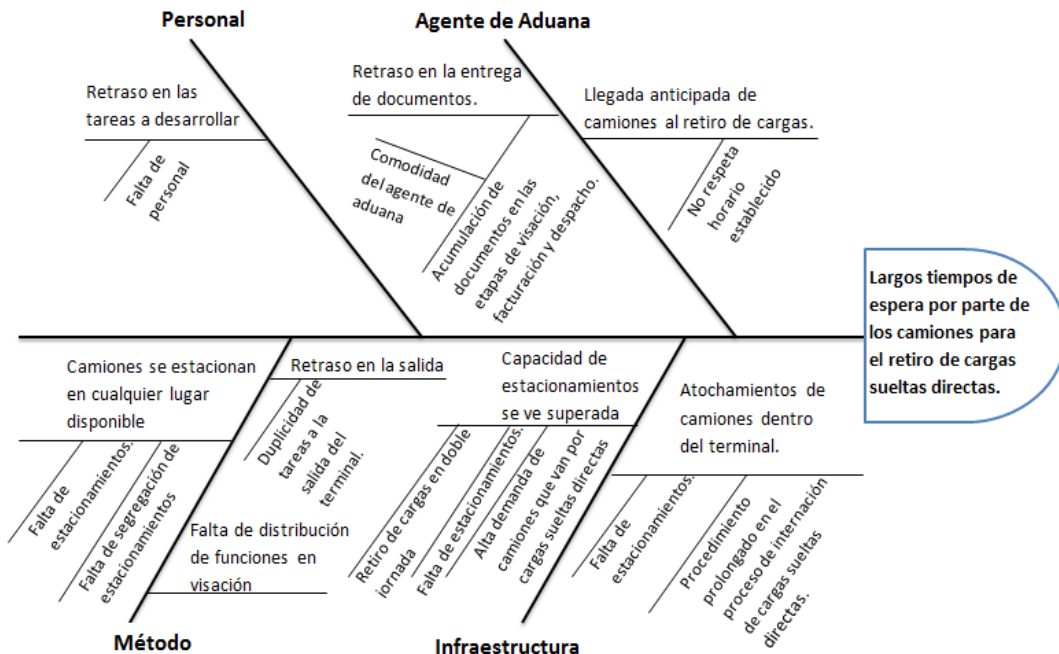
- 1- Infraestructura: Lugar físico donde la empresa lleva a cabo sus actividades.
 - a. Atochamientos de camiones dentro del terminal: El proceso de internación de cargas sueltas directas al tener procedimientos prolongados y al contar con una baja capacidad actual de estacionamientos (45) en relación a su demanda (118 camiones diario en promedio), se traduce en aglomeraciones de camiones en el terminal.
 - b. Capacidad de estacionamientos se ve superada: Se produce por la falta de estacionamientos y por la alta demanda de camiones que van por cargas sueltas directas, ya que del total de camiones que ingresan diariamente al terminal de SAAM Extraportuarios, el 70% hace retiro de estas cargas. Además, existen camiones que van a retirar cargas sueltas directas tanto en la mañana como en la tarde cuya espera la realizan dentro del terminal, ocupando un estacionamiento que puede ser utilizado por aquellos camiones que van a hacer retiro de cargas sueltas directas en una jornada.

- 2- Personal: Trabajadores encargados de llevar a cabo las tareas correspondiente al proceso.
 - a. Retraso en las tareas a desarrollar: En los días de mayor flujo, se produce un retraso por parte de los trabajadores en las tareas de visación, facturación y despacho, la cual es generada principalmente por falta de personal frente a situaciones de alta demanda.

- 3- Método: Conjunto de actividades a realizar en el proceso.
 - a. Retraso en la salida: Se genera un retraso en la salida de los camiones en el terminal de SAAM Extraportuarios, debido a que se produce una duplicidad de tareas. Esta duplicidad ocurre porque los documentos entregados y verificados en la etapa de visación y facturación, son nuevamente revisados en la salida del terminal.
 - b. Falta de distribución de funciones en Visación: Actualmente el personal en esta etapa visa contenedores, cargas sueltas directas e indirectas. En el caso de los contenedores el tiempo de Visación es mucho más largo que el de las cargas sueltas directas e indirectas. Es por lo anterior que cuando existen muchos documentos por visar la no distribución de las tareas del personal en esta etapa, provoca cuellos de botellas, lo que se traduce en tiempos de espera por parte de los Agentes de Aduanas que vienen a visar cargas sueltas directas.
 - c. Camiones se estacionan en cualquier lugar disponible: Los camiones que van a hacer retiro de cargas sueltas directas son ubicados en cualquier lugar que se encuentre disponible en ese momento, siendo no necesariamente este lugar un estacionamiento. Lo anterior se produce por la falta de estacionamientos en relación a la demanda y por la falta de segregación de éstos, ya que los camiones que van a hacer retiro de cargas en doble jornada ocupan los mismos estacionamientos que aquellos camiones que van por una jornada.

- 4- Agente de aduana: Personas encargadas de llevar la documentación necesaria entre las etapas de Visación, Facturación y Despacho. Además, le indica al camión la hora que tiene que llegar al terminal de SAAM Extraportuarios para hacer retiro de las cargas sueltas directas.
- Retraso en la entrega de documentos: Es provocado porque el agente de aduana acumula los documentos correspondientes a la etapa de visación, facturación y despacho, con la finalidad de que todos los documentos de las distintas cargas sueltas directas sean entregados al mismo tiempo en la etapa siguiente; retrasando la entrega de las cargas sueltas directas al camión respectivo. Lo anterior se realiza principalmente por comodidad del agente de aduana.
 - Llegada anticipada de camiones al retiro de cargas: SAAM Extraportuarios publica en su plataforma virtual el día y la hora en que se llevará a cabo el desconsolidado de las cargas sueltas. Con esta información es el Agente de Aduana quien le indica al camión el día y la hora en que tiene que estar en el terminal para hacer retiro de la carga. Sin embargo, la mayoría de las veces dicha hora coincide con la etapa del desconsolidado de la carga, (no respetando el horario establecido) lo que se traduce en que el camión ocupe un estacionamiento al llegar al terminal antes de tener participación directa en el proceso, es decir, el camión llega antes de la etapa de Despacho.

Figura 25: “Diagrama de espinas de pescado del problema encontrado”



Fuente: Elaboración propia

• **Análisis del diagrama Ishikawa**

Una vez realizado y analizado el diagrama Ishikawa, se procedió a identificar las causas que tenían mayor importancia y que podían dar respuesta al problema. Éstas fueron elegidas a través del criterio Juicio de Experto con el Jefe del Departamento de Almacén, quien identificó como las más relevantes las pertenecientes a “métodos” específicamente “camiones se estacionan en cualquier lugar disponible” e “infraestructura” específicamente a la “capacidad de estacionamientos se ve superada” y “atochamientos de camiones dentro del terminal”.

En cuanto a “camiones se estacionan en cualquier lugar disponible” se puede observar que esto se genera principalmente por la falta de estacionamiento y por la falta de segregación de éstos.

En relación a la “capacidad de estacionamientos se ve superada” se evidenció que ésta es causada por el retiro de cargas en doble jornada, falta de estacionamientos y por la alta demanda de camiones que van por carga suelta directa.

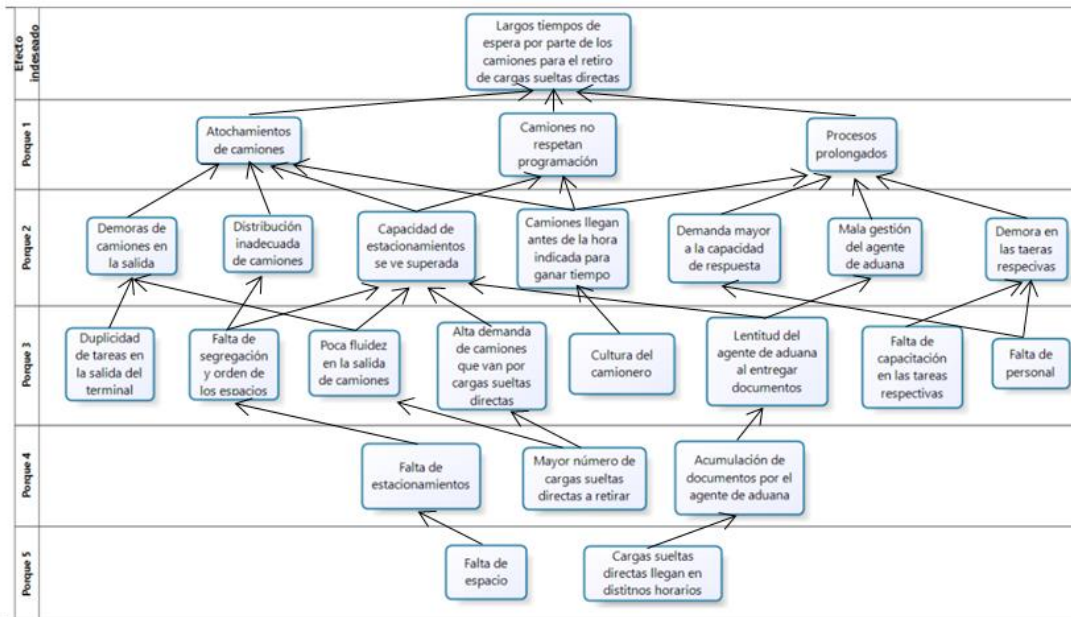
Y por último, con respecto a “atochamientos de camiones dentro del terminal”, ésta se produce por la falta de estacionamientos y por los procedimientos prolongados en el proceso de internación de cargas sueltas directas.

• **Diagrama ARA**

El diagrama del Árbol de la Realidad Actual, nos permite a través de las relaciones de causas-efectos, establecer las principales causas del problema en el Proceso de Internación de Cargas Seltas Directas de SAAM Extraportuarios.

Para poder llevar a cabo el diagrama del árbol de la realidad actual, utilizaremos la técnica de los 5 por qué, la cual consiste en realizar sucesivamente la pregunta ¿Por qué?, hasta lograr obtener la causa del problema y así poder tomar las medidas necesarias para solucionarla. A continuación se presenta el diagrama (Figura 26) de lo dicho anteriormente.

Figura 26: “Diagrama Árbol de la realidad actual”



Fuente: Elaboración propia

El problema en el proceso de internación de cargas sueltas directas de SAAM Extraportuarios, es producido por el efecto indeseado “Largos tiempos de espera por parte de los camiones para el retiro de cargas sueltas directas”, ya que los camiones una vez que ingresan al terminal, deben esperar que el Agente de Aduana lleve a cabo la etapa de Visación, Facturación y traslado de documentos, para hacer retiro de las cargas sueltas respectivas.

A partir del efecto indeseado, se desglosan las diversas causas que generan dicho efecto:

1.1. Atochamientos de camiones: el atochamiento de camiones dentro del terminal de SAAM Extraportuarios, se produce principalmente por:

1.1.1. Demoras de camiones en la salida: Estas demoras se generan por la duplicidad de tareas en la salida del terminal, ya que existe una dualidad del proceso de internación de cargas sueltas directas específicamente en las etapas de Visación y Facturación. Lo anterior se produce porque al salir los camiones del terminal de SAAM Extraportuarios, se debe realizar nuevamente la revisión documental y física de las cargas, lo cual ya fue efectuado en las etapas nombradas anteriormente.

1.1.2. Distribución inadecuada de camiones: Actualmente no existe una distribución adecuada de camiones que van a hacer retiro de cargas sueltas directas, la cual es causada principalmente por la falta de segregación y orden de los espacios disponibles, para aquellos camiones que vienen a retirar cargas sueltas directas en la mañana, en la tarde, o en ambas jornadas.
Además, la falta de segregación y orden de los espacios es generado por la falta de estacionamientos, la que a su vez se produce por la falta de espacio dentro del terminal de SAAM Extraportuarios.

1.1.3. Capacidad de estacionamientos se ve superada: Se produce por:

1.1.3.1. Falta de segregación y orden de los espacios: Como se mencionó anteriormente ésta se produce por la falta de estacionamientos y por la falta de espacio. En cuanto a la falta de estacionamientos, la capacidad actual de éstos es de 45, sin embargo en los días de mayor flujo durante las horas peak se produce un uso simultáneo de estacionamientos de aproximadamente 70 camiones.

1.1.3.2. Poca fluidez en la salida de camiones: Esto se produce por la demora en la entrega de cargas sueltas directas al camión respectivo, retrasando su salida del terminal.

1.1.3.3. Alta demanda de camiones que van por cargas sueltas directas: Esto se debe a que el mayor número de cargas sueltas a retirar son directas, ya que del total de camiones que ingresan diariamente al terminal de SAAM Extraportuarios, el 70% corresponde al retiro de cargas sueltas directas.

1.1.3.4. Lentitud de agente al entregar documentos: El agente de aduana muchas veces tarda en entregar los documentos respectivos a facturación y despacho. Esto es provocado por la acumulación de dichos documentos, con la finalidad de que todos los documentos de las distintas cargas sueltas directas sean entregados al mismo tiempo en la etapa siguiente; retrasando el despacho y la entrega de las cargas sueltas directas al camión respectivo.

Esta acumulación de documentos por parte del agente de aduana es provocada porque los contenedores que contienen las cargas sueltas directas llegan en distintos horarios al terminal. Dichos horarios no están determinados por SAAM Extraportuarios, sino que dependen de la hora que llegan los buques (encargados de trasladar dichos contenedores) al Puerto de Valparaíso.

1.1.4. Camiones llegan antes de la hora indicada para ganar tiempo: Debido a la cultura de los camioneros, muchas veces éstos llegan al terminal de SAAM Extraportuarios antes de la hora indicada por el agente de aduana. Esto lo hacen con la finalidad de ganar tiempo y asegurarse un estacionamiento dentro del terminal.

1.2. Camiones no respetan programación: Los camiones no respetan programación debido a lo siguiente:

1.2.1. Capacidad de estacionamiento se ve superada: Definida en 1.1.3.

1.2.2. Camiones llegan antes de la hora indicada para ganar tiempo: Definida en 1.1.4.

- 1.3. Procesos prolongados: El proceso actual de internación de cargas sueltas directas se desarrolla en un tiempo promedio de 1 horas 20 minutos aproximadamente y es causado por lo siguiente:
- 1.3.1. Camiones llegan antes de la hora indicada para ganar tiempo: Definida en 1.1.4.
 - 1.3.2. Demanda mayor a la capacidad de respuesta: Esto se debe principalmente por la falta de personal en el proceso de internación de cargas sueltas directas.
 - 1.3.3. Mala gestión del agente de aduana: Esto se debe por la lentitud del agente de aduana al entregar documentos, definido en 1.1.3.4.
 - 1.3.4. Demora en las tareas respectivas: Esto se produce por la falta de capacitación en las tareas respectivas en el proceso de internación de cargas sueltas directas y por la falta de personal para el desarrollo de éstas.

• **Análisis del diagrama del Árbol de la Realidad Actual**

A partir del diagrama del árbol de la realidad actual se puede concluir que las causas raíces que provocan el efecto indeseado de “largos tiempos de espera por parte de los camiones para el retiro de cargas sueltas directas dentro del terminal” son la “falta de espacio” y “cargas sueltas directas llegan en distintos horarios”.

2.2.2. Planteamiento del Problema

Con la finalidad de poder mejorar el servicio que entrega SAAM Extraportuarios, el presente trabajo enfoca su investigación y desarrollo en el Departamento de Almacén del área de operaciones, de modo de realizar una propuesta de mejora que permita disminuir los tiempos de espera por parte de los camiones que hacen retiro de cargas sueltas directas y que permita responder a los aumentos de demanda a través del tiempo.

De acuerdo a lo desarrollado en este informe el problema se plantea como: “largos tiempos de espera por parte de los camiones en el proceso de internación de cargas sueltas directas, dentro del terminal SAAM Extraportuarios”. Lo anterior se produce porque una vez que el camión ingresa al terminal para hacer retiro de las cargas sueltas directas, tiene que esperar a que se lleven a cabo las etapas de Visación, Facturación y Despacho. Dicho proceso puede ser realizado en la mañana, en la tarde o en ambas jornadas, y se desarrolla en un tiempo promedio de 1 horas 20 minutos, lo que se traduce en largos tiempos de espera por parte de los camiones dentro del terminal de SAAM Extraportuarios.

Capítulo 3: Objetivos

3.1. Objetivo General

Diseñar un modelo de simulación del Proceso de Internación de Cargas Sueltas Directas en el terminal de SAAM Extraportuarios, para reducir los tiempos de espera de los camiones que hacen retiro de cargas sueltas directas dentro de éste.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los problemas existentes en el actual proceso de internación de cargas sueltas directas del terminal de SAAM Extraportuarios.
- Construir un modelo de simulación que represente la realidad actual del proceso de internación de cargas sueltas directas del terminal de SAAM Extraportuarios.
- Determinar y diseñar una propuesta de mejora que permita responder a los aumentos de demanda a través del tiempo.

Capítulo 4: Metodología

4.1 DMAIC-Sim

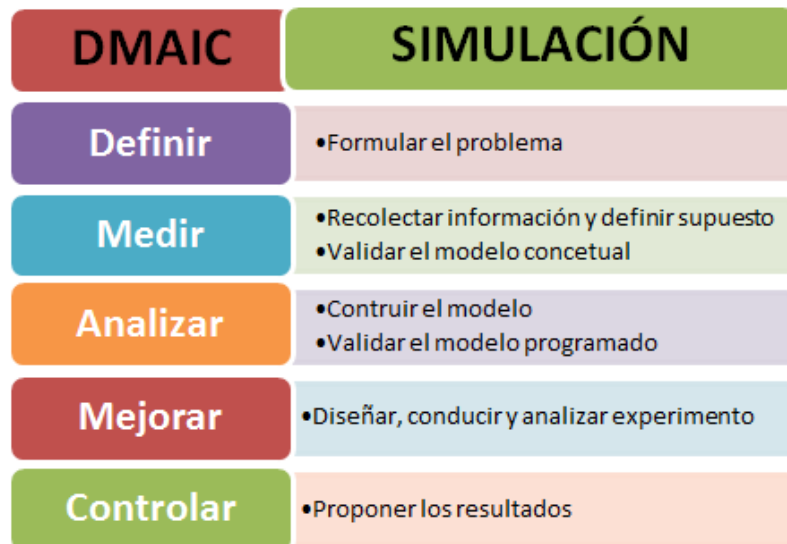
La metodología a utilizar está basada en el proceso DMAIC-Sim, en donde DMAIC es una herramienta de la metodología Seis Sigma, enfocada en la mejora incremental de procesos existentes por medio de una simulación. Está apoyada en estadísticas, dándole importancia a la recolección de información y a la veracidad de los datos como base de una mejora.

Por otra parte, en cuanto a la simulación se puede decir que es una técnica útil para el estudio y análisis de sistemas complejos. Además permite representar un proceso mediante otro más simple, en condiciones similares a las reales.

A partir de lo dicho anteriormente ambas herramientas pueden ser complementadas en la metodología llamada "DMAIC-Sim", con el fin de mejorar el análisis de un proceso. DMAIC tiene un formato disciplinado y estructurado basado en el planteamiento de una hipótesis y la simulación permite mejorar y visualizar el desempeño de un sistema, a través de un análisis matemático y lógico de un proceso.

La metodología DMAIC-Sim se apoya en las cinco etapas del DMAIC y la complementa con los pasos de simulación, para así poder llevar a cabo un análisis más detallado del proceso en cuestión. A continuación en la Figura 27, se detallará lo dicho anteriormente:

Figura 27: "DMAIC-Sim"



Fuente: Elaboración en referencia a trabajo realizado por grupo INNOVARE

A continuación se detallaran los pasos se DMAIC-Sim:

1. **Identificar y definir el problema que debe resolverse:** En esta etapa primero se identifica el proceso, o parte del mismo, que se desea mejorar. Luego se observan y se definen los límites del proceso, es decir, su inicio y fin. Luego para identificar y definir el problema dentro del proceso se utiliza como herramientas la voz de los trabajadores y lluvias de ideas, junto con un diagrama de afinidad.
2. **Construir un modelo conceptual para medir su desempeño:** En esta etapa se llevará a cabo la recolección de los datos relacionados al proceso, para así poder obtener un modelo conceptual y los modelos estadísticos de dichos datos.
3. **Construir y analizar el modelo del sistema mediante simulación para identificar causas que afectan su desempeño:** En esta etapa se construye y valida el modelo a través de la utilización de un software de simulación. Luego se lleva a cabo un análisis de éste, con la finalidad de determinar las relaciones de causa y efecto. Con esto se logra identificar las variables que afectan al proceso en cuestión.
4. **Explorar escenarios para mejorar el desempeño del sistema:** En base a los datos analizados se proponen mejoras al proceso a través de lluvias de ideas, explorando diversos escenarios.
5. **Proponer un sistema para mantener y controlar la mejora:** En esta etapa se propone mejoras al proceso correspondiente, a través de un modelo de simulación del sistema.

De esta forma, la Figura 28 muestra la arquitectura y composición completa que tiene la metodología DMAIC-Sim a utilizar:

Figura 28: “Arquitectura y composición de la metodología DMAIC-Sim”



Fuente: Elaboración en referencia a trabajo realizado por grupo INNOVARE

Capítulo 5: Marco Teórico

Para establecer la metodología de trabajo es necesario llevar a cabo una definición teórica de aquellos elementos que serán utilizados a lo largo de este informe. Lo anterior, con la finalidad de poder llevar a cabo el diseño y desarrollo de un modelo de simulación del proceso en cuestión.

5.1. Proceso

De acuerdo a la ISO 9000 el proceso es un *conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados*. Esta definición coincide con la de Galloway (1998), quien define un proceso como *Una secuencia de pasos, tareas o actividades que transforman las entradas en una salida* (Figura 29). Se debe considerar como entradas al equipamiento, materiales, información, recursos humanos, monetarios o condiciones medio ambientales necesarias para realizar un proceso; y la salida se debe considerar como el producto creado a partir del proceso.

Figura 29: “Esquema de proceso”



Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar que los procesos le dan vida a una organización, permitiendo obtener una visión horizontal y dando respuesta a un ciclo completo, donde el tiempo juega un rol fundamental y donde se establece contacto con el cliente hasta que el producto o servicio es recibido satisfactoriamente.

Según Hammer *“Una empresa de procesos que estimula, posibilita y permite que sus empleados realicen una labor de procesos. La labor de proceso es toda tarea que se centra en el cliente; toda labor que tiene en cuenta el contexto más amplio dentro del que se está realizando; toda tarea que va dirigida a alcanzar unos resultados, en lugar de ser un fin en sí misma; toda tarea que se realiza siguiendo un diseño disciplinado y repetible. La labor de proceso es toda tarea que permite obtener los altos niveles de rendimiento que los clientes exigen actualmente”*.

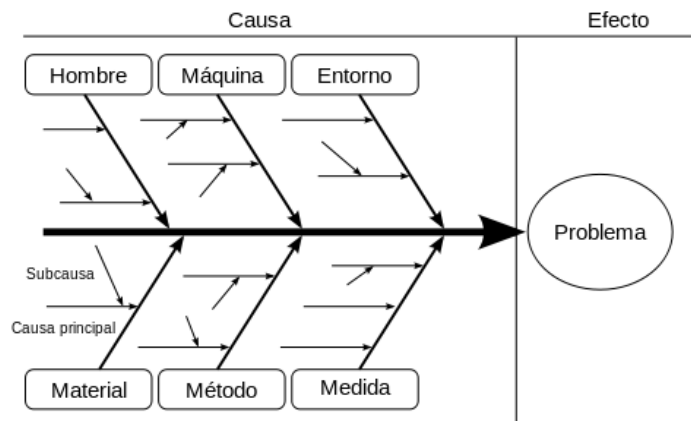
5.2 Herramientas

5.2.1 Diagrama Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa-efecto o de espina de pescado, consiste en una representación o esquema en el que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar y en las espinas secundarias se van determinando las diferentes causas-raíces que contribuyen al problema.

Esta metodología es una de las diversas herramientas surgidas en ámbitos de la industria y de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones, que fue concebido por el licenciado en química japonés el Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1943, quien fue un experto en el control de calidad, cuyo aporte fue la implementación de sistemas de calidad adecuados al valor del proceso en la empresa. Se le considera el padre del análisis científico de las causas de problemas en procesos industriales.

Figura 30: “Ejemplo de Diagrama Ishikawa”

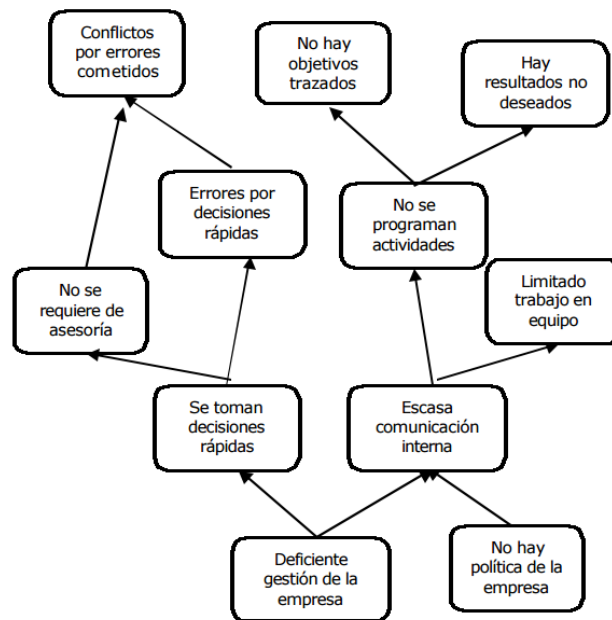


Fuente: Dr. Kaoru Ishikawa, 1943

5.2.2. Diagrama Árbol de la Realidad Actual (ARA)

Es un diagrama lógico que representa cómo funcionan las cosas en un proceso, el cual permite identificar los efectos no deseados, determinando a su vez, los vínculos que existen entre las causas y los efectos. Cualquier elemento que no se derive de otro elemento, es decir, todo punto de entrada en el árbol, debe ser considerado como una causa principal, siendo éstos los principales obstáculos que deben ser eliminados.

Figura 31: “Ejemplo de diagrama de la realidad actual”



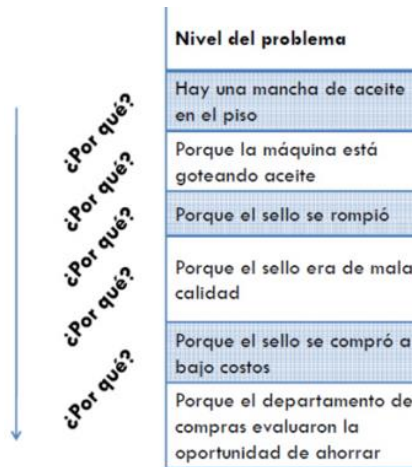
Fuente: www.es.slideshare.net

5.2.3. Técnica 5 porque

Los 5 porqués es una técnica de análisis utilizada para la resolución de problemas que consiste en realizar sucesivamente la pregunta "¿por qué?" hasta obtener la causa raíz del problema, con el objeto de poder tomar las acciones necesarias para erradicarla y solucionar el problema.

El número cinco no es fijo y hace referencia al número de preguntas a realizar, de esta manera se trata de ir preguntando sucesivamente "¿por qué?" hasta encontrar la solución, sin importar el número de veces que se realiza la pregunta.

Figura 32: "Ejemplo de los 5 porque"



Fuente: <http://spcgroup.com.mx/>

5.3. Cuadro resumen comparativo de la posible metodología a utilizar

Como se muestra en la Tabla 1, se realizó un cuadro comparativo, con la finalidad de seleccionar la metodología a utilizar.

Tabla 1: “Cuadro resumen comparativo de la posible metodología a utilizar”

	Método de los siete pasos para el rediseño o mejora de procesos	DMAIC-Sim	Circulo de Deming
	Es una metodología que se utiliza para el rediseño o la mejora de procesos existentes.	Es una herramienta de la metodología Seis Sigma, enfocada en la mejora incremental de procesos existentes por medio de una simulación.	También conocido como PDCA, es una metodología que describe los 4 pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua de un proceso.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Permite tener un análisis más detallado del proceso en cuestión. • Proporciona resultado cuantificables. • Permite identificar la causa que genera el problema en el proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite disminuir la variabilidad de los procesos. • Permite simular el problema. • Se va a la causa raíz para implementar soluciones efectivas y así prevenir la recurrencia de los problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades son reevaluadas periódicamente, para incorporar nuevas mejoras. • Permite una mejora integral de la competitividad.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo del proceso muy largo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere de mucho tiempo su desarrollo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere de un cambio en toda la organización. • Proceso largo. • Requiere de inversiones importantes.

Fuente: Elaboración propia

A partir del cuadro comparativo, podemos decir que la metodología en que se basará este estudio será la DIMAC-Sim, ya que entrega un análisis detallado del problema y permite relacionar sus herramientas con los pasos de simulación.

Para entender la metodología DIMAC-Sim es necesario explicar en qué consiste la metodología DIMAC y la simulación. A continuación se detallara cada una de éstas:

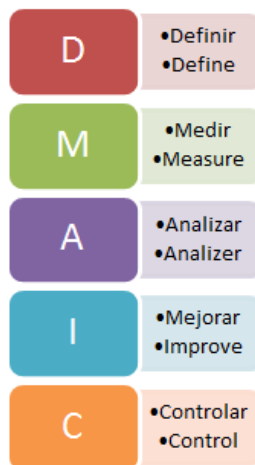
5.3.1. DMAIC

Es un acrónimo de los pasos de la metodología: definir medir, analizar, mejorar y controlar. Está basada en estadísticas, que dan mucha importancia a la recolección de información y a la veracidad de los datos como base de una mejora. Además se puede utilizar como herramienta de la metodología Seis sigma, enfocada a la mejora incremental de procesos existentes.

A continuación se definirán los pasos de la metodología, las cuales serán resumidas en la Figura 33:

1. **Definir (Define):** En esta etapa se identifica el proceso que se va a mejorar. Además se determina el alcance del proyecto y se elabora un mapa del flujo del proceso.
2. **Medir (Measure):** En esta etapa se mide el desempeño del actual proceso que se quiere mejorar. Además se lleva a cabo la recolección de datos, con la finalidad de validarlos eliminando estimaciones.
3. **Analizar (Analyze):** En esta etapa se lleva a cabo un análisis de la información recolectada para así poder comprobar las relaciones causas – efecto e identificar las variables que afectan al proceso actual.
4. **Mejorar (Improve):** En esta etapa se propondrán soluciones al problema encontrado, para así poder mejorar el proceso en estudio.
5. **Controlar (Control):** Una vez propuestas las soluciones, es necesario llevar a cabo controles que permitan asegurar la sostenibilidad de las mejoras efectuadas.

Figura 33: “DMAIC”



Fuente: Elaboración en referencia a www.dubblejservices.com

5.3.2. Simulación

La simulación es una técnica que permite imitar (o simular) en un ordenador el comportamiento de un sistema real o hipotético según ciertas condiciones particulares de operación. Para analizar, estudiar y mejorar el comportamiento de un sistema mediante las técnicas de simulación digital es necesario primero describir bajo un cierto formalismo el conocimiento que se tiene sobre las dinámicas de interés (modelo conceptual), y luego codificarlo en un entorno de simulación para poder realizar experimentos y analizar los resultados.

Thomas H.Naylor la define como: *Simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo.*

Para llevar a cabo un estudio de simulación se debe seguir los siguientes pasos:

1. **Formular el problema:** Se realiza un análisis previo del sistema, se identifica los objetivos y se especifica el sistema que se va a modelar.
2. **Recolectar información y definir sus puestos:** Se determina con exactitud los datos que van a ser requeridos por el modelo, para generar los resultados esperados.
3. **Validar el modelo conceptual:** En esta etapa se puede evaluar las deficiencias del modelo conceptual, para luego mejorarlas y validarlas para la creación del modelo.
4. **Construir el modelo:** En esta etapa se construye el modelo, se definen las variables que forman parte de él, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujos que definen el modelo.
5. **Validar el modelo:** En esta etapa se puede detallar las deficiencias en la formulación del modelo o en los datos entregados al modelo.
6. **Diseñar, conducir y analizar experimento:** Consiste en generar los datos deseados y llevar a cabo un análisis de sensibilidad de los índices requeridos.
7. **Documentar y presentar los resultados:** En el modelo de simulación se requieren dos tipos de documentación. La primera hace relación a la documentación de tipo técnico y la segunda se refiere al manual del usuario, con el cual se simplifica la interacción y el uso del modelo desarrollado.

5.4. Software para la simulación

Con el uso de un Software de simulación podremos representar el funcionamiento del proceso actual y además nos permitirá modificarlo pudiendo analizar diferentes escenarios.

Como se muestra en la Tabla 2, se realizó un cuadro comparativo entre los siguientes software de simulación:

Tabla 2: “Cuadro comparativo entre Software de Simulación”

	PROMODEL	ARENA	SIMUL8
	El Software ProModel es una poderosa tecnología de simulación que trabaja bajo ambiente Windows, para simular, analizar y optimizar sistemas de todo tipo, de diferentes complejidades y tamaños.	El Software Arena es una tecnología de simulación que permite modelar, analizar y predecir el comportamiento de sistemas o procesos.	SIMUL8 es una poderosa herramienta de software para simulación de procesos asistidos por ordenador, que permite minimizar el riesgo asociado en la administración de procesos de negocio.
Ventajas	Provee la perfecta combinación entre facilidad de uso y completa flexibilidad para modelar cualquier situación.	<ul style="list-style-type: none"> • Es de fácil uso e incluye animaciones dinámicas en el mismo ambiente del trabajo y prevé apoyo integrado, incluyendo gráficas para los diseños estadísticos y analiza aspectos que son parte del estudio. • 150 entidades (versión gratuita) 	Las simulaciones se pueden adaptar a cualquier sector y están diseñados a parecerse a su sistema actual. Después se pueden personalizar los informes para darle las respuestas concretas que necesita.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • La simulación es imprecisa • Requiere largos periodos de desarrollo • 8 entidades 	Experimentar con condiciones de operación que podrían ser peligrosas o de elevado coste económico en un sistema real.	Tiene entidades de función simples, individuales y algunas veces requiere una serie de procesos vinculados entre sí, para invocar un procedimiento.

Fuente: Elaboración Propia

En relación a las ventajas que poseen cada uno de estos software, se ha optado por utilizar ARENA, ya que permite trabajar con más entidades haciendo que el modelo se acerque aún más a la realidad; además de que dicho software ya ha sido utilizado durante el proceso académico.

5.4.1. Software Arena

Según Fábregas y Cía. (2003), Software ARENA® es un sistema que provee un entorno de trabajo integrado para construir modelos de simulación en una amplia variedad de campos. Integra funciones comprensibles y que son necesarias para el desarrollo de una simulación con éxito. Es una aplicación para sistemas operativos Windows por lo que ayuda al trabajo con barras de herramientas, menús y ventanas.

Con Arena se puede modelar procesos, informar y documentar. Además permite simular la respuesta futura del sistema para comprender relaciones complejas e identificar posibles mejoras. Por otra parte permite visualizar operaciones con gráficos dinámicos, analizando como el sistema funciona en su configuración y bajo un conjunto de posibles alternativas de forma que se pueda elegir con certeza la mejor de ellas. Es importante señalar que este software nos permite trabajar con 150 entidades en cola.

5.5. Prueba de hipótesis e Intervalo de confianza

Una prueba de hipótesis es una prueba estadística que se utiliza para determinar si existe suficiente evidencia en una muestra de datos para inferir que cierta condición es válida para toda la población.

Para lo anterior se examina dos hipótesis opuestas sobre una población: la hipótesis nula y la hipótesis alternativa. La manera en que se configuran estas hipótesis depende de lo que se intenta demostrar.

Hipótesis nula (H_0): La hipótesis nula establece que un parámetro de población es igual a un valor. La hipótesis nula suele ser una afirmación inicial que los investigadores especifican basándose en investigaciones previas o en su conocimiento.

Hipótesis alternativa (H_1): La hipótesis alternativa establece que el parámetro de población es diferente del valor del parámetro de población en la hipótesis nula. La hipótesis alternativa es lo que se podría pensar que es cierto o espera probar que es cierto.

Nivel de significancia: es la probabilidad de tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula cuando ésta es considerada verdadera

- Prueba de hipótesis para la media de una Población, desviación estándar poblacional conocida o muestras grandes

Cuando se plantean hipótesis para la media de la población y la desviación estándar poblacional es conocida o el tamaño de la muestra es grande, el estadístico de prueba está dado por:

$$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \approx N(0,1)$$

El cual se distribuye como una Normal de media 0 y desviación estándar 1

Intervalo de Confianza: es un rango de valores, derivado de los estadísticos de la muestra, en el cual se encuentra el verdadero valor de un parámetro con una probabilidad determinada

Nivel de confianza: La probabilidad de que el verdadero valor del parámetro se encuentre en el intervalo construido, se denota $1-\alpha$. La probabilidad de equivocarnos se llama nivel de significancia y se simboliza α . Generalmente se construyen intervalos con confianza $1-\alpha=95\%$ (o significancia $\alpha =5\%$). Menos frecuentes son los intervalos con $\alpha=10\%$ o $\alpha=1\%$.

Para construir un intervalo de confianza, se puede comprobar que la distribución Normal Estándar cumple:

$$P(-1.96 < z < 1.96) = 0.95$$

Luego, si una variable X tiene distribución $N(\mu, \sigma^2)$, entonces el 95% de las veces se cumple:

$$-1.96 \leq \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \leq 1.96$$

Despejando μ en la ecuación se tiene:

$$\bar{X} - 1.96 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + 1.96 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

El resultado es un intervalo que incluye al el 95% de las veces. Es decir, es un intervalo de confianza al 95% para la media cuando la variable X es normal y es conocido.

Capítulo 6: Aplicación de la Metodología

6.1. Identificar y definir el problema que debe resolverse

En relación a lo desarrollado en el Capítulo 2 el problema se plantea como: “largos tiempos de espera por parte de los camiones en el proceso de internación de cargas sueltas directas, dentro del terminal SAAM Extraportuarios”.

Es por lo anterior que se llevará a cabo el diseño y desarrollo de un modelo de simulación del proceso de internación de cargas sueltas directas en el terminal de SAAM Extraportuarios, con la finalidad de reducir los tiempos de espera de los camiones al interior de éste, evitando así el atochamiento de camiones dentro del terminal.

Cabe destacar que en el proceso de mejora a desarrollar y en el modelo de simulación a construir, solo se considerará el área de operaciones del terminal de SAAM Extraportuarios, específicamente el departamento de almacén. Esto se debe a que la mayor cantidad de atochamientos se produce por aquellos camiones que van a hacer retiro de cargas sueltas directas.

6.2. Construir un modelo conceptual para medir su desempeño

6.2.1. Diagrama de Procesos

Para construir el modelo conceptual se desarrolló un diagrama de procesos, el cual se muestra en la Figura 34, con el fin de entender a grandes rasgos cómo funciona el proceso de internación de cargas sueltas directas.

6.2.2. Análisis de Datos

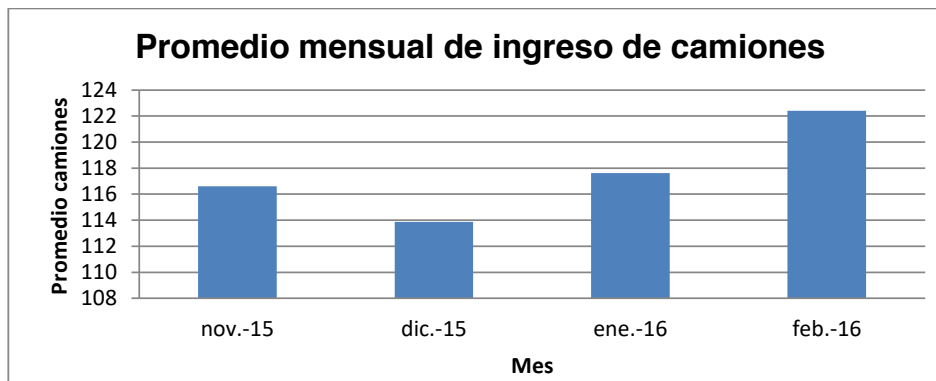
Es importante señalar que el análisis de datos se basa en la información recopilada durante los meses de noviembre 2015, diciembre 2015, enero 2016 y febrero 2016. Sin embargo para efectos de análisis en los meses de noviembre, enero y febrero solo serán considerados los días hábiles del mes (20 días), a excepción del mes diciembre, en el que serán considerados 13 días hábiles; ya que a partir del 18 de diciembre hubo errores en la medición.

Por otra parte, cabe destacar que para poder representar de mejor manera el problema planteado, se han filtrado los datos recopilados de tal manera que sólo se tomarán en cuenta aquellos días en que la capacidad de estacionamientos fue superada por el número de ingreso de camiones que van a hacer retiro de cargas sueltas directas, ya que son en esos días donde se producen los mayores tiempos de espera por parte de los camiones dentro del terminal SAAM Extraportuarios. Además, a partir de los datos obtenidos en terreno, se obtuvo un estimativo del tiempo en que se desarrolla la etapa de Visación, Facturación, Traslado de documentos, Traslado de cargas y Estibación y encarpado, pudiendo realizar un filtro de todos aquellos tiempos otorgados por SAAM Extraportuarios, los cuales son inferiores al tiempo estimado en terreno. Con respecto a lo anterior, en Visación y Facturación se han filtrado todos aquellos datos inferiores a 1 minuto, en Traslado de documentos los inferiores a 1 minuto 30 segundos, en Traslado de cargas los inferiores a 6 minutos y por último en Estibación y encarpado los inferiores a 18 minutos, quedando un tamaño de muestra de 7894 datos.

Una vez obtenidos los datos correspondientes a las diferentes etapas del proceso de Internación de Cargas Seltas Directas de la empresa SAAM Extraportuarios; se procede a efectuar un análisis de dichos datos, el cual se muestra a continuación:

➤ Análisis del número de ingreso de camiones

Gráfico 1: “Promedio mensual de ingreso de camiones”



Fuente: Elaboración propia

A partir del Gráfico 1 se puede observar el promedio mensual del número de camiones que ingresan al terminal de SAAM Extraportuarios; siendo en el mes de noviembre 117, diciembre 114, enero 118 y en febrero 122 camiones. Además, se puede observar que

en los meses de enero y febrero del 2016 se produce el mayor ingreso de camiones al terminal, siendo considerablemente superada la capacidad de estacionamientos, al igual que en los meses de noviembre y diciembre del 2015. Lo anterior permite reflejar la existencia de un problema de atochamientos de camiones por la falta de capacidad de estacionamientos.

➤ **Análisis tiempo entre llegadas del Agente de Aduana**

De acuerdo al tiempo entre llegadas del Agente de Aduana, se obtiene lo siguiente:

Tabla 3: “Tiempo entre llegadas Agente de Aduana”

Datos Tiempo entre llegadas agente de aduana					
Mes	Tamaño muestra	Tiempo máximo	Tiempo mínimo	Promedio	D. Estándar
nov-15	2112	0:10:17	0:00:18	0:03:54	0:02:10
dic-15	1219	0:09:57	0:00:24	0:04:03	0:02:42
ene-16	2243	0:08:59	0:00:21	0:03:59	0:02:29
feb-16	2320	0:12:26	0:00:27	0:03:52	0:01:59

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3 se puede observar que el tiempo máximo entre llegadas del agente de aduana, se produjo durante el mes de febrero 2016 alcanzando un tiempo de 12 minuto y durante el mes de noviembre 2015 se obtuvo el menor tiempo mínimo, el cual fue de 18 segundos.

En cuanto al promedio mensual del tiempo entre llegadas del Agente de Aduana, se puede observar que el promedio más alto fue alcanzado durante el mes de diciembre 2015, con un tiempo de 4 minutos aproximadamente, pudiéndose observar en el mismo mes la mayor desviación estándar de 2 minutos. Lo anterior se traduce en que el mes de diciembre 2015 hubo un mayor grado de dispersión en cuanto al tiempo entre llegadas del Agente de Aduana.

➤ **Análisis Etapa Visación**

De acuerdo al tiempo que tarda el Agente de Aduana en la etapa de Visación, se obtiene lo siguiente:

Tabla 4: “Etapa Visación”

Datos Etapa Visación					
Mes	Tamaño muestra	Tiempo máximo	Tiempo mínimo	Promedio	D. Estándar
nov-15	2112	0:42:50	0:01:14	0:04:33	0:04:07
dic-15	1219	0:29:31	0:01:22	0:05:09	0:03:49
ene-16	2243	0:46:25	0:01:08	0:05:50	0:05:43
feb-16	2320	0:34:09	0:01:09	0:06:02	0:04:41

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se puede observar que el tiempo máximo y mínimo en que se desarrolla la etapa de Visación, se produjo durante el mes de enero 2016 alcanzando un tiempo de 46 minutos y 1 minuto respectivamente.

En cuanto al promedio mensual del tiempo que se desarrolla la etapa de Visación, se puede observar que el promedio más alto fue alcanzado durante el mes de febrero 2016, con un tiempo de 6 minutos aproximadamente. Esto se puede deber: 1- Mayor ingreso de camiones se produjo durante este mes, 2- Demoras en el desarrollo de las tareas respectivas por parte del personal de visación y 3- Acumulación de documentos por parte del agente de aduana.

Por último, con respecto a la desviación estándar el mayor grado de dispersión se obtuvo en el mes de enero 2016, alcanzando un tiempo de 6 minutos aproximadamente.

➤ **Análisis Etapa Facturación**

De acuerdo al tiempo que tarda el Agente de Aduana en la etapa de Facturación, se obtiene lo siguiente:

Tabla 5: “Etapa Facturación”

Datos Etapa Facturación					
Mes	Tamaño muestra	Tiempo máximo	Tiempo mínimo	Promedio	D. Estándar
nov-15	2112	0:33:52	0:01:30	0:05:20	0:04:37
dic-15	1219	0:25:41	0:01:44	0:04:32	0:01:10
ene-16	2243	0:30:37	0:01:11	0:04:23	0:01:55
feb-16	2320	0:38:50	0:01:23	0:05:22	0:04:34

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5 se puede observar que el tiempo máximo en que se desarrolla la etapa de Facturación, se produjo durante el mes de febrero 2016 alcanzando un tiempo de 39 minutos aproximadamente y el tiempo mínimo fue en el mes de enero 2016, el cual es de 1 minuto.

En cuanto al promedio mensual del tiempo que se desarrolla la etapa de Facturación, se puede observar que el promedio más alto fue alcanzado durante el mes de febrero 2016 con un tiempo de 5 minutos. Esto se puede deber: 1- Mayor ingreso de camiones se produjo durante este mes, 2- Demoras en el desarrollo de las tareas respectivas por parte del personal de facturación y 3- Acumulación de documentos por parte del agente de aduana.

Por último, con respecto a la desviación estándar el mayor grado de dispersión se obtuvo en el mes de noviembre 2015, alcanzando un tiempo de 5 minutos aproximadamente.

➤ **Etapa Despacho**

Es importante señalar que la etapa de Despacho se subdivide en:

1. Traslado de documentos

De acuerdo al tiempo que tarda el Agente de Aduana en el traslado de documentos, se obtiene lo siguiente:

Tabla 6: “Traslado de documentos”

Traslado de documentos					
Mes	Tamaño muestra	Tiempo máximo	Tiempo mínimo	Promedio	D. Estándar
nov-15	2112	0:18:18	0:01:51	0:05:15	0:02:12
dic-15	1219	0:13:17	0:02:10	0:04:24	0:02:29
ene-16	2243	0:20:21	0:01:32	0:05:06	0:02:35
feb-16	2320	0:15:19	0:02:13	0:04:58	0:02:06

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6 se puede observar que el tiempo máximo y mínimo en que se desarrolla el traslado de documentos, se produjo durante el mes de enero 2016 alcanzando un tiempo de 20 minutos y 1 minuto respectivamente.

En cuanto al promedio mensual del tiempo que se desarrolla el traslado de documentos, se puede observar que el promedio más alto fue alcanzado durante el mes de noviembre 2015, con un tiempo de 5 minutos. Esto se puede deber a la acumulación de documentos por parte del agente de aduana.

Por último, con respecto a la desviación estándar el mayor grado de dispersión se obtuvo en el mes de enero 2016, alcanzando un tiempo de 3 minutos aproximadamente.

2. Traslado de carga

De acuerdo al tiempo que tarda el horquillero en el traslado de cargas, se obtiene lo siguiente:

Tabla 7: “Traslado de cargas”

Datos Traslado de carga					
Mes	Tamaño muestra	Tiempo máximo	Tiempo mínimo	Promedio	D. Estándar
nov-15	2112	0:50:49	0:06:01	0:20:08	0:09:11
dic-15	1219	0:40:57	0:11:55	0:27:20	0:04:47
ene-16	2243	0:54:02	0:08:11	0:22:55	0:06:36
feb-16	2320	0:48:58	0:09:00	0:22:16	0:09:44

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7 se puede observar que el tiempo máximo en que se desarrolla el traslado de carga, se produjo durante el mes de enero 2016 alcanzando un tiempo de 54 minutos aproximadamente, en cambio el tiempo mínimo ocurrió en el mes de noviembre 2015, el cual es cercano a los 6 minutos.

En cuanto al promedio mensual del tiempo que se desarrolla el traslado de carga, se puede observar que el promedio más alto fue alcanzado durante el mes de diciembre 2015 el cual fue de 27 minutos. Esto se puede deber a demoras en el traslado de cargas por parte del horquillero y a la falta de estacionamientos disponibles al momento de que el horquillero tiene que entregar la carga al camión respectivo.

Por último, con respecto a la desviación estándar el mayor grado de dispersión se obtuvo en el mes de febrero 2016, alcanzando un tiempo de 10 minutos aproximadamente.

3. Estibación y encarpado de cargas

De acuerdo al tiempo que se lleva a cabo la estibación y encarpado de cargas, se obtiene lo siguiente:

Tabla 8: “Estibación y encarpado de cargas”

Datos Estibación y encarpado de cargas					
Mes	Tamaño muestra	Tiempo máximo	Tiempo mínimo	Promedio	D. Estándar
nov-15	2112	1:34:16	0:20:02	0:43:00	0:16:45
dic-15	1219	1:48:47	0:18:06	0:41:13	0:14:22
ene-16	2243	1:43:39	0:23:00	0:37:48	0:14:47
feb-16	2320	1:41:27	0:19:41	0:44:40	0:17:04

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se puede observar que el tiempo máximo y tiempo mínimo en que se desarrolla la estibación y encargado de cargas, se produjo durante el mes de diciembre 2015 alcanzando un tiempo de 1 hora 49 minutos aproximadamente y 18 minutos respectivamente.

En cuanto al promedio mensual del tiempo en que se desarrolla la estibación y encarpado de cargas, se puede observar que el promedio más alto fue alcanzado durante el mes de febrero 2016 el cual fue de 45 minutos, pudiéndose observar en el mismo mes la mayor desviación estándar de 17 minutos aproximadamente. Lo anterior se traduce en que el mes de febrero 2016 hubo mayor grado de dispersión en cuanto al tiempo que se desarrolla la estibación y encarpado de cargas.

➤ **Tiempo entre llegadas de camiones**

De acuerdo al tiempo entre llegadas de los camiones al terminal, se obtiene lo siguiente:

Tabla 9: “Tiempo entre llegadas de camiones”

Datos Tiempo entre llegadas de camiones					
Mes	Tamaño muestra	Tiempo máximo	Tiempo mínimo	Promedio	D. Estándar
nov-15	2112	0:15:12	0:00:57	0:03:27	0:02:07
dic-15	1219	0:11:18	0:00:33	0:03:30	0:02:31
ene-16	2243	0:19:17	0:00:38	0:03:34	0:02:19
feb-16	2320	0:13:11	0:00:44	0:03:11	0:02:22

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 9 se puede observar que el tiempo máximo entre llegadas de camiones, se produjo durante el mes de enero 2016 alcanzando un tiempo de 19 minutos y durante el mes de diciembre 2015 se obtuvo el menor tiempo mínimo, el cual fue de 33 segundos.

En cuanto al promedio mensual del tiempo entre llegadas de camiones, se puede observar que el promedio más alto fue alcanzado durante el mes de enero 2016 el cual fue de 4 minutos aproximadamente.

Por último, con respecto a la desviación estándar el mayor grado de dispersión se obtuvo en el mes de diciembre 2015, alcanzando un tiempo de 2 minutos aproximadamente.

➤ **Camiones que retiran cargas en ambas jornadas**

Como se mencionó en el capítulo 2.2 “Descripción y definición del problema”, existen camiones que deben retirar cargas sueltas directas tanto en la jornada de la mañana como en la tarde, cuya espera de retiro de cargas entre jornadas son realizadas dentro del terminal, generando atochamientos de camiones dentro de éste debido a la disponibilidad insuficiente de estacionamientos, lo que a su vez se traduce en un aumento en los tiempo de espera por parte de los camiones que hacen retiro de cargas sueltas directas, dentro del terminal SAAM Extraportuarios.

A continuación se muestra el análisis de lo mencionado anteriormente:

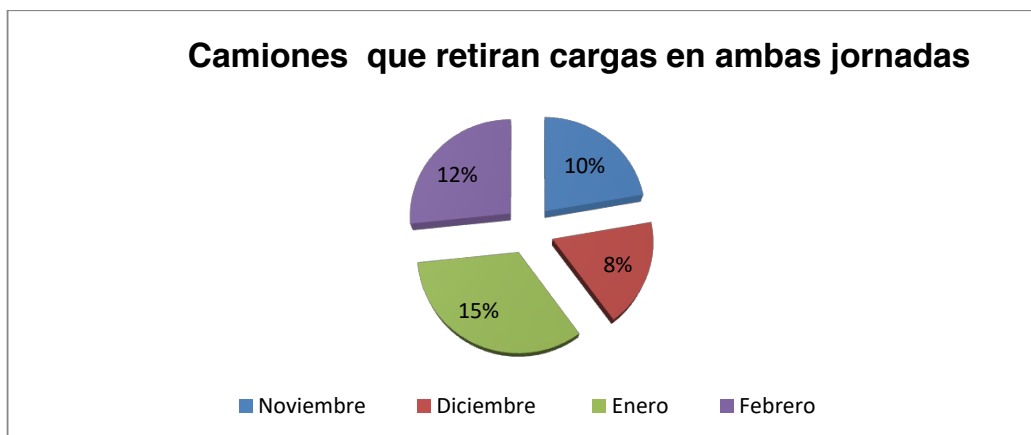
Tabla 10: “Camiones que retiran cargas en ambas jornadas Nov-Dic-Ener-Feb”

Mes	Total camiones que ingresan	Camiones (retiro ambas jornadas)	Porcentaje de camiones retiro ambas jornadas con respecto al total de camiones
Noviembre 2015	2112	211	10%
Diciembre 2015	1219	98	8%
Enero 2016	2243	336	15%
Febrero 2016	2320	278	12%
Promedio			11%

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 10 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 2: “Camiones que retiran cargas en ambas jornadas Nov-Dic-Ene-Feb”



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 2 se observa para cada mes el porcentaje de camiones que hacen retiro de cargas en ambas jornadas, alcanzando en el mes de noviembre 2015 un porcentaje del 10%, diciembre 2015 del 8%, enero 2016 del 15% y por último en el mes de febrero 2016 un porcentaje del 12%.

A partir de lo anterior se considerará que el promedio de camiones que hacen retiro de cargas en ambas jornadas, es de 11% aproximadamente, como se muestra en la Tabla 10.

6.2.3. Caracterización Análisis de Datos

A partir del análisis de datos realizado anteriormente se puede observar una estacionalidad durante el mes de febrero ya que el ingreso máximo de camiones al terminal SAAM Extraportuarios para hacer retiro de cargas sueltas directas se produjo durante aquel mes, alcanzando un ingreso de 122 camiones en promedio. Lo anterior genera que la capacidad de estacionamientos se vea superada considerablemente, lo que permite reflejar la existencia de un problema de atochamiento por la falta de éstos.

En cuanto al tiempo entre llegadas del Agente de Aduana, se puede observar que éste alcanza un tiempo promedio de 4 minutos aproximadamente, tendiendo a disminuir a través del tiempo, lo que se traduce en que el Agente de Aduana ingrese más seguido.

Con respecto al tiempo que demora el Agente de Aduana en la etapa de Visación se puede apreciar que éste alcanza un tiempo promedio de 6 minutos aproximadamente, manteniéndose dentro de los rangos. Estos tiempos pueden ser atribuibles a los siguientes factores:

- Personal de Visación: Existen casos en que el personal de Visación se demoran más de lo normal en llevar acabo sus tareas respectivas, lo que genera que el tiempo en que se desarrolla esta etapa se vea aumentado. Lo anterior se debe a que el tiempo ideal que debería tomar la etapa de Visación de acuerdo a la información dada por el jefe de almacén de SAAM Extraportuario, es de 5 minutos aproximadamente.
- Agente de Aduana: Es provocado porque el agente de aduana acumula los documentos correspondientes a la etapa de visación, con la finalidad de que todos los documentos de las distintas cargas sueltas directas sean entregados al mismo tiempo en la etapa siguiente; retrasando la entrega de las cargas sueltas directas al camión respectivo.

En relación al tiempo que demora el Agente de Aduana en la etapa de Facturación, se puede observar que éste tiende a disminuir levemente, alcanzando un tiempo promedio de 5 minutos. Estos tiempos pueden ser atribuibles al siguiente factor:

- Personal de Facturación: Existen casos en que el personal de Facturación se demora más de lo normal en llevar a cabo sus tareas respectivas, lo que hace que esta etapa se prolongue. Lo anterior se debe a que el tiempo ideal que debe tardar la etapa de Facturación de acuerdo a las políticas de SAAM Extraportuarios, es de 3 minutos aproximadamente.
- Agente de Aduana: Es provocado porque el agente de aduana acumula los documentos correspondientes a la etapa de facturación, con la finalidad de que todos los documentos de las distintas cargas sueltas directas sean entregados al mismo tiempo en la etapa siguiente; retrasando la entrega de las cargas sueltas directas al camión respectivo.

Con respecto a la etapa de Despacho (formada por el traslado de documentos, traslado de cargas y estibación y encarpado de cargas) se puede observar que el tiempo promedio que demora el Agente de Aduana en el traslado de documentos es de 5 minutos aproximadamente, en el traslado de cargas se alcanza un tiempo promedio de 23 minutos

aproximadamente y por último la estibación y encarpado se lleva a cabo en un tiempo promedio de 41 minutos aproximadamente.

Cabe señalar que estos tiempos de Despacho son considerables para el proceso de internación de cargas sueltas directas, ya que tienden a aumentar a través del tiempo, influyendo directamente en el problema planteado. A lo anterior se le puede atribuir los siguientes factores:

- Agente de aduana: Al momento de trasladar el documento, el Agente de Aduana no lo hace inmediatamente después de terminar la etapa de Facturación, ya que puede estar esperando otras cargas para visar y posteriormente facturar. Lo anterior conlleva a que el Agente de Aduana reúna los documentos de las diferentes cargas, para luego entregarlos al Receptor Despachador, prolongando el tiempo de traslado de documentos. Lo anterior se produce exclusivamente por comodidad del agente de aduana al entregar los documentos respectivos.
- Horquillero:
 - Una vez que el Receptor Despachador le indica al horquillero la carga que debe trasladar al camión, éste no lo hace inmediatamente, aumentando el tiempo del proceso.
 - Al momento que el horquillero hace el traslado de carga al camión respectivo, éste puede no encontrarse en el estacionamiento por falta de disponibilidad de éste.
 - El tiempo de traslado de cargas también se ve afectado por la cantidad de cargas que tiene que trasladar el horquillero al camión respectivo. Por lo tanto, mientras más bulto tenga una carga, más tiempo demorará el proceso.
- Chofer del camión: Tiempo que demora en ordenar las cargas sueltas respectivas.

Por último, con respecto a los camiones que retiran cargas sueltas directas en ambas jornadas, es importante señalar que éstos corresponden al 11% del total de camiones que ingresan diariamente al terminal de SAAM Extraportuarios, lo que contribuye a que la capacidad actual de estacionamientos, se vea superada.

NOTA: Para ver el análisis estadístico más detallado, dirigirse al Anexo 5.

6.3. Construir y analizar el modelo del sistema mediante simulación para identificar causas que afectan su desempeño.

6.3.1. Obtención del modelo

Para obtener el sistema es necesario establecer lo siguiente:

- Objetivo del modelo

Disminuir los tiempos de espera de los camiones dentro del terminal SAAM Extraportuarios, lo que a su vez se traducirá en que la capacidad disponible de estacionamientos pueda cubrir de mejor manera la demanda existente.

- Políticas del modelo

SAAM Extraportuarios indica que el horario de atención de las oficinas de Visación y Facturación es de 9:00 a 19:00 horas. En cuanto a Despacho el horario de atención es de 9:00 a 19:30 horas, pero cabe señalar que se debe atender hasta el último camión que está esperando su carga.

Es importante destacar que el ingreso de camiones al terminal de SAAM Extraportuarios es hasta las 16:30 horas.

- Parámetros controlables:

Los parámetros controlables del sistema son:

- ✓ Horarios de atención
- ✓ Recursos disponibles
- ✓ Definición de actividades

- Mediciones a utilizar:

Para obtener los datos necesarios se analizarán los siguientes parámetros:

- ✓ Tiempo entre llegadas de documentos
- ✓ Tiempo entre llegadas de camiones
- ✓ Tiempo de atención

- Comportamiento estadístico del modelo

Para poder establecer el comportamiento estadístico del modelo es necesario utilizar los indicadores dichos anteriormente, los cuales son ingresados al software ARENA específicamente al Input Analyzer, para su posterior análisis.

- En el modelo se puede identificar:
 - ✓ Entradas: Se refiere al Agente de aduana; quien lleva los documentos necesarios para retirar una carga y a los camiones quienes son los encargados de hacer retiro de éstas.
 - ✓ Procesos: Corresponde a todas las etapas del proceso de internación de cargas sueltas directas (Visación, Facturación, Despacho).
 - ✓ Salidas: Tiene relación con la salida del sistema por parte del usuario, una vez finalizado el proceso.

6.3.2. Definición del modelo

Para poder simular es necesario definir las partes que forman el modelo:

- **Entidades:** Son objetos dinámicos en la simulación los cuales se crean, procesan y se liberan. En el caso del proceso de internación de cargas sueltas directas de SAAM Extraportuarios, las entidades que se utilizan son: documentos, camión y camión cargado.
- **Variables:** Son elementos del sistema que toman diferentes valores a través del tiempo. Para el caso del proceso de internación de cargas sueltas directas de SAAM Extraportuarios, se encuentra el tiempo de cola de usuarios y número de usuarios en cola.
- **Recursos:** Son aquellos que actúan como restricciones en las actividades de las entidades. En el caso del proceso de internación de cargas sueltas directas de SAAM Extraportuarios, se encuentran: secretaria Visación, cajero Facturación, Agente de Aduana, horquillero y estacionamientos.
- **Horarios del sistema:** SAAM Extraportuarios atiende de 9:00 a 19:00 horas de lunes a viernes, excluyendo festivos. Con la finalidad de asegurar la atención de todas las entidades que ingresen durante ese horario, la simulación se realizará en un tiempo de 12 horas.
- **Eventos:** Son hechos que cambian el estado del sistema, en cierto instante de tiempo en la simulación. En el caso del proceso de internación de cargas sueltas directas de SAAM Extraportuarios, se encuentran los siguientes eventos:
 - Entradas (o llegadas) de documentos o camiones al proceso de internación de cargas sueltas directas de SAAM Extraportuarios.
 - Retiro de cargas respectivas por parte del camión.
 - Finalización: La simulación termina 2 horas después, una vez finalizado el horario de atención, es decir, a las 21 horas.

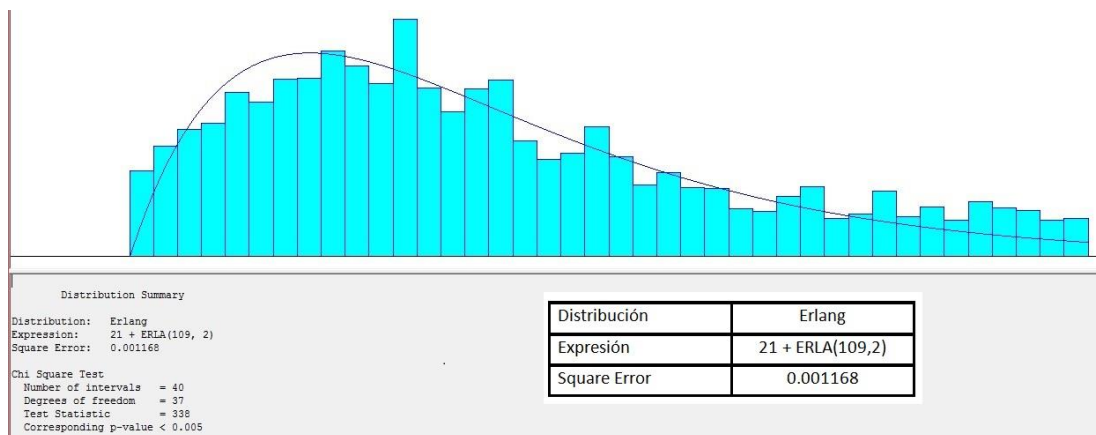
6.3.3. Análisis de datos históricos.

De acuerdo a los datos entregados por SAAM Extraportuarios con respecto al proceso de internación de cargas sueltas directas, se llevó a cabo un análisis a través de la herramienta del software Arena Input Analyzer, con la finalidad de obtener su distribución.

Una vez que se ingresan los datos a la herramienta Input Analyzer, éste entrega un Histograma de los datos analizados, donde el eje horizontal entrega una gama de posibles valores que toma la característica de interés y el eje vertical representa la frecuencia. Además esta herramienta otorga un resumen del valor mínimo y máximo, número total de registros y media.

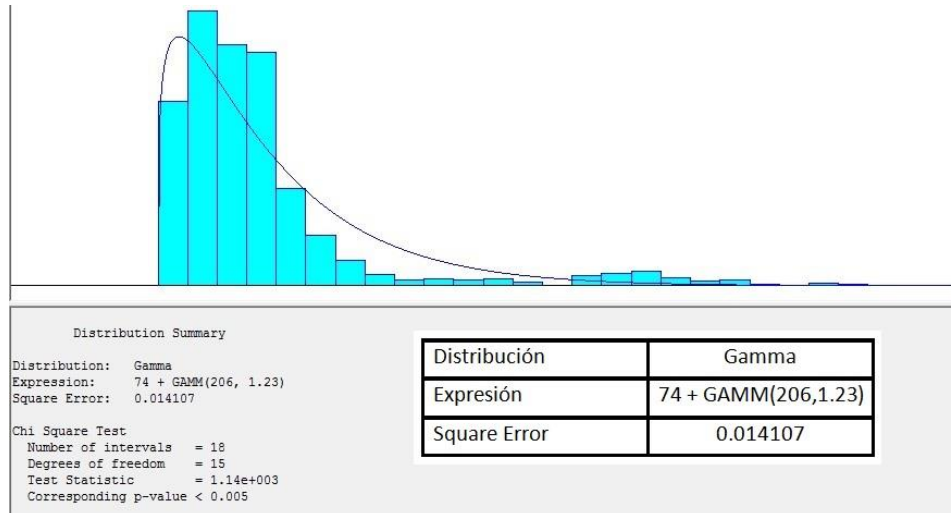
A continuación se muestran las distribuciones originales obtenidas del sistema:

Figura 35: “Distribución Erlang Ingreso documentos”



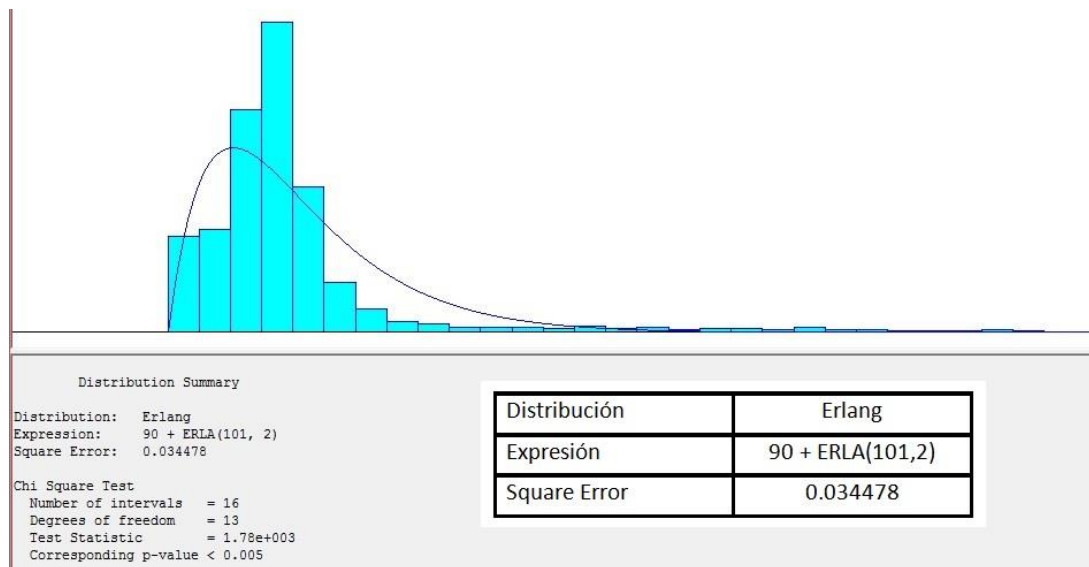
Fuente: Software Arena

Figura 36: “Distribución Gamma Visación”



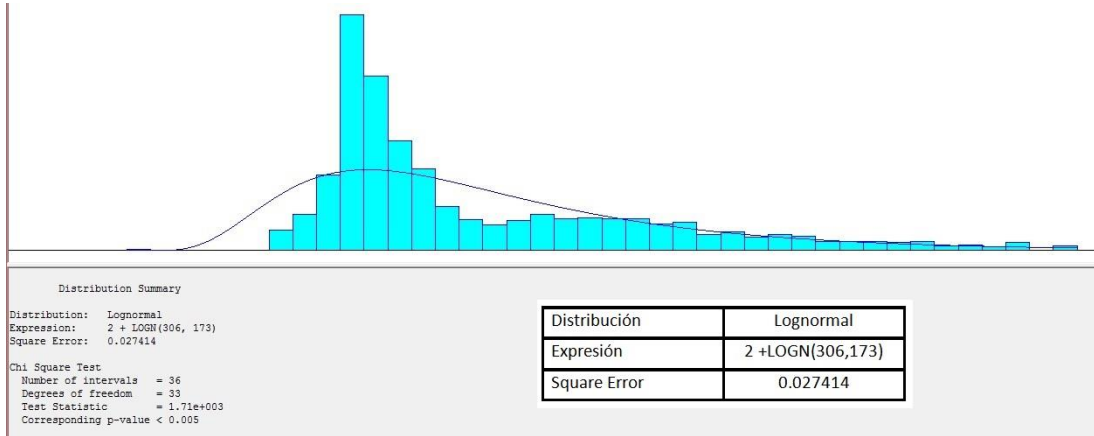
Fuente: Software Arena

Figura 37: “Distribución Erlang Facturación”



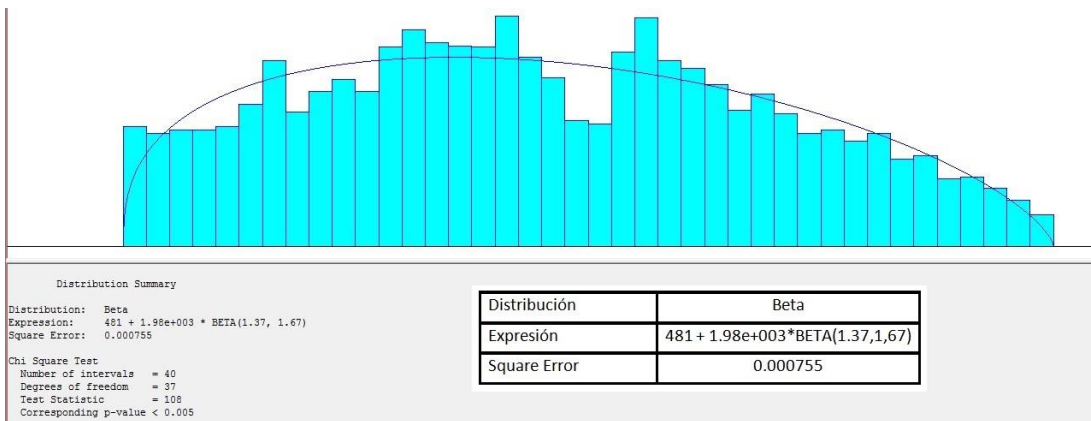
Fuente: Software Arena

Figura 38: “Distribución Lognormal Traslado de documentos”



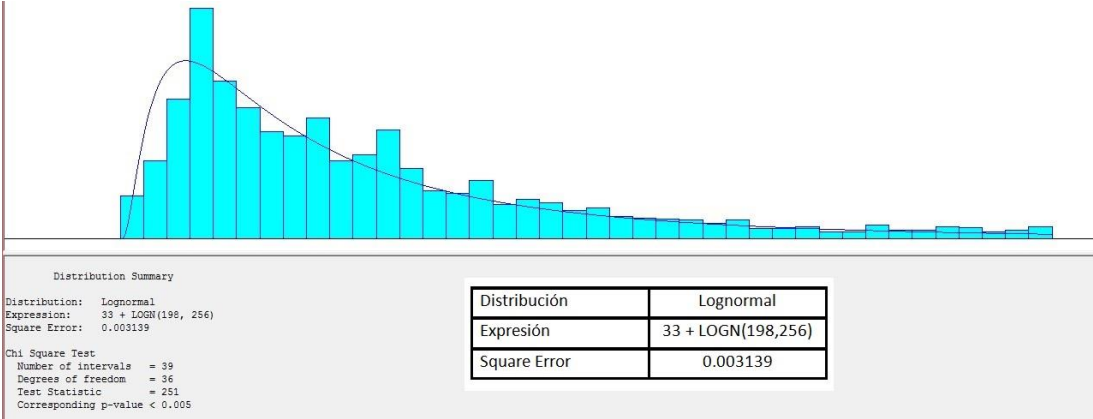
Fuente: Software Arena

Figura 39: “Distribución Beta Traslado de cargas”



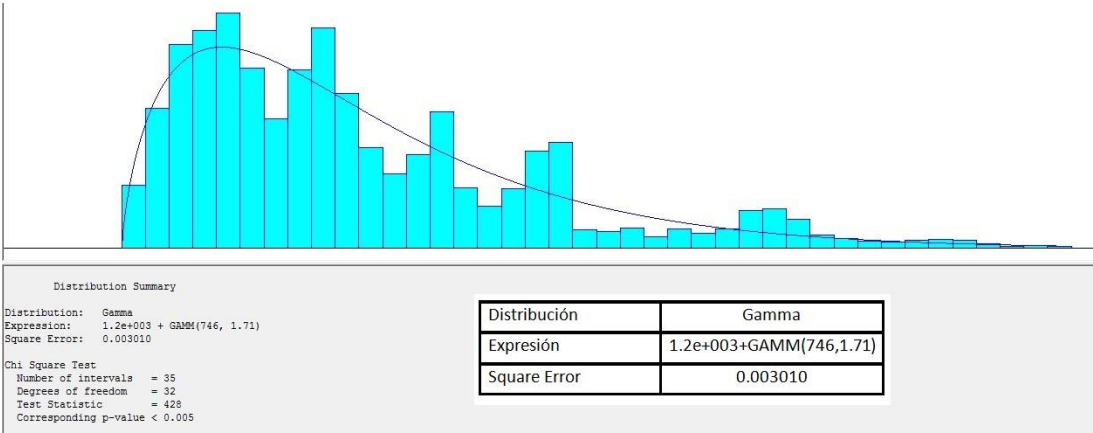
Fuente: Software Arena

Figura 40: “Distribución Lognormal Ingreso camión”



Fuente: Software Arena

Figura 41: “Distribución Gamma Estibación y encarpado de cargas”

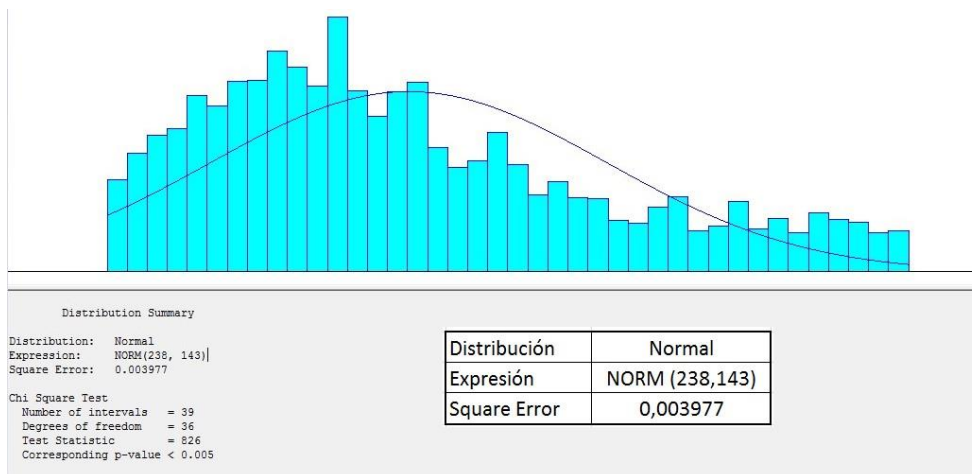


Fuente: Software Arena

Con la finalidad de que el modelo de simulación sea lo más representativo posible y en función de la versión gratuita del Software Arena para estudiantes que se limita a 150 entidades, se llevará a cabo un reajuste obteniendo nuevas distribuciones, las que serán utilizadas en la creación y análisis del modelo.

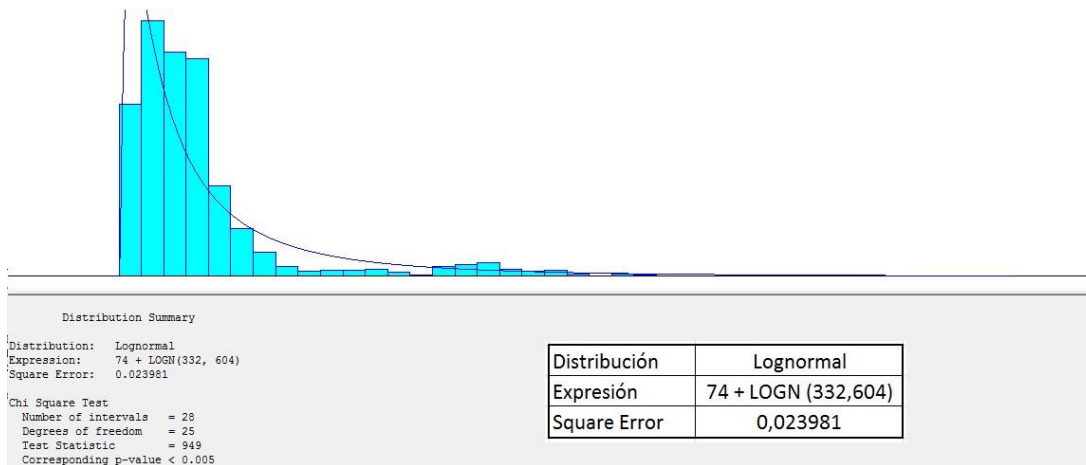
A continuación se muestran las distribuciones reajustadas obtenidas del sistema:

Figura 42: “Distribución Normal Ingreso documentos”



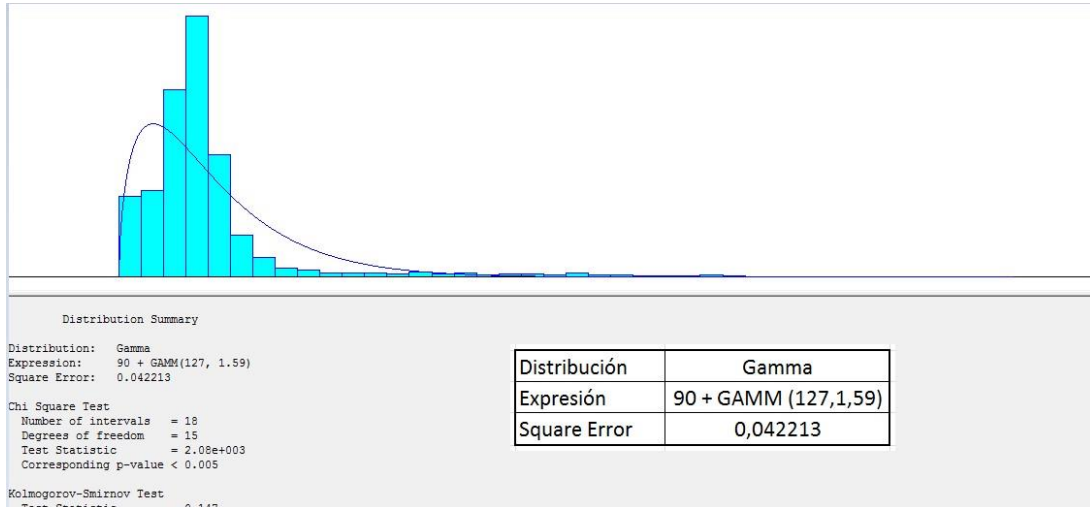
Fuente: Software Arena

Figura 43: “Distribución Lognormal Visación”



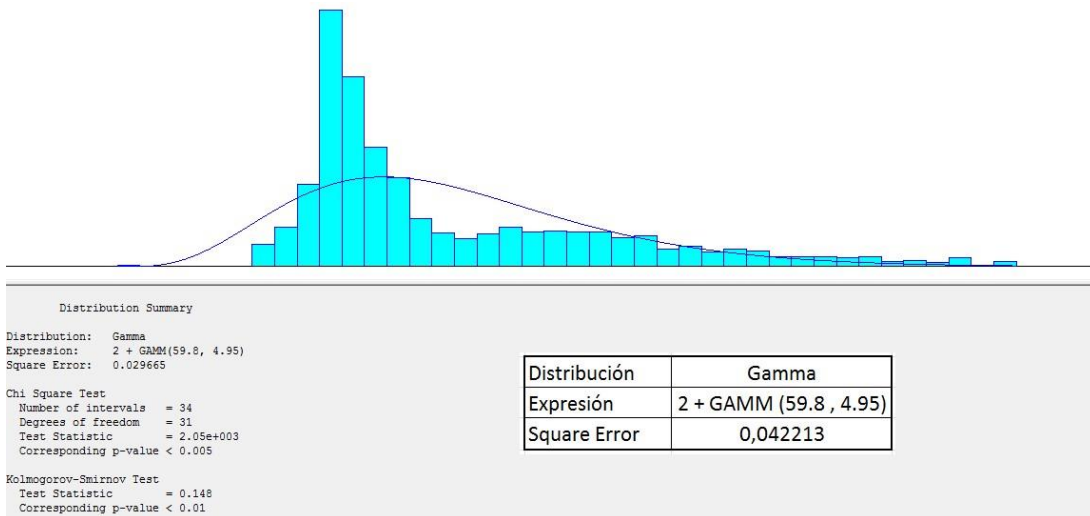
Fuente: Software Arena

Figura 44: “Distribución Gamma Facturación”



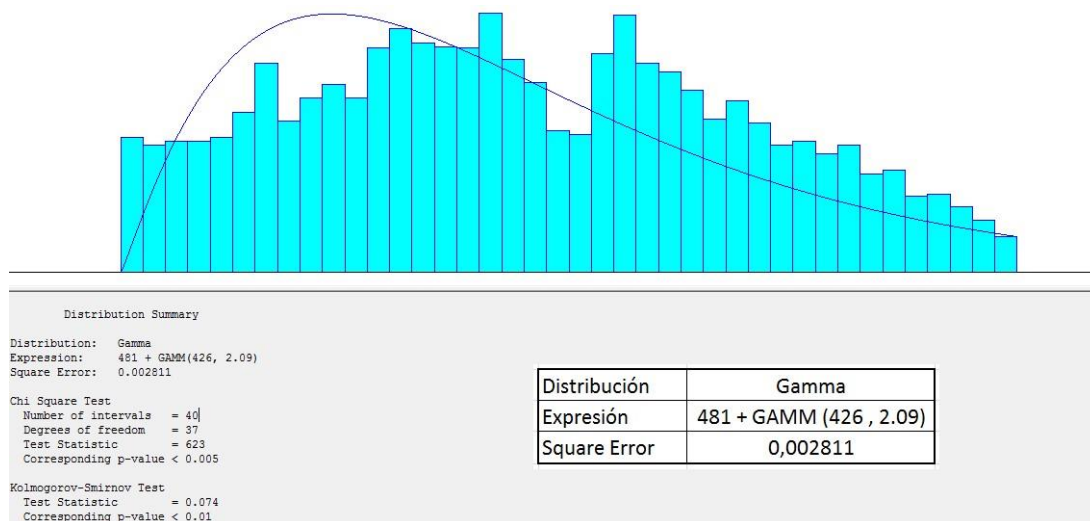
Fuente: Software Arena

Figura 45: “Distribución Gamma Traslado de documentos”



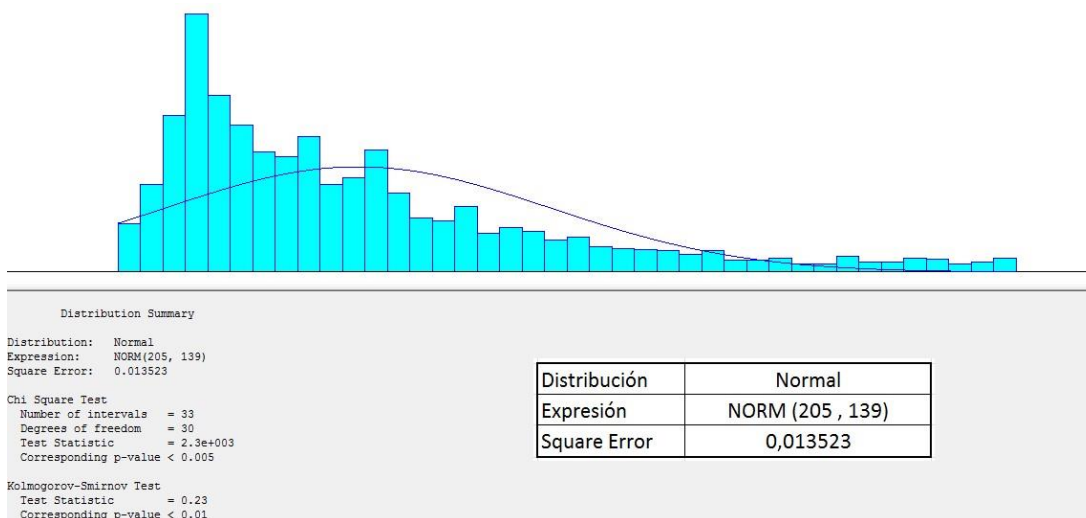
Fuente: Software Arena

Figura 46: “Distribución Gamma Traslado de carga”



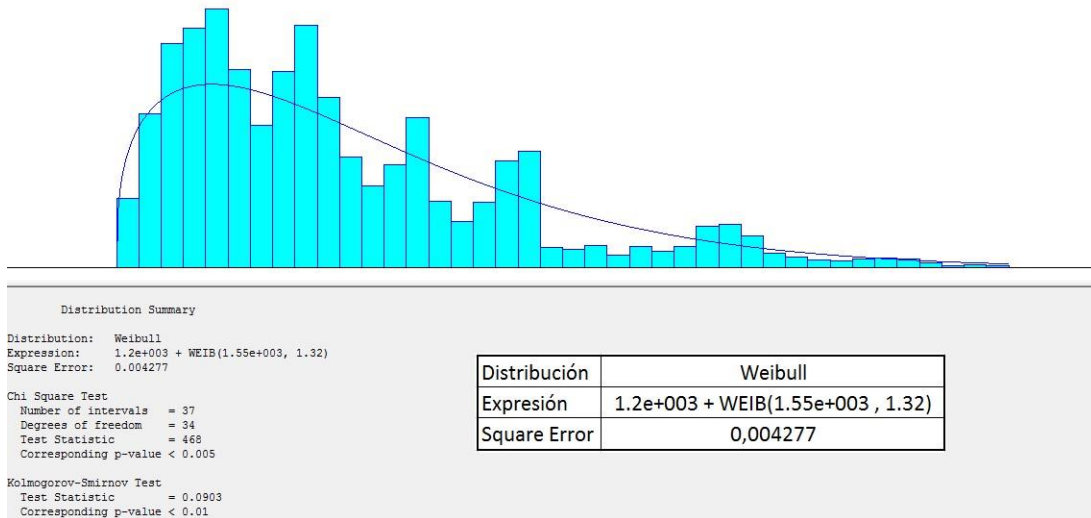
Fuente: Software Arena

Figura 47: “Distribución Normal Ingreso camión”



Fuente: Software Arena

Figura 48: “Distribución Weibull Estibación y encarpado de cargas”

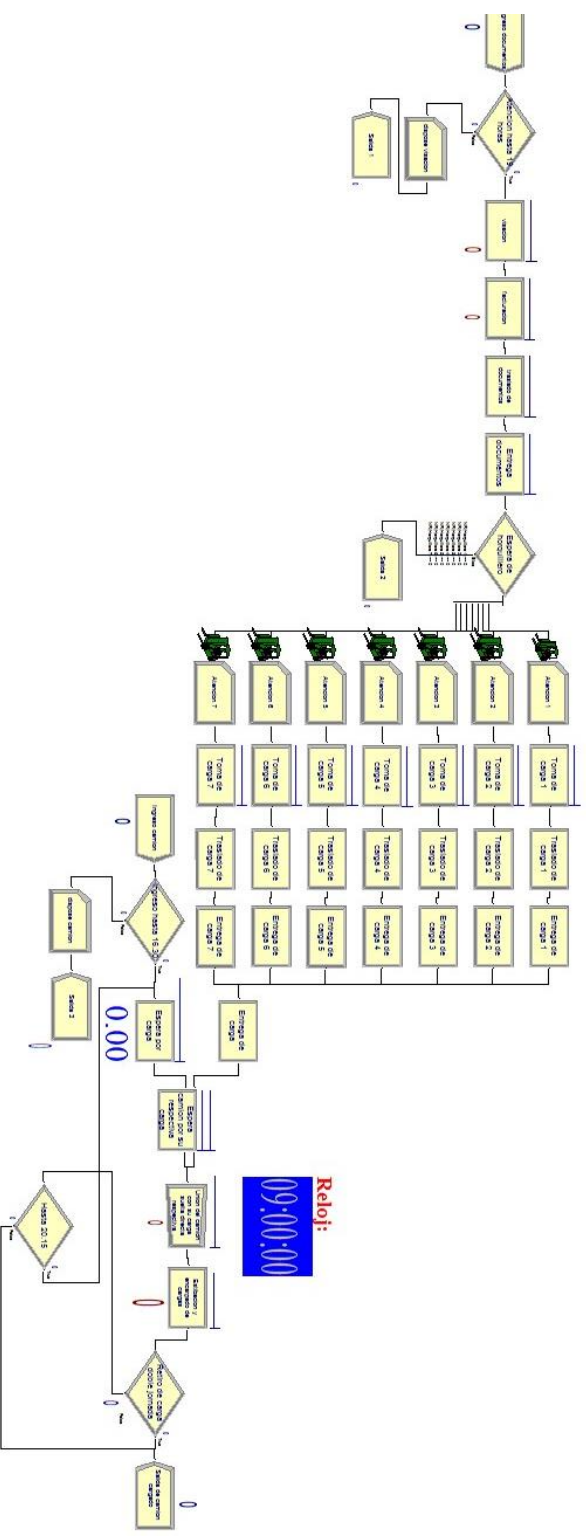


Fuente: Software Arena

6.3.4. Construcción del modelo.

El modelo construido en el software arena, pretende simular el proceso de internación de cargas sueltas directas de SAAM Extraportuarios, el cual está formado por el ingreso de documentos y camiones al sistema, el traslado de cargas, el tiempo de espera del camión por su carga respectiva y la salida de éste último del sistema.

Figura 49: "Modelo de ARENA para la simulación del proceso de internación de cargas sueltas directas de SAAM Extraportuarios"



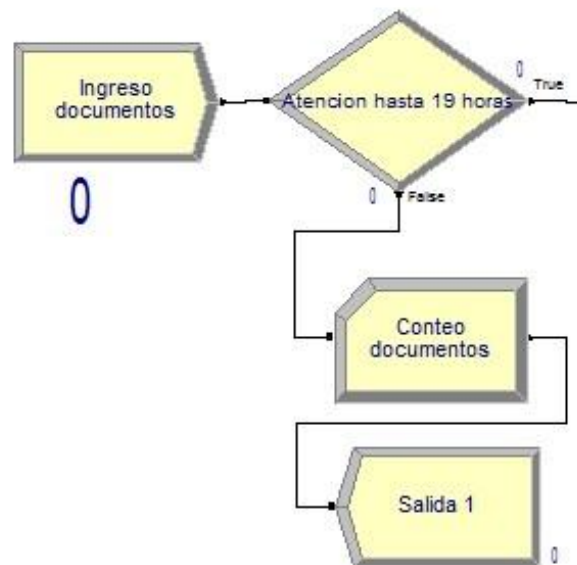
Fuente: Software Arena

El modelo de arena para la simulación del proceso de internación de cargas sueltas directas de SAAM Extraportuarios, consiste en el ingreso del Agente de Aduana al sistema para llevar a cabo la etapa de Visación y Facturación y así trasladar y entregar los documentos al Receptor Despachador, quien le indica al horquillero la carga que debe ser retirada y trasladada al camión respectivo, para que luego éste salga del sistema con su carga correspondiente.

Para poder explicar el modelo de manera detallada, se dividirá en las siguientes etapas:

Etapas 1: Ingreso de documentos al sistema.

Figura 50: “Ingreso de documentos al sistema”



Fuente: Software Arena

Es importante recordar que como se mencionó en el ítem 6.3.3 Análisis de datos históricos, el diseño del modelo de simulación se trabajará con las distribuciones reajustadas.

El inicio de la simulación comienza a las 9:00 horas cuando el Agente de aduana ingresa con la entidad documento al módulo Create llamado “Ingreso documentos” (Figura 51), quien genera las entidades del sistema de acuerdo a la distribución obtenida de la herramienta Input Analyzer. Estas entidades serán seleccionadas por el modulo Decide, llamado “atención hasta 19 horas”, quien a través de la configuración TNOW <10 (figura 52) dejará que éstas ingresen solo hasta las 19:00 horas; luego de este horario las entidades serán desviadas al módulo Dispose, llamado “salida 1”, quien eliminará las entidades que no cumplan aquella restricción.

Cabe señalar que el modulo Record llamado “conteo documentos”, sólo se utiliza para saber el número de documentos que abandona el sistema a partir de las 19:00 horas.

Figura 51: “Create Ingreso documentos”

Create

Name: Ingreso documentos Entity Type: Documentos

Time Between Arrivals

Type: Expression Expression: NORM(238, 143) Units: Seconds

Entities per Arrival: 1 Max Arrivals: Infinite First Creation: 0.0

OK Cancel Help

Fuente: Software Arena

Figura 52: “Decide Atención hasta 19 horas”

Decide

Name: Atencion hasta 19 horas Type: 2-way by Condition

If: Expression

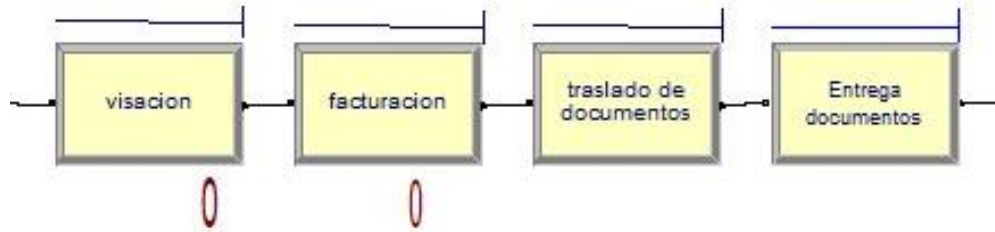
Value: TNOW <10

OK Cancel Help

Fuente: Software Arena

- **Etapa 2: Fases del proceso de internación de cargas sueltas directas**

Figura 53: “Fases del proceso de internación de cargas sueltas directas”



Fuente: Software Arena

Una vez que ingresa al sistema el Agente de Aduana con la entidad documentos, éste pasa al módulo Process llamado “Visación”, “Facturación” y “Traslado de documentos” donde se llevan a cabo los procesos correspondientes a cada una de ellas. Cabe destacar que en “Visación” (Figura 54) se cuenta con un recurso llamado “secretaria Visación”, que tiene la capacidad de 4 atenciones simultaneas y en “Facturación” (Figura 55) se cuenta con un recurso llamado “Cajero Facturación” cuya capacidad es de 3 atenciones simultaneas.

Luego de finalizada la etapa de “Facturación”, el Agente de Aduana traslada los documentos respectivos (Figura 56) y se los entrega al Receptor Despachador a través del Módulo “Hold” llamado “Entrega de documentos”, el cual simula la espera del Receptor Despachador por un horquillero disponible.

Con respecto a lo anterior, el Modulo “Hold” ha sido condicionado para retener a las entidades en cola, hasta que uno de los 7 horquilleros se encuentre desocupado a través de la variable “NR (Nombre del recurso)” que corresponden al número de unidades de recursos ocupadas. En este caso NR (horquillero 1) == 0 indica que el recurso “horquillero 1” debe tener 0 entidades retenidas para que se libere una entidad, lo mismo ocurriría para NR (horquillero 2) == 0, (horquillero 3) == 0, (horquillero 4) == 0, (horquillero 5) == 0, (horquillero 6) == 0 y (horquillero 7) == 0, como se observa en la Figura 57.

Figura 54: “Process Visación”

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following fields and values:

- Name: visacion
- Type: Standard
- Logic:
 - Action: Seize Delay Release
 - Priority: Medium(2)
- Resources:
 - Resource, Secretaria visacion, 1
 - <End of list>
- Delay Type: Expression
- Units: Seconds
- Allocation: Value Added
- Expression: 74 + LOGN(332, 604)
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

Fuente: Software Arena

Figura 55: “Process Facturación”

The screenshot shows a 'Process' dialog box with the following fields and values:

- Name: facturacion
- Type: Standard
- Logic:
 - Action: Seize Delay Release
 - Priority: Medium(2)
- Resources:
 - Resource, cajero facturacion, 1
 - <End of list>
- Delay Type: Expression
- Units: Seconds
- Allocation: Value Added
- Expression: 90 + GAMM(127, 1.59)
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

Fuente: Software Arena.

Figura 56: “Process Traslado de documentos”

Process

Name: traslado de documentos Type: Standard

Logic

Action: Seize Delay Release Priority: Medium(2)

Resources:

Resource, Agente de aduana, 1
<End of list>

Delay Type: Expression Units: Seconds Allocation: Value Added

Expression: 2 + GAMM(59.8, 4.95)

Report Statistics

OK Cancel Help

Fuente: Software Arena.

Figura 57: “Hold Entrega documentos”

Hold

Name: Entrega documentos Type: Scan for Condition

Condition: NR(Horquillero 1) == 0 || NR(Horquillero 2) == 0 || NR(Horquillero 3) == 0

Queue Type: Queue

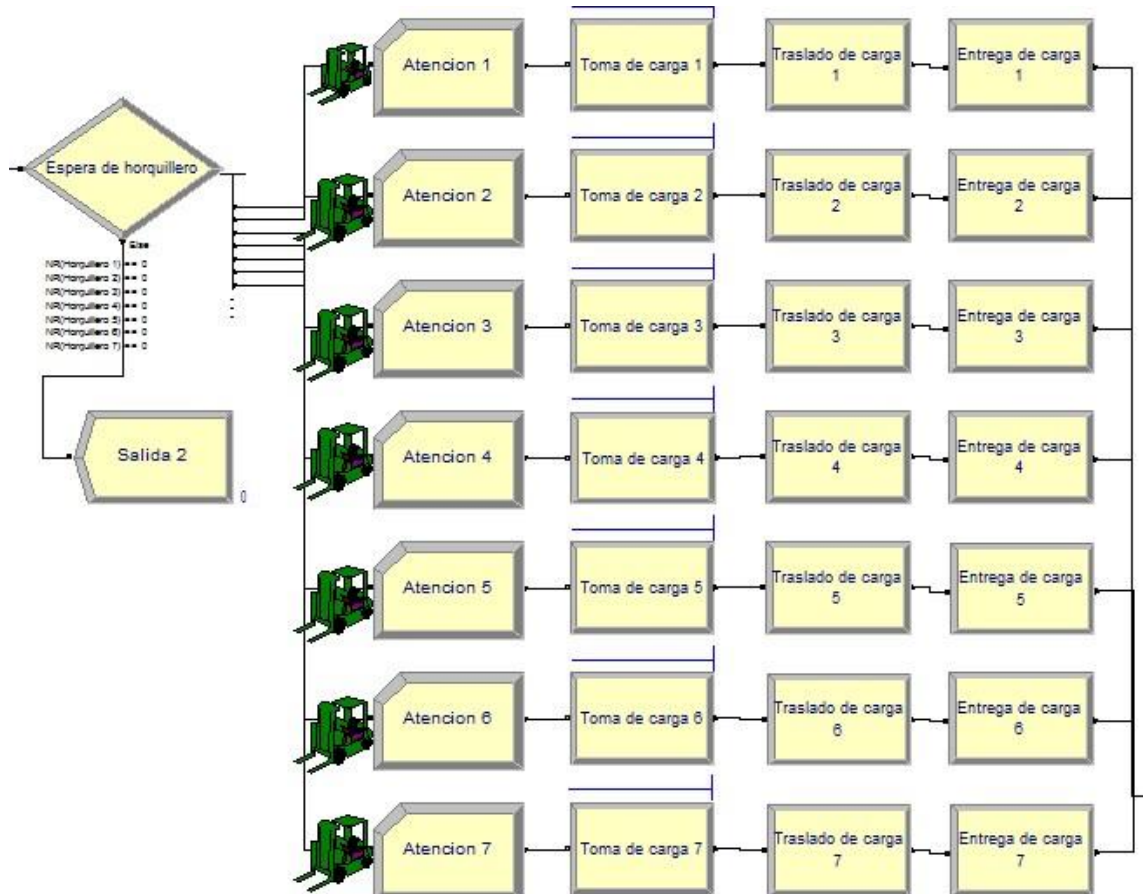
Queue Name: Entrega documentos.Queue

OK Cancel Help

Fuente: Software Arena.

- **Etapa 3: Traslado de cargas**

Figura 58: “Traslado de cargas”



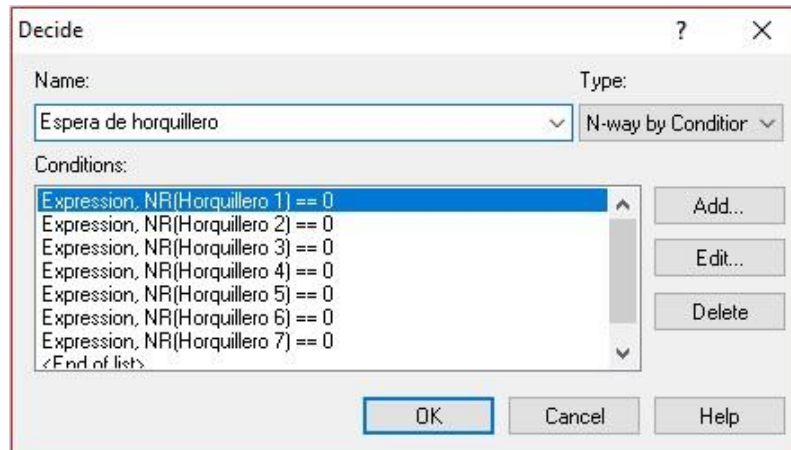
Fuente: Software Arena.

Luego que el Agente de Aduana entrega los documentos necesarios al Receptor Despachador, éste debe indicarle al Horquillero la carga que debe trasladar al camión respectivo.

Para llevar a cabo lo dicho anteriormente, el Módulo “Decide”, nombrado “Espera de horquillero” fue configurado para dirigir las entidades al recurso que se encuentre desocupado. Para esto se utiliza la misma variable NR (nombre del recurso) == 0, tal como muestra la Figura 59 en la cual se han agregado 7 condiciones que son: NR (horquillero 1) == 0, NR (horquillero 2) == 0, (horquillero 3) == 0, (horquillero 4) == 0, (horquillero 5) == 0, (horquillero 6) == 0 y (horquillero 7) == 0; las cuales permitirán indicar a la entidad liberada a cual horquillero debe dirigirse.

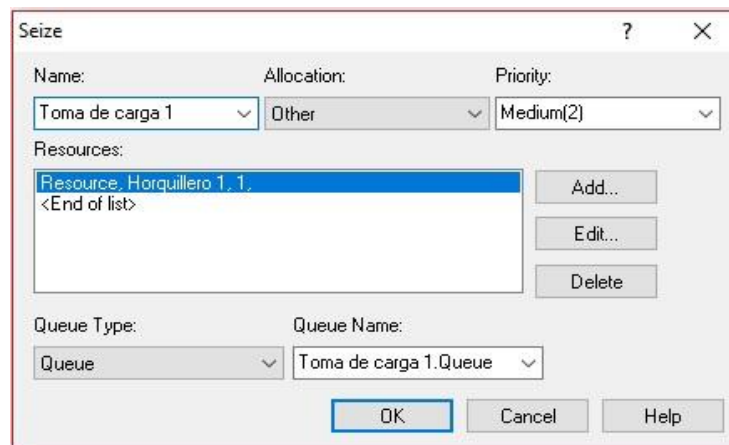
Una vez que se le asigna una carga al horquillero, éste pasará por el Módulo Record llamado “Atención”, donde quedará registrado su ingreso. A partir de lo anterior el horquillero toma la carga a través del Módulo Seize llamado “Toma la carga”, luego traslada la carga a través del Módulo Delay llamado “Traslado de carga” y por último el horquillero entrega la carga a través del Módulo Release “Entrega la carga”.

Figura 59: “Decide Espera de horquillero”



Fuente: Software Arena.

Figura 60: “Seize Toma carga 1”



Fuente: Software Arena.

Figura 61: “Delay Traslado de carga 1”

Delay

Name: Traslado de carga 1

Allocation: Other

Delay Time: 481 + GAMM(426, 2.09)

Units: Seconds

OK Cancel Help

Fuente: Software Arena.

Figura 62: “Release Entrega de carga 1”

Release

Name: Entrega de carga 1

Resources:

- Resource, Horquillero 1, 1
- <End of list>

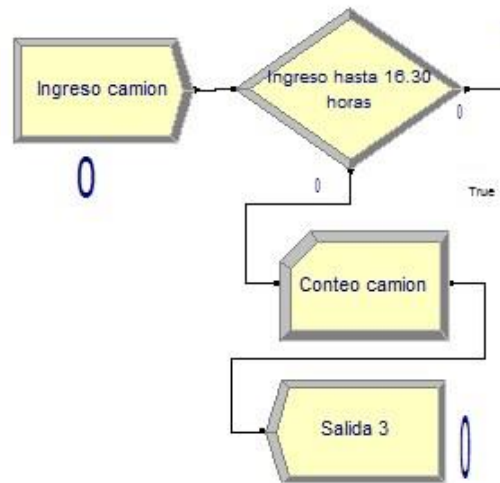
Add... Edit... Delete

OK Cancel Help

Fuente: Software Arena.

- **Etapa 4: Ingreso de camiones al sistema.**

Figura 63: “Ingreso de camiones al sistema”



Fuente: Software Arena.

Como se dijo en un principio, el inicio de la simulación comienza a las 9:00 horas; momento en el que a partir del cual el camión puede hacer ingreso al terminal SAAM Extrportuarios.

Una vez que el camión ingresa a través del Módulo Create, llamado “Ingreso camión” (Figura 64) se generan las entidades del sistema de acuerdo a la distribución obtenida de la herramienta Input Analyzer. Estas entidades serán seleccionadas por el modulo Decide (Figura 65), llamado “Ingreso hasta 16.30 horas”, quien a través de la configuración TNOW < 7.5 dejará que éstas ingresen solo hasta las 16:30 horas; luego de este horario las entidades “camión” serán desviadas al módulo Dispose, llamado “salida 3”, quien eliminará las entidades que no cumplan aquella restricción.

Cabe señalar que el modulo Record llamado “conteo camión”, sólo se utiliza para saber el número de camiones que abandona el sistema a partir de las 16:30 horas.

Figura 64: “Create Ingreso camión”

Create

Name: Ingreso camion Entity Type: Camion

Time Between Arrivals

Type: Expression Expression: NORM(205, 139) Units: Seconds

Entities per Arrival: 1 Max Arrivals: Infinite First Creation: 0.0

OK Cancel Help

Fuente: Software Arena.

Figura 65: “Decide Ingreso hasta 16:30”

Decide

Name: Ingreso hasta 16.30 Type: 2-way by Condition

If: Expression

Value: TNOW <7.5

OK Cancel Help

Fuente: Software Arena.

- Retiro de cargas por parte del camión y salida del sistema.

Figura 66: “Retiro de cargas por parte del camión y salida del sistema”



Fuente: Software Arena.

Una vez que al horquillero se le asignó una carga, éste se la entrega al camión correspondiente, lo cual se lleva a cabo de la siguiente manera:

La entidad “camión” está esperando la carga en el recurso “estacionamiento”, cuya capacidad es de 45 estacionamientos, esta espera se realiza por medio del Módulo Hold, llamado “espera por carga” (Figura 68), para que luego a través del Módulo Signal llamado “entrega de carga” (Figura 67), el horquillero a través de una señal entregue la carga respectiva por medio del Módulo Match, llamado “espera camión por su respectiva carga” (Figura 69). Posteriormente el camión se une con su carga correspondiente a través del Módulo Batch, llamado “unión del camión con su carga suelta directa respectiva” (Figura 70), creándose la entidad “camión cargado”. Luego de lo anterior la entidad “camión cargado” pasa al Módulo Process, llamado “estibación y encarpado de cargas” (Figura 71), para luego pasar al Módulo Decide, llamado “retiro de carga doble jornada” (Figura 72), donde aquellos camiones que tienen que hacer nuevamente retiro de una carga (aproximadamente el 11% de los camiones) permanecen dentro del sistema, de lo contrario, el camión cargado sale del sistema, a través del módulo Dispose llamado “salida de camión cargado”.

Cabe señalar que los camiones que hacen retiro de cargas en doble jornada, pueden hacerlo solo hasta las 20:15 horas, tal como lo indica el Módulo Decide, llamado “retiro de cargas doble jornada hasta 20:15 horas” (Figura 73).

Es importante destacar que el camión ocupa un estacionamiento desde que espera por su carga respectiva, hasta que se termina el proceso de estibación y encarpado de su última carga.

Figura 67: “Signal Entrega de carga”

The screenshot shows a dialog box titled "Signal" with a question mark icon and a close button. It contains the following fields:

- Name:** A dropdown menu with "Entrega de carga" selected.
- Signal Value:** A text input field containing the number "1".
- Limit:** An empty text input field.

At the bottom, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Fuente: Software Arena.

Figura 68: “Hold Espera por carga”

The screenshot shows a dialog box titled "Hold" with a question mark icon and a close button. It contains the following fields:

- Name:** A dropdown menu with "Espera por carga" selected.
- Type:** A dropdown menu with "Wait for Signal" selected.
- Wait for Value:** A text input field containing the number "1".
- Limit:** A text input field containing the number "1".
- Queue Type:** A dropdown menu with "Queue" selected.
- Queue Name:** A dropdown menu with "Espera por carga.Queue" selected.

At the bottom, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Fuente: Software Arena.

Figura 69: “Match Espera camión por su respectiva carga”

The screenshot shows a dialog box titled "Match" with a question mark icon and a close button. It contains the following fields:

- Name:** A dropdown menu with "Espera camion por su respectiva car" selected.
- Number to Match:** A dropdown menu with "2" selected.
- Type:** A dropdown menu with "Any Entities" selected.

At the bottom, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Fuente: Software Arena.

Figura 70: “Batch Unión del camión con su carga respectiva”

Batch

Name: Union del camion con su carg

Type: Permanent

Batch Size: 2

Save Criterion: Sum

Rule: Any Entity

Representative Entity Type: camion cargado

OK Cancel Help

Fuente: Software Arena.

Figura 71: “Process Estibación y encarpado de cargas”

Process

Name: Estibacion y encarpado de cargas

Type: Standard

Logic

Action: Seize Delay Release

Priority: Medium(2)

Resources:

Resource, Estacionamientos, 1

<End of list>

Delay Type: Expression

Units: Seconds

Allocation: Value Added

Expression: 1.2e+003 + WEIB(1.55e+003, 1.32)

Report Statistics

OK Cancel Help

Fuente: Software Arena.

Figura 72: “Decide Retiro de carga doble jornada”

The screenshot shows a dialog box titled "Decide" with a question mark icon and a close button. It contains the following fields:

- Name:** Retiro de carga doble jornada
- Type:** 2-way by Chance
- Percent True (0-100):** 89 %

At the bottom, there are three buttons: OK, Cancel, and Help.

Fuente: Software Arena.

Figura 73: “Decide Retiro de carga doble jornada hasta 20.15 horas”

The screenshot shows a dialog box titled "Decide" with a question mark icon and a close button. It contains the following fields:

- Name:** Retiro de carga doble jornada hasta 20.15 horas
- Type:** 2-way by Condition
- If:** Expression
- Value:** TNOW < 11.15

At the bottom, there are three buttons: OK, Cancel, and Help.

Fuente: Software Arena.

Figura 74: “Run Setup”

The image shows the 'Run Setup' dialog box in Arena software. The 'Replication Parameters' tab is selected. The 'Number of Replications' is set to 150. The 'Start Date and Time' is set to 'jueves, 24 de noviembre de 2016 11:42:35'. The 'Warm-up Period' is 0.0, and the 'Time Units' for this field are 'Seconds'. The 'Replication Length' is 12, and the 'Time Units' for this field are 'Hours'. The 'Hours Per Day' is 24. The 'Base Time Units' are 'Hours'. The 'Terminating Condition' field is empty. The 'Initialize Between Replications' section has 'Statistics' and 'System' checked. The 'Aceptar' button is highlighted.

Fuente: Software Arena.

Es importante señalar que la simulación será configurada a través de la opción Run Setup, dentro del cual se establecerán:

- ✓ Número de réplicas: el número de réplicas que se llevará a cabo serán de 150, con la finalidad de poder asegurar que la longitud de la simulación sea lo suficientemente grande para que Arena realice el análisis estadístico y proporcione todos los datos necesarios.
- ✓ Warm up: el warm up será 0.0, el cual indica que el período de estabilización del modelo en este caso es cero ya que la atención comienza y termina sin usuarios.
- ✓ Largo de la réplica: el largo de la réplica será de 12 horas, con la finalidad de asegurar la atención de todos los usuarios.
- ✓ Horas por día: 24 horas.

6.3.5. Verificación del modelo.

La verificación del modelo permite comprobar que los procesos modelados funcionen de manera adecuada, asegurando a su vez que se comporten de acuerdo a lo programado.

Para lo anterior se han usado casos simplificados de corridas, para comprobar que las entidades sigan el camino correcto, que se cumplan las horas de ingresos, que se cumplan los tiempos de espera, que se cumplan las entregas de cargas y el traslado de éstas cuando un horquillero se encuentre disponible y se cumpla el proceso establecido en cuanto a orden y tiempo; para que finalmente, una vez finalizado el proceso las entidades se liberen del sistema.

Para llevar a cabo la verificación se ha establecido que solo una entidad puede ingresar al sistema, con la finalidad de poder seguir su trayectoria, asegurando que se cumplan las condiciones establecidas.

1. En el módulo Create llamado "Ingreso documentos", se ingresa un máximo de 1 arribo, como se muestra en la Figura 75.

Figura 75: "Verificación Ingreso documentos"

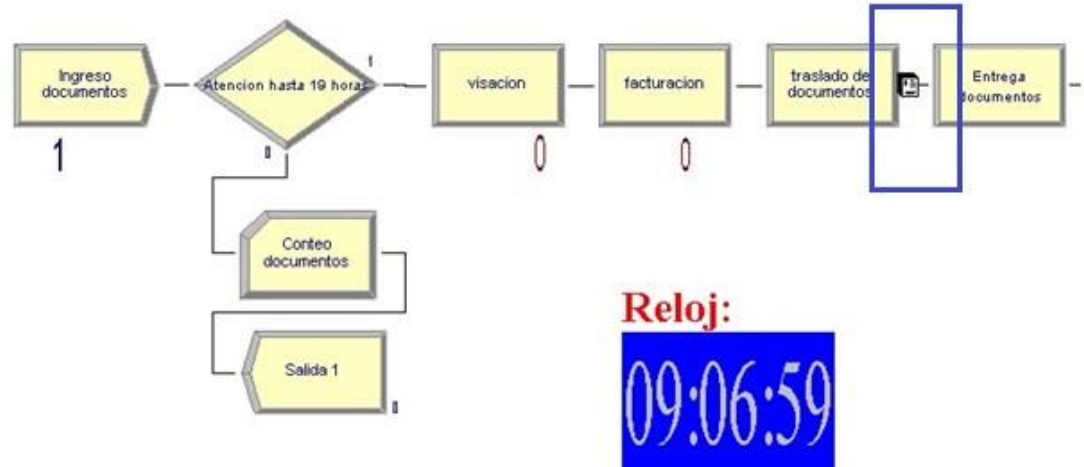
The image shows a 'Create' dialog box with the following fields and values:

Field	Value
Name	Ingreso documentos
Entity Type	Documentos
Time Between Arrivals Type	Expression
Time Between Arrivals Expression	NORM(238, 143)
Time Between Arrivals Units	Seconds
Entities per Arrival	1
Max Arrivals	1
First Creation	0.0

Fuente: Software Arena

2. El Agente de Aduana ingreso con la entidad "documentos" a partir de las 9:00 horas, dirigiéndose al módulo de Visación y Facturación; para luego trasladar y entregar los documentos al Receptor Despachador, como se muestra en la Figura 76.

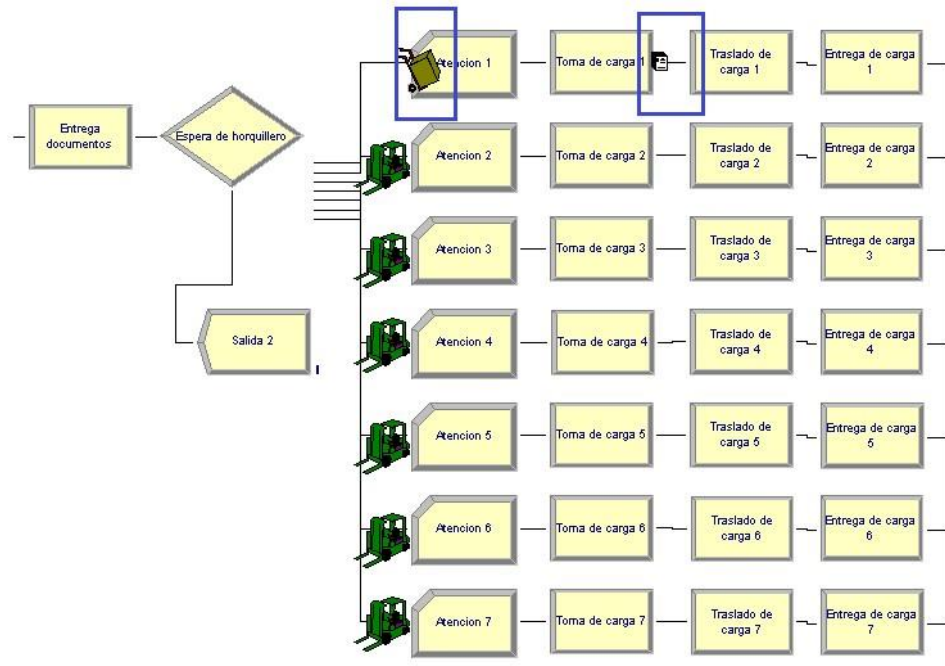
Figura 76: “Verificación visación, facturación y traslado de documentos”



Fuente: Software Arena

3. Luego que el Receptor Despachador recibe los documentos de la carga respectiva, éste le asigna dicha carga al horquillero para que la traslade al camión correspondiente, como se muestra en la Figura 77.

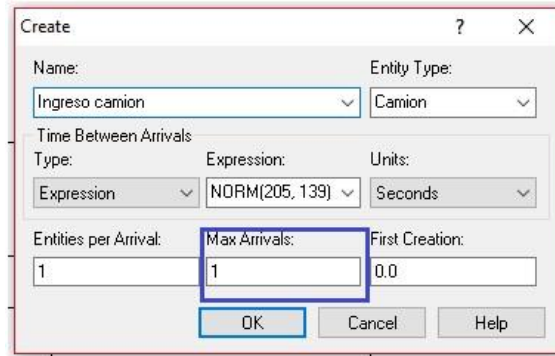
Figura 77: “Verificación Traslado documentos”



Fuente: Software Arena

- En el módulo Create llamado “Ingreso camión”, se ingresa un máximo de 1 arribo, como se muestra en la Figura 78.

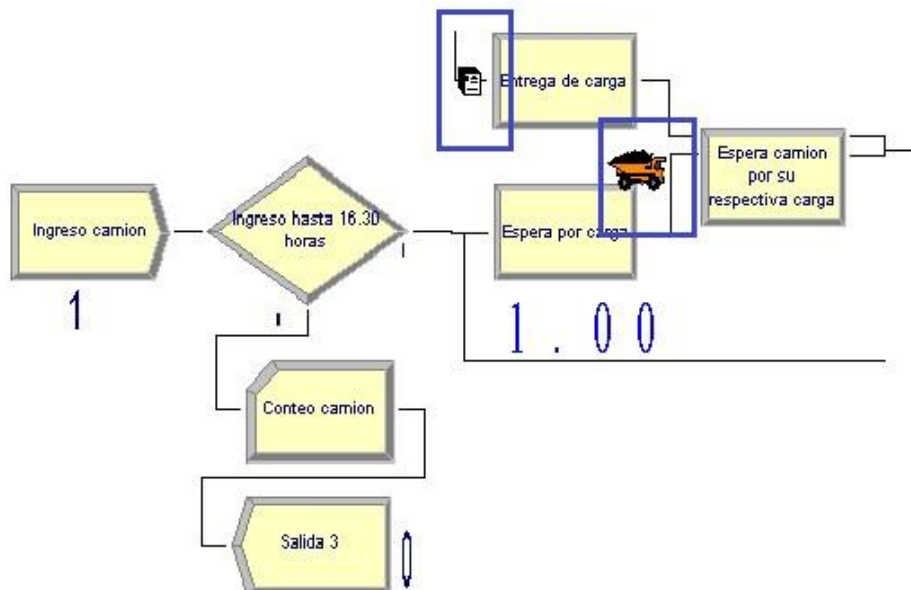
Figura 78: “Verificación Ingreso camión”



Fuente: Software Arena

- Luego que ingresa la entidad “camión” al terminal SAAM Extraportuarios a partir de las 9:00 horas, éste espera que el horquillero le entregue su carga respectiva, en el estacionamiento disponible en ese momento, como se muestra en la Figura 79.

Figura 79: “Verificación Entrega de carga”



Fuente: Software Arena

- Una vez que el camión es cargado con su carga respectiva, se genera la entidad “camión cargado”, la cual pasa al módulo llamado “estibación y encarpado de carga”, como se muestra en la Figura 80.

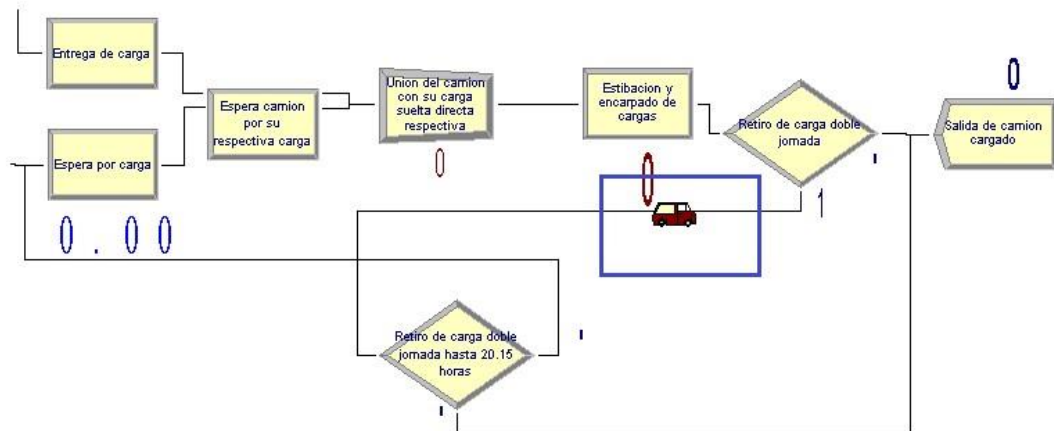
Figura 80: “Verificación Estibación y encarpado de carga”



Fuente: Software Arena

- Una vez realizada la estibación y encarpado de cargas, la entidad “camión cargado” se mantiene en el sistema utilizando un estacionamiento, siempre cuando tenga una carga por retirar en otra jornada, como se muestra en la Figura 81.

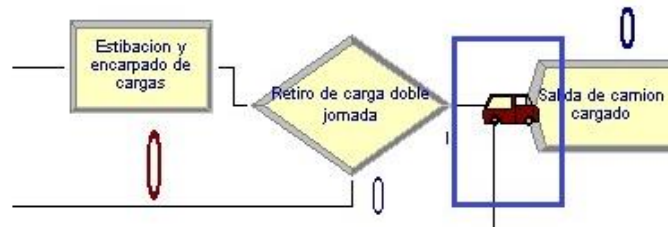
Figura 81: “Verificación Retiro doble jornada”



Fuente: Software Arena

- Por otra parte aquellos camiones cargados que no deben retirar más cargas salen del sistema, a través del módulo Dispose llamado “salida de camión cargado”, como se muestra en la Figura 82; comprobando el correcto funcionamiento del sistema, quedando verificado el modelo.

Figura 82: “Verificación Salida camión cargado”



Fuente: Software Arena

6.3.6. Validación del modelo.

Validación es la consistencia que existe entre el modelo computacional y la realidad del sistema en cuestión, aquí se debe asegurar que el modelo simulado considere que todas las condiciones, comportamientos y supuestos sean lo más parecido a la realidad.

Para lo anterior se considerara que la variable tiempo de espera por carga se distribuye normalmente en la población SAAM Extraportuarios con Ω y media muestral conocida.

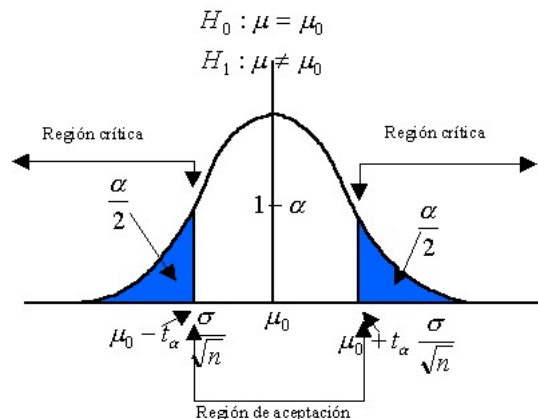
Por lo tanto de acuerdo a lo explicado en el marco teórico si la variable se distribuye normalmente en la población, la distribución muestral de la media es normal con media igual a la media de la población y desviación típica igual a:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

A partir de lo anterior se trata de obtener el intervalo de confianza el cual se estima que se encontrará la media de la población, conociendo la media de la muestra y empleando la desviación típica de ésta. Además, es importante señalar que teóricamente se debería utilizar la distribución t de Student, pero dado que el tamaño de la muestra es muy grande (7894), se utiliza la distribución normal.

En la figura 84 podemos observar la región crítica y la región de aceptación, donde la primera indica el campo de variación del estadístico, de tal manera que si contiene al valor evaluado del mismo con los datos muestrales nos llevará a rechazar la hipótesis. En cuanto a la región de aceptación ésta es complementaria a la región crítica y si el valor evaluado del estadístico pertenece a ella: no rechazamos la hipótesis.

Figura 83: “Figura de región crítica y aceptación”



Fuente: Brown y Forsythe, 74

Para poder calcular el intervalo de confianza del valor esperado se utiliza la siguiente fórmula:

$$\left(\bar{x} - z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{x} + z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

Una vez realizado lo anterior se lleva a cabo una prueba de hipótesis donde se establece lo siguiente:

H1= La media simulada si está dentro del intervalo de confianza.

H0= La media simulada no está dentro del intervalo de confianza.

Si la media de la población es un valor comprendido dentro del intervalo de confianza, se rechazará la hipótesis nula; de lo contrario ésta se aprueba.

- Calculo del intervalo de confianza

A través de los datos adquiridos durante los meses de noviembre 2015, diciembre 2015, enero 2016 y febrero 2016 se obtiene lo siguiente:

\bar{x} = 5459

z= 1.645

σ = 3743

n= 7894

Al aplicar la fórmula del cálculo de intervalo de confianza, se obtiene lo siguiente:

$$\{5459 - (1,645 \cdot (3743/\sqrt{7894})); 5459 + (1,645 \cdot (3743/\sqrt{7894}))\}$$

{5390; 5528}

El intervalo resultante corresponde a segundos, el cual equivale a 1 hora 29 minutos 50 segundos y 1 hora 32 minutos 8 segundos.

- Comparación con la simulación

El reporte otorgado por arena entrega un valor promedio de tiempo de espera para el retiro de cargas de 1,5126 horas lo que equivale a 1 hora 30 minutos y 45 segundos, como se muestra en la figura 84:

Figura 84: “Reporte simulación para validar modelo”

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Espera por carga.Queue	1.5126	< 0,06	0.3973	2.4910	0.00089296	4.7740

Fuente: Software Arena

Esto significa que la media simulada si está dentro del intervalo de confianza, por lo que se procede a rechazar la hipótesis nula con un 95% de confianza, lo que permite considerar que el modelo es válido.

6.4. Evaluar escenarios para mejorar el desempeño del sistema.

Para llevar a cabo la evaluación de escenarios, es importante señalar que el problema planteado: “largos tiempo de espera por parte de los camiones en el proceso de internación de cargas sueltas directas, dentro del terminal SAAM Extraportuarios”, se ve principalmente afectado por la etapa de Despacho (traslado de documentos, traslado de cargas, estibación y encarpado de cargas), ya que esta etapa al llevarse a cabo dentro del terminal, genera que la capacidad disponible de estacionamientos (45 estacionamientos) no cubra de manera adecuada la demanda existente de camiones. Lo anterior se traduce en atochamientos dentro del terminal, ya que el promedio de camiones en fila asciende a 74 aproximadamente, lo que se ve reflejado en el modelo simulado.

A partir de lo anterior se plantean 3 escenarios alternativos que analizan y entregan resultados que permiten interpretar 1 o más soluciones.

6.4.1. Escenario 1: Situación actual con aumento de la demanda.

Este escenario consiste en utilizar los datos obtenidos de la situación actual, donde el tiempo de espera por parte de los camiones para hacer retiro de las cargas respectivas, es de 1 hora 31 minutos aproximadamente de acuerdo al reporte obtenido del software Arena.

A partir de lo anterior se lleva a cabo el aumento de la demanda de camiones e ingreso de documentos, con la finalidad de poder observar cómo se comporta la capacidad actual de estacionamientos y el tiempo de espera de camiones frente a éstos aumentos de demanda.

- Situación 1: aumento de la demanda en un 10%.

Tabla 11: “Escenario 1, situación 1”

	Situación actual	Aumento 10% demanda
Tiempo de espera promedio por parte del camiones, para retiro la carga respectiva	1:30:45	1:39:12
Ingreso promedio camión diario	129	145
Salida promedio camión diario	129	145
Número promedio de camiones en fila	74	85

Fuente: Elaboración propia

- Situación 2: Aumento de la demanda en un 30%

Tabla 12: “Escenario 1, situación 2”

	Situación actual	Aumento 30% demanda
Tiempo de espera promedio por parte del camiones, para retiro la carga respectiva	1:30:45	2:00:38
Ingreso promedio camión diario	129	176
Salida promedio camión diario	129	176
Número promedio de camiones en fila	74	104

Fuente: Elaboración propia

- Situación 3: Aumento de la demanda en un 50%

Tabla 13: “Escenario 1, situación 3”

	Situación actual	Aumento 50% demanda
Tiempo de espera promedio por parte del camiones, para retiro la carga respectiva	1:30:45	2:16:20
Ingreso promedio camión diario	129	199
Salida promedio camión diario	129	199
Número promedio de camiones en fila	74	116

Fuente: Elaboración propia

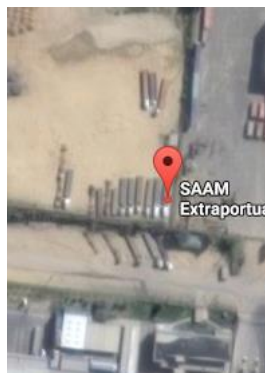
Como se muestra en las tres situaciones del escenario 1, el tiempo de espera por parte de los camiones para hacer retiro de las cargas sueltas respectivas, es mayor a medida que la demanda de camiones y documentos aumenta a través del tiempo. Lo anterior se traduce que la capacidad actual de 45 estacionamientos se ve constantemente superada, generando atochamientos dentro del terminal de SAAM Extraportuarios.

Es por lo anterior que este escenario no cumple con el objetivo planteado de reducir los tiempos de espera por parte de los camiones, para hacer retiro de cargas sueltas directas en el terminal de SAAM Extraportuarios.

6.4.2. Escenario 2: Rediseño de la etapa de Despacho (considerando un nuevo terreno y el aumento de la demanda)

En base a los datos utilizados en el escenario 1; se lleva a cabo el rediseño de la etapa de Despacho, el cual considera la existencia de un terreno perteneciente a SAAM Extraportuarios de aproximadamente 7.200 m² (lo que equivale a 215 estacionamientos en promedio, considerando su uso en su máxima capacidad) el que se encuentra al frente del terminal SAAM Extraportuarios (Figura 85).

Figura 85: “Terreno nuevo”



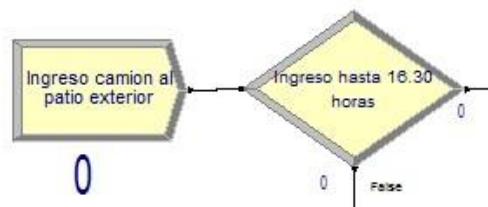
Fuente: www.google.cl/maps

Para llevar a cabo el rediseño de la etapa de Despacho, se construyó en el Software Arena un nuevo modelo, el que en relación al del escenario actual, cambia en el siguiente orden y composición:

- Ingreso camión al patio exterior.

En la Figura 86, se observa el ingreso de la entidad camión al módulo create, llamado “Ingreso camión al patio exterior”, para luego dirigirse al módulo decide, llamado “Ingreso hasta 16:30 horas”.

Figura 86: “Ingreso camión al patio exterior”



Fuente: Software arena

A través del módulo Create se lleva a cabo el ingreso del camión al patio exterior, como se muestra en la figura 87.

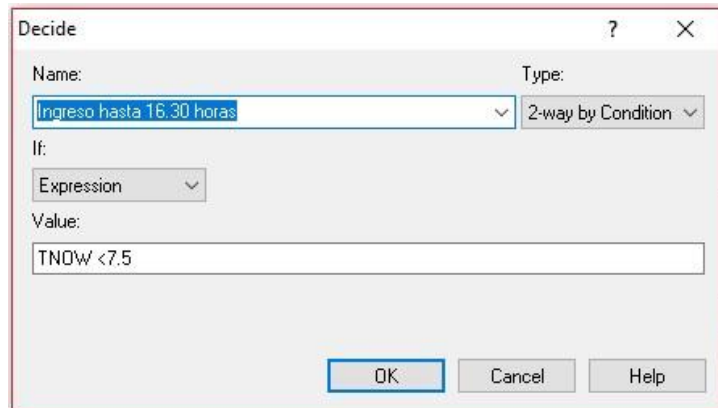
Figura 87: “Módulo Create, Ingreso camión al patio exterior”

La imagen muestra un cuadro de diálogo con el título "Create".
- Nombre: Ingreso camion al patio exterior
- Entity Type: Camion
- Time Between Arrivals: Type: Expression, Expression: 23 + 452 * BETA1, Units: Seconds
- Entities per Arrival: 1
- Max Arrivals: Infinite
- First Creation: 0.0
Botones: OK, Cancel, Help

Fuente: Software Arena

El modulo decide será configurado para que la entidades camión, ingresen al patio exterior, hasta las 16:30 horas, como se muestra en la figura 88.

Figura 88: “Módulo Decide, Ingreso hasta 16:30 horas”

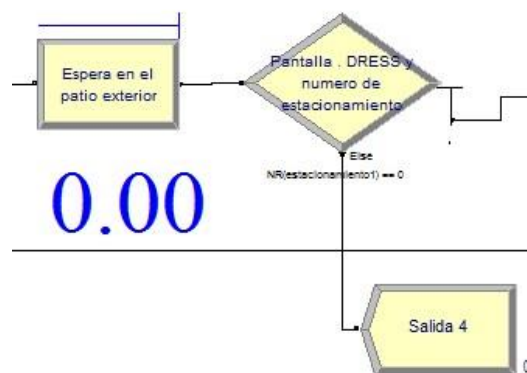


Fuente: Software Arena

- Espera en el patio exterior

En la Figura 89, se observa la espera de la entidad camión a través del módulo Hold, llamado “Espera en el patio exterior”, para luego dirigirse al módulo Decide llamado “Pantalla, DRES y número de estacionamiento”.

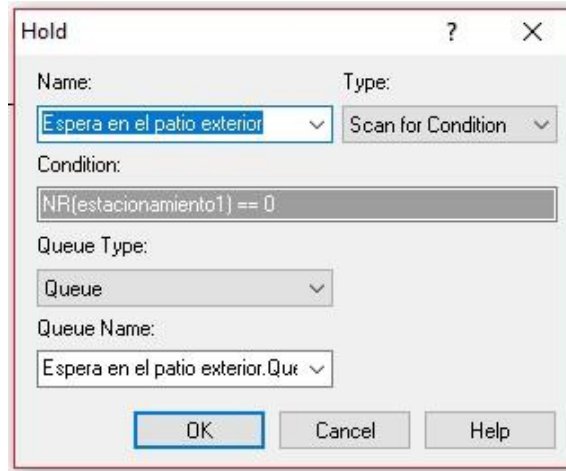
Figura 89: “Espera en el patio exterior”



Fuente: Software Arena

El modulo "Hold" está configurado para que las entidades camión esperen en el patio exterior, hasta que la pantalla indique que debe hacer ingreso al terminal SAAM Extraportuarios, como se muestra en la figura 90.

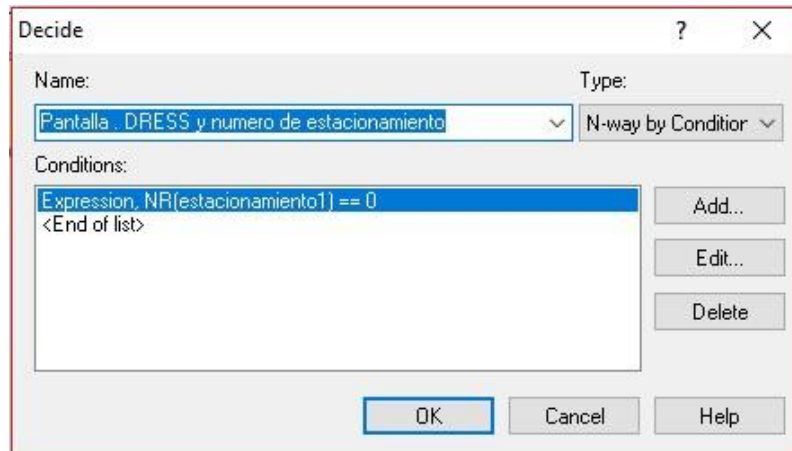
Figura 90: "Módulo Hold, espera en el patio exterior"



Fuente: Software Arena

El módulo Decide está configurado para que la entidad camión haga ingreso al terminal de SAAM Extraportuarios, una vez que la pantalla indique el DRES y número de estacionamiento, como se muestra en la figura 91.

Figura 91: "Módulo decide, Pantalla, DRES, y numero de estacionamiento"

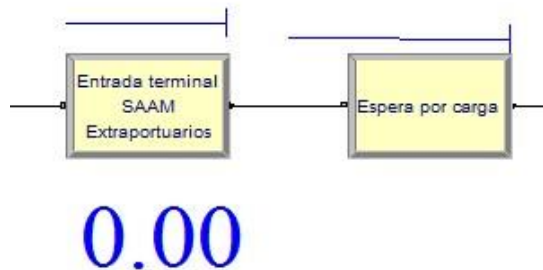


Fuente: Software Arena

- Entrada al terminal SAAM Extraportuarios

En la Figura 92, se observa la entrada de la entidad camión al terminal a través del módulo Seize, llamado “Entrada terminal SAAM Extraportuarios”, para luego dirigirse al módulo Hold llamado “Espera por carga”.

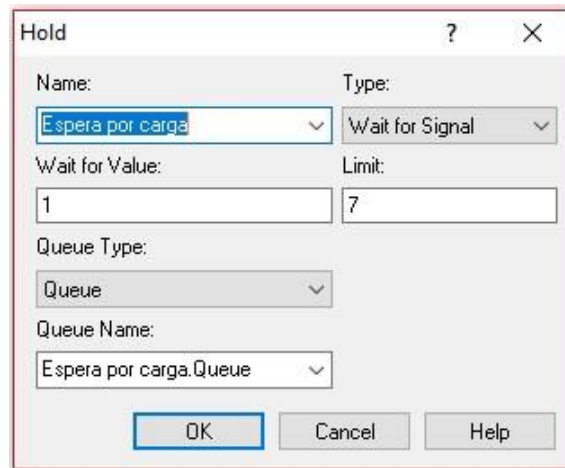
Figura 92: “Entrada terminal SAAM Extraportuarios”



Fuente: Software Arena

Como se muestra en la figura 93, el módulo Hold se encuentra configurado para que una vez que el camión ingresa al terminal de SAAM Extraportuarios, éste espere a que el horquillero le entregue la carga respectiva.

Figura 93: “Modulo Hold, espera por carga”

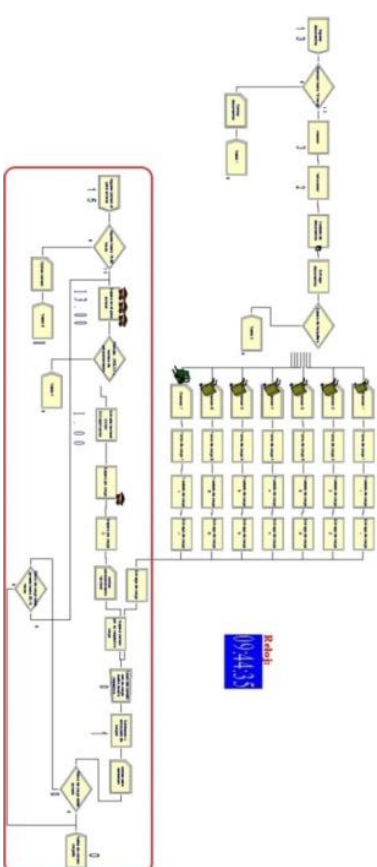


Fuente: Software Arena

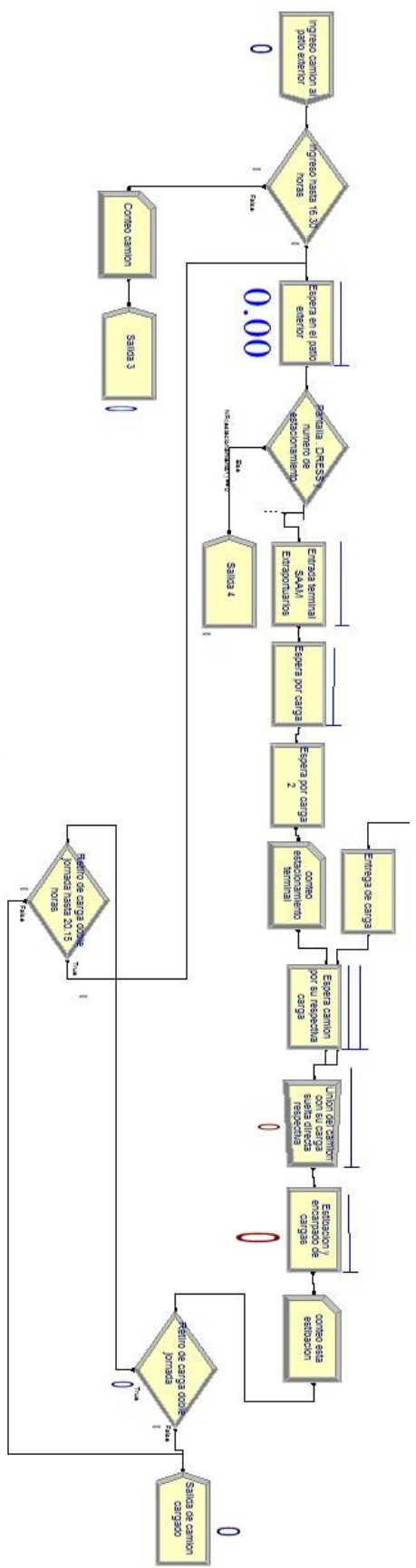
Estructura final del modelo del Escenario 2, correspondiente a la etapa de Despacho:

Como se muestra en la Figura 94, el rediseño de la etapa de Despacho consiste en que el camión hará ingreso a este nuevo terreno (modulo ingreso camión al patio exterior) mencionado anteriormente, donde llevará a cabo la espera para hacer retiro de la carga respectiva (modulo espera en el patio exterior). Una vez que el Agente de Aduana realiza el traslado de documentos al Receptor Despachador, el camión recién podrá ingresar al terminal (modulo entrada terminal SAAM Extraportuarios) luego que una pantalla indique el número de DRES de la carga respectiva que debe ser retirada y el número de estacionamiento en que el camión debe situarse dentro del terminal (modulo pantalla DRES y número de estacionamiento).

Figura 94: “Escenario 2 simulado en Software Arena”



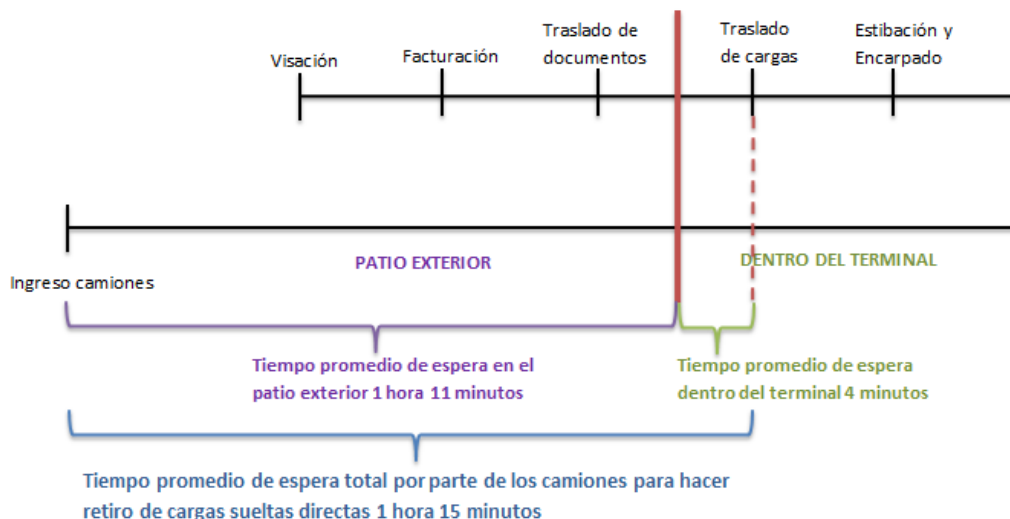
Rediseño de la etapa de Despacho.



Fuente: Software Arena.

Es importante señalar, que el tiempo promedio de espera total por parte de los camiones para hacer retiro de cargas sueltas directas, considera la hora desde que el camión ingresa al patio exterior hasta que el camión recibe la carga respectiva dentro del terminal, tal como se muestra en la Figura 95.

Figura 95: “Esquema escenario 2 del tiempo promedio de espera total por parte de los camiones para hacer retiro de cargas sueltas directas”



Fuente: Elaboración propia

A partir de lo mencionado anteriormente, se lleva a cabo el aumento de la demanda de camiones e ingreso de documentos, obteniendo los siguientes resultados:

- Situación 1: Aumento de la demanda en un 10%, considerando la existencia de un nuevo terreno.

Tabla 14: “Escenario 2, situación 1”

	Situación con terreno	Aumento 10% demanda
Tiempo de espera promedio en patio exterior	1:11:43	1:17:36
Tiempo de espera promedio en terminal SAAM Extraportuarios	0:03:39	0:03:58
Tiempo promedio total de espera	1:15:22	1:21:34
Ingreso promedio camión diario	129	145
Salida promedio camión diario	129	145
Número promedio de camiones en fila	61	70

Fuente: Elaboración propia

- Situación 2: Aumento de la demanda en un 30%, considerando la existencia de un nuevo terreno.

Tabla 15: “Escenario 2, situación 2”

	Situación con terreno	Aumento 30% demanda
Tiempo de espera promedio en patio exterior	1:11:43	1:33:58
Tiempo de espera promedio en terminal SAAM Extraportuarios	0:03:39	0:04:16
Tiempo promedio total de espera	1:15:22	1:38:14
Ingreso promedio camión diario	129	176
Salida promedio camión diario	129	176
Número promedio de camiones en fila	61	87

Fuente: Elaboración propia

- Situación 3: Aumento de la demanda en un 50%, considerando la existencia de un nuevo terreno.

Tabla 16: “Escenario 2, situación 3”

	Situación con terreno	Aumento 50% demanda
Tiempo de espera promedio en patio exterior	1:11:43	1:46:07
Tiempo de espera promedio en terminal SAAM Extraportuarios	0:03:39	0:04:27
Tiempo promedio total de espera	1:15:22	1:50:34
Ingreso promedio camión diario	129	199
Salida promedio camión diario	129	199
Número promedio de camiones en fila	61	97

Fuente: Elaboración propia

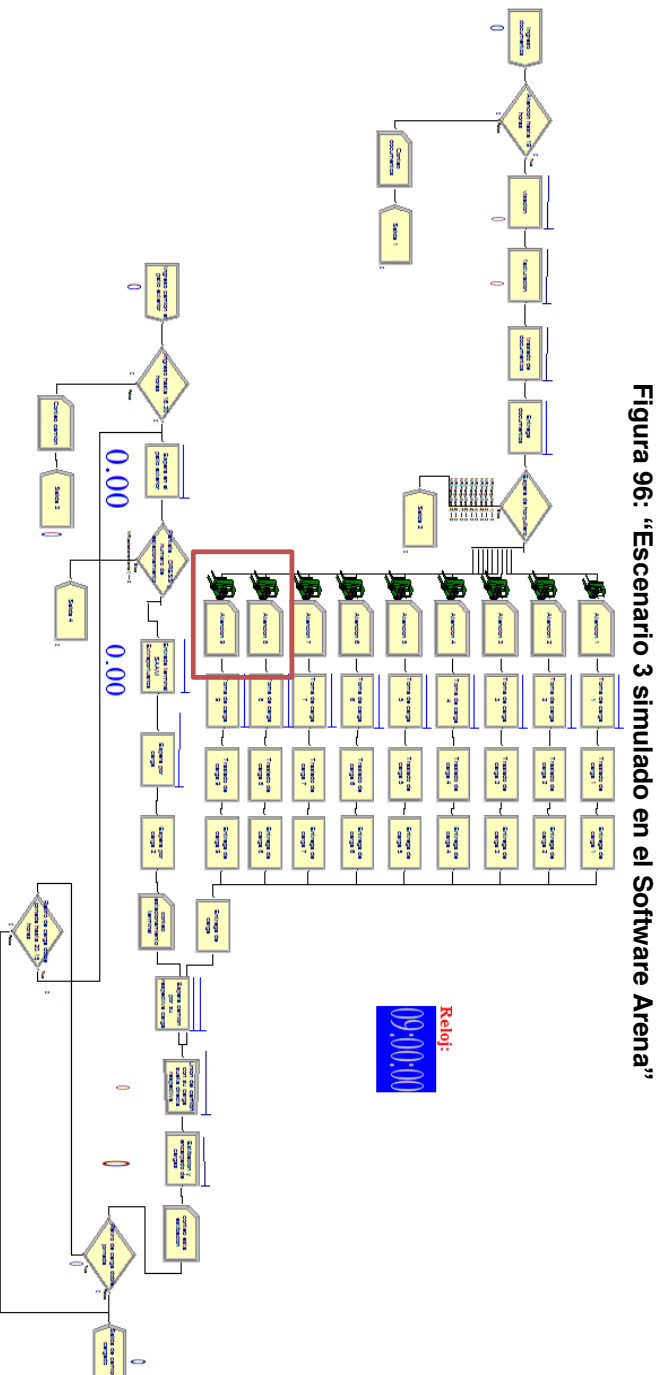
Como se muestra en las tres situaciones del escenario 2, al contar con la existencia de un nuevo terreno se puede cubrir de mejor manera la demanda de camiones en relación a la capacidad de estacionamientos disponibles, la cual asciende a 215. Lo anterior se traduce en que el tiempo de espera total por parte de los camiones para hacer retiro de las cargas sueltas respectivas disminuya en 15 minutos aproximadamente, con respecto a la situación actual del escenario 1. Sin embargo al aumentar la demanda de camiones y documentos, el tiempo de espera total de los camiones también aumenta, no obstante este tiempo de espera sigue siendo menor en comparación a las tres situaciones del escenario 1.

Es por lo anterior que este escenario cumple con el objetivo planteado de reducir los tiempos de espera por parte de los camiones, para hacer retiro de cargas sueltas directas en el terminal de SAAM Extraportuarios.

6.4.3. Escenario 3: Rediseño de la etapa de Despacho (considerando un nuevo terreno, la existencia dos horquilleros más para el traslado de cargas y un aumento de la demanda)

Este escenario consiste en el rediseño efectuado en el escenario 2, incorporando la existencia de 2 horquilleros más para el traslado de cargas sueltas directas, como se muestra en la figura 96.

Es importante señalar que se considerará la incorporación de 2 horquilleros (pertenecientes al retiro de cargas sueltas indirectas), ya que son los que actualmente la empresa SAAM Extraporitario tiene disponibles, sin la necesidad de contratar más horquilleros.



Fuente: Software Arena.

A partir de lo mencionado anteriormente se lleva a cabo el aumento de la demanda de camiones e ingreso de documentos, obteniendo los siguientes resultados:

- Situación 1: Aumento de la demanda en un 10%, considerando la existencia de un nuevo terreno y de 2 horquilleros más.

Tabla 17: “Escenario 3, situación 1”

	Situación con terreno	Aumento 10% demanda
Tiempo de espera promedio en patio exterior	1:01:12	1:06:36
Tiempo de espera promedio en terminal SAAM Extraportuarios	0:03:02	0:03:34
Tiempo promedio total de espera	1:04:14	1:10:10
Ingreso promedio camión diario	129	145
Salida promedio camión diario	129	145
Número promedio de camiones en fila	51	60

Fuente: Elaboración propia

- Situación 2: Aumento de la demanda en un 30%, considerando la existencia de un nuevo terreno y de 2 horquilleros más.

Tabla 18: “Escenario 3, situación 2”

	Situación con terreno	Aumento 30% Demanda
Tiempo de espera promedio en patio exterior	1:01:12	1:20:29
Tiempo de espera promedio en terminal SAAM Extraportuarios	0:03:02	0:03:59
Tiempo promedio total de espera	1:04:14	1:24:28
Ingreso promedio camión diario	129	176
Salida promedio camión diario	129	176
Número promedio de camiones en fila	51	76

Fuente: Elaboración propia

- Situación 3: Aumento de la demanda en un 50%, considerando la existencia de un nuevo terreno y de 2 horquilleros más.

Tabla 19: “Escenario 3, situación 3”

	Situación con terreno	Aumento 50% demanda
Tiempo de espera promedio en patio exterior	1:01:12	1:31:15
Tiempo de espera promedio en terminal SAAM Extraportuarios	0:03:02	0:04:19
Tiempo promedio total de espera	1:04:14	1:35:34
Ingreso promedio camión diario	129	199
Salida promedio camión diario	129	199
Número promedio de camiones en fila	51	84

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en las tres situaciones del escenario 3, al contar con la existencia del nuevo terreno y los 2 horquilleros extras, se puede cubrir de manera adecuada la demanda de camiones en relación a la capacidad de estacionamientos disponibles, la cual asciende a 215. Lo anterior se traduce en que el tiempo de espera total por parte de los camiones para hacer retiro de las cargas sueltas respectivas disminuye en 26 minutos aproximadamente con respecto a la situación actual del escenario 1. Sin embargo, a medida que la demanda de camiones y documentos aumenta, el tiempo de espera total de los camiones también aumenta, no obstante este tiempo de espera sigue siendo menor en comparación a las tres situaciones del escenario 1.

Es por lo anterior que este escenario cumple con el objetivo planteado de reducir los tiempos de espera por parte de los camiones, para hacer retiro de cargas sueltas directas en el terminal de SAAM Extraportuarios.

6.5. Propuesta de mejora.

Una vez evaluados los 3 escenarios, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 20: “Cuadro comparativo de escenarios”

	Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3					
	Situación actual	Situación 1: Aumento 10% demanda	Situación 2: Aumento 30% demanda	Situación 3: Aumento 50% demanda	Situación con terreno	Situación 1: Aumento 10% demanda	Situación 2: Aumento 30% demanda	Situación 3: Aumento 50% demanda	Situación con terreno y horquilleros	Situación 1: Aumento 10% demanda	Situación 2: Aumento 30% demanda	Situación 3: Aumento 50% demanda
Número de camiones que ingresan	129	145	176	199	129	145	176	199	129	145	176	199
Capacidad de estacionamiento espera por el retiro de carga	45	45	45	45	215	215	215	215	215	215	215	215
Tiempo de espera en el patio exterior	0	0	0	0	1:11:43	1:17:36	1:33:58	1:46:07	1:01:12	1:06:36	1:20:29	1:31:15
Tiempo de espera en el terminal SAAM	1:30:45	1:39:12	2:00:38	2:16:20	0:03:39	0:03:58	0:04:16	0:04:27	0:03:02	0:03:34	0:03:59	0:04:19
Extrapolarios												
Tiempo total de espera en el patio exterior e interior	1:30:45	1:39:12	2:00:38	2:16:20	1:15:22	1:21:34	1:38:14	1:50:34	1:04:14	1:10:10	1:24:28	1:35:34

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 20, se puede inferir que en el escenario 1 la capacidad de estacionamientos se ve superada en relación a la demanda de camiones, lo que se traduce en filas y atochamientos dentro del terminal. En cambio, tanto en el escenario 2 como en el 3 la capacidad de estacionamientos no se ve superada.

Además, se puede observar que el escenario 2 y 3 cumplen con el objetivo de reducir el tiempo de espera por parte de los camiones que van a hacer retiro de cargas sueltas directas, a diferencia del escenario 1. Sin embargo, el escenario 3 permite que el tiempo de espera sea mucho menor, al considerar la existencia de 2 horquilleros en el proceso de internación de cargas sueltas directas.

Es por lo dicho anteriormente, que la propuesta de mejora seleccionada para SAAM Extraportuarios es el escenario 3: "Rediseño de la etapa de Despacho, considerando un nuevo terreno y la existencia de dos horquilleros más para el traslado de cargas", ya que es el escenario que mejor responde al objetivo planteado de reducir el tiempo de espera por parte de los camiones para hacer retiro de cargas sueltas directas, considerando aumentos de la demanda y la disminución de ésta.

El escenario 3 considera el rediseño del proceso de internación de cargas sueltas directas (específicamente de la etapa de Despacho) el que incluye el aumento del número de estacionamientos a partir de la existencia del patio exterior, además de considerar 2 nuevos horquilleros que permiten cubrir de mejor manera el traslado de las cargas.

Además, como se mencionó anteriormente, este escenario permite que con aumentos de la demanda de camiones de hasta un 50%, la capacidad disponible de estacionamientos pueda ser cubierta de manera adecuada, quedando incluso estacionamientos disponibles.

Al contar con el nuevo terreno y la existencia de 2 horquilleros se reduce el tiempo de espera por parte de los camiones para hacer retiro de cargas sueltas directas en 26 minutos 31 segundos aproximadamente con respecto a la situación actual sin considerar aumentos en la demanda; (como se muestra en la tabla 21) pudiéndose a su vez reducir el atochamiento de camiones que se genera dentro del terminal de SAAM Extraportuarios.

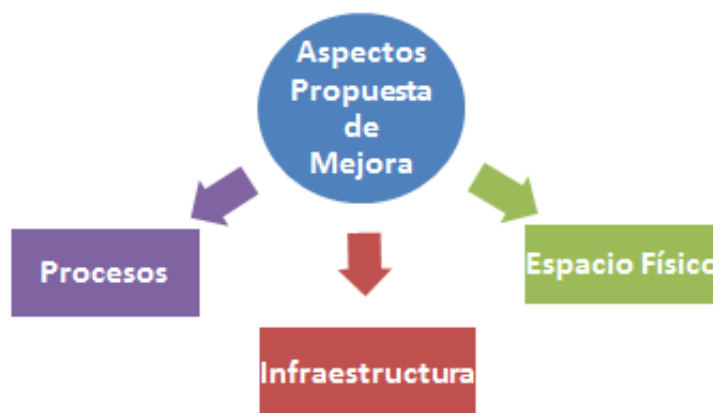
Tabla 21: “Variación tiempo total de espera por retiro de cargas”

Variación promedio del tiempo total de espera por retiro de cargas								
Escenario 1	Escenario 2				Escenario 3			
	Situación con terreno	Situación 1: Aumento 10% demanda	Situación 2: Aumento 30% demanda	Situación 3: Aumento 50% demanda	Situación con terreno y horquilleros	Situación 1: Aumento 10% demanda	Situación 2: Aumento 30% demanda	Situación 3: Aumento 50% demanda
Situación actual	0:15:23				0:26:31			
Situación 1: Aumento 10% demanda		0:17:38				0:29:02		
Situación 2: Aumento 30% demanda			0:22:24				0:36:10	
Situación 3: Aumento 50% demanda				0:25:46				0:40:46

Fuente: Elaboración propia

A partir de lo mencionado anteriormente, se puede resumir que la propuesta de mejora se enmarca en los siguientes aspectos:

Figura 97: “Aspectos que involucran el diseño de un nuevo modelo del proceso”



Fuente: Elaboración propia

1. Proceso:

El rediseño de la etapa de Despacho permite que el tiempo de espera total por parte de los camiones, que van hacer retiro de cargas sueltas directas, disminuya considerablemente en 26 minutos 31 segundos, lo que equivale en una disminución del 29% con respecto a la situación actual. Es por lo anterior que se puede cubrir de mejor manera la demanda de camiones en relación a la capacidad de estacionamientos, logrando de manera eficaz reducir los atochamientos que se producen dentro del terminal de SAAM Extraportuarios.

Además, es importante señalar que frente a aumentos en la demanda de camiones, se utilizarán 2 horquilleros que operan cargas sueltas indirectas, los cuales se encuentran disponibles la mayor parte del tiempo, ya que estas cargas se reciben normalmente durante la tarde. Al contar con estos 2 horquilleros, se agiliza el proceso de traslado de cargas sueltas directas.

2. Espacio físico:

El rediseño de la etapa de Despacho, contempla la existencia de un nuevo terreno, denominado patio exterior, donde los camiones esperarán a que la pantalla les indique el momento de ingresar al terminal de SAAM Extraportuarios. Una vez que los camiones ingresan al terminal, éstos se ubicarán en el estacionamiento indicado en la pantalla, a la espera de que el horquillero les lleve las cargas sueltas directas respectivas para ser retiradas.

3. Infraestructura:

Para llevar a cabo el rediseño de la etapa de Despacho, se requiere la incorporación de:

- 2 monitores que equivalen a \$400.000, los cuales estarán situados en el patio exterior, dentro de contenedores adaptados como oficinas los que pertenecen a SAAM Extraportuarios y en donde el chofer del camión tendrá que esperar su turno de ingreso.
- Instalación eléctrica en el patio exterior, equivalente a \$ 200.000.
- Demarcación estacionamientos, equivalente a \$40.000.

Es importante señalar, que debido a que la inversión de la propuesta de mejora no es considerable, no se llevará a cabo una evaluación económica.

Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones.

El desarrollo de los procesos de manera adecuada juega un rol fundamental, ya que éstos conforman la estructura medular de toda organización. Las tareas que se realizan día tras día están ligadas a uno o a muchos procesos que siempre deben tener como objetivo intrínseco cumplir con la misión y visión de la organización.

La dinámica comercial en el tiempo presente es constante, involucrando muchos aspectos que las organizaciones deben considerar en pro de su desempeño y responsabilidad de la operatividad eficiente, esto involucra a qué se debe contar con una gestión de procesos óptima, que conlleve a alcanzar los mejores resultados y que beneficien a la organización en su participación competitiva en los actuales escenarios a través de la aplicación de mejoras.

El diagnóstico de la situación actual permitió conocer los aspectos que influyen en la problemática y que son en los que la institución en cuestión debe poner hincapié; dentro de los cuales se encuentra la relevancia del tiempo de espera por parte de los camiones que van a hacer retiro de cargas sueltas directas y la capacidad de estacionamientos para enfrentar la demanda de manera adecuada.

Dado lo anterior, el análisis desarrollado en este trabajo, permitió caracterizar el proceso de internación de cargas sueltas directas del terminal SAAM Extraportuarios ubicado en Placilla, para así poder diseñar un plan de mejora a través de la metodología DMAIC-Sim.

En base al modelo, se puede observar que el tiempo de espera promedio por parte de los camiones para hacer retiro de cargas respectivas en el proceso de internación de cargas sueltas directas es de 1 hora 30 minutos 45 segundos, cuyo tiempo se ve afectado principalmente por la etapa de Despacho.

Con la finalidad de poder reducir el tiempo de espera por parte de los camiones para hacer retiro de cargas sueltas directas, se plantearon 3 escenarios con el objetivo de encontrar la propuesta de mejora que permita responder al problema planteado de manera adecuada.

En esta evaluación de escenarios se puede observar que el escenario 2 y 3 cumplen con el objetivo de reducir el tiempo de espera por parte de los camiones que van a hacer retiro de cargas sueltas directas, a diferencia del escenario 1. Sin embargo, el escenario 3 permite que el tiempo de espera sea mucho menor, al considerar la existencia de 2 horquilleros en el proceso de internación de cargas sueltas directas. Además, tanto en el escenario 2 como en el 3 la capacidad de estacionamientos nunca se ve superada ni tampoco se generan filas que provoquen atochamientos de camiones dentro del terminal.

Es por lo dicho anteriormente, que la propuesta de mejora seleccionada para SAAM Extraportuarios es el escenario 3: "Rediseño de la etapa de Despacho, considerando un nuevo terreno y la existencia de dos horquilleros más para el traslado de cargas", el cual consiste en un nuevo diseño del proceso de internación de cargas sueltas directas (específicamente de la etapa de Despacho) el que incluye el aumento del número de estacionamientos a partir de la existencia del patio exterior, además de considerar 2 nuevos horquilleros que permitan cubrir de mejor manera el traslado de las cargas.

Esta propuesta de mejora permite reducir el tiempo de espera por parte de los camiones para hacer retiro de cargas sueltas directas en un 29% (26 minutos 31 segundos) aproximadamente con respecto a la situación actual sin considerar aumentos en la demanda; pudiéndose a su vez reducir el atochamiento de camiones que se genera dentro del terminal de SAAM Extraportuarios.

Además, para evitar que los camiones lleguen antes de la hora programada al terminal se recomienda establecer un sistema de cobros que permita regular dicho ingreso anticipado.

Por último, es importante mencionar que esta propuesta de mejora no involucra grandes costos para la organización, lo que facilita su implementación.

Anexo 2: Ejemplo Documento DRES

SAAM EXTRAPORTUARIOS		DOCUMENTO DE RECEPCION MERCANCIAS				DRES (2015-133503)						
DEPOSITO ADUANERO		Destino IMPORTACION		Correlativo (2015-718)(256)		Tipo IMPORTACION						
Nave NYK LYRA		Agencia NIPPON YUSEN KAISHA		OS. 524,047		Puerto Embarque PUSAN						
Manifiesto Aduana 129921-4		Fecha Manifiesto 13/10/2015		Tipo Transporte MARITIMA								
Inicio Almacenaje 17/10/2015 00:00		Presunción Apendono Inicio 16/10/2015 Término 13/01/2016		Retiro DIRECTO		Terminal AEP PLACILLA						
Conocimiento Embarque (M)MDLU13703433156/(H)ELBUVAP1509337												
Item	Marcas y Contramarcas	Cantidad Bulto	Zona	Tara	Código Bulto	Descripción Bulto	Peso Bulto	M3	D	V	Estado	Ubicación
1	HOT STAMPING FOIL		9	PRIM	4650	80	PALLET	7,228.00	16.00	D	BUENO	- - 000
2	C/NO 1-56											
3	P/NO 1-9											
4	MADE IN KOREA											
5												
6												
7												
8												
9												
10												
Total Cantidad		9					Total Peso 7,228.00					
Observaciones STC: HOT STAMPING FOIL FW: PLUSCARGO CHILE LTD, 760513695				Consignatario SOC DE INVERSIONES DOÑA CORNELIA LTDA				Retiro 1-58				
				Firma AGA				Timbre AEP				

DESPACHO CAMION CERRADOCARRADO
 SAAM EXTRAPORTUARIOS S.A.
 CANTIDAD DE BULTOS 9
 FUT DECORACION POR BULTO
 FIRMA DESPACHADOR AEP

RDI 1983
 flaxso
 SAAM EXTRAPORTUARIOS S.A.
 DEPTO. FACTURACION PLACILLA
 FRENTE CENTRAL
 DESPACHO CONFORME

SAAM EXTRAPORTUARIOS S.A.
 RUC 134299037
 17 OCT. 2015
 Agencia de Aduana PABUNY
 Firma

SAAM
 EXTRAPORTUARIOS S.A.
 VISACION
 Alameda Placilla
 P 26236

SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS / CHILE
DECLARACION DE INGRESO
 Hoja Continuación

NUMERO DE IDENTIFICACION 6580023459-4		
FECHA DE ACEPTACION		
Día 13	Mes 10	Año 2015
Tipo de Operación IMPORT.CTDO.ANTIC.		151

Aduana VALPARAISO	25	34	Despachador LEONARDO TAMBLAY FLORES	26	158	
Consignate o Importador SOC DE INV DONA CORNELIA			R.U.T. 76,571,010-3			
DESCRIPCION DE MERCANCIAS						
ITEM 2	Nombre KBS-G148 ; PELICULA DE ESTAMPACION; KFOIL-F				Código Arancel 32121000	Valor CIF Item 19,485.89
Atributo 1	; MODELO KBS-G148; HOJAS PARA		Atributo 2 EL MARCADO AL FUEGO EN ROLLOS		Ad Valorem 0	Cód. 223
Atributo 3	DE 1280 MMS. X 4000 MTS.		Atributo 4		Otro 1 19.000000	Cód. 178
Atributo 5			Atributo 6		Otro 2	Cód.
Ajuste	Cantidad Mercancías 1,548.0000	Unidad Medida KN	06	Precio Fob Unitario 12.312358	Otro 3	Cód.
Código Arancelario Tratado 32121000	Acuervo Comercial 0	Observaciones 99 00000092.160000 METRO CUADRADO			Otro 4	Cód.
Observaciones 20 MERCANCIAS DE MAS DE UN MODELO						
ITEM 3	Nombre SP-SMCU2 ; PELICULAS DE ESTAMPACION; KFOIL-				Código Arancel 32121000	Valor CIF Item 13,827.68
Atributo 1	F; MODELO SP-SMCU2; HOJAS PARA		Atributo 2 EL MARCADO AL FUEGO EN ROLLOSD		Ad Valorem 0	Cód. 223
Atributo 3	E 1280 MMS. X 4000 MTS.		Atributo 4		Otro 1 19.000000	Cód. 178
Atributo 5			Atributo 6		Otro 2	Cód.
Ajuste	Cantidad Mercancías 796.6000	Unidad Medida KN	06	Precio Fob Unitario 16.978559	Otro 3	Cód.
Código Arancelario Tratado 32121000	Acuervo Comercial 0	Observaciones 99 00000047.420000 METRO CUADRADO			Otro 4	Cód.
Observaciones 20 MERCANCIAS DE MAS DE UN MODELO						
ITEM 4	Nombre KBS-CU07 ; PELICULAS PARA ESTAMPACION; KFOI				Código Arancel 32121000	Valor CIF Item 1,941.08
Atributo 1	L-F; MODELO KBS-CU07; HOJAS PA		Atributo 2 RA EL MARCADO AL FUEGO EN ROLL		Ad Valorem 0	Cód. 223
Atributo 3	OS DE 1280 MMS. X 3050 MTS.		Atributo 4		Otro 1 19.000000	Cód. 178
Atributo 5			Atributo 6		Otro 2	Cód.
Ajuste	Cantidad Mercancías 131.2000	Unidad Medida KN	06	Precio Fob Unitario 14.471113	Otro 3	Cód.
Código Arancelario Tratado 32121000	Acuervo Comercial 0	Observaciones 99 00000007.808000 METRO CUADRADO			Otro 4	Cód.
Observaciones						

000000015320122 SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS / CHILE	AG. AD. JOSEL TAMBLAY Y CIA LTDA RUT : 77.131.780 - 4 F. 3801223 PEDRO CORNEJO QUESADA RUT : 7.315.925 - 3 RES. 8544 Firma Importador o Despachador
----------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

KFOIL

- Documento Comprobante de Tipo de Selección de Aforo

Papeleta de Impresión de Aforo

COMPROBANTE DE TIPO DE SELECCION DE AFORO		
Declaración de Ingreso		
Nro. DIN: 6580023459	Fecha de Aceptación: 13102015	Nro. Encriptado: 15320122
Agente		
Código: 158	Nombre: TAMBLAY F. LEONARDO	
Aduana Tramitación		
Código: 34	Nombre: VALPARAISO	
Tipo Revisión		
SIN INSPECCION		


AGENCIA DE Aduana
 JOSE LEONARDO TAMBLAY Y CIA. LTDA
 R.U.T.: 77.781.780-4

Nombre y Firma

Imprimir

Cerrar

Anexo 4: Ejemplo documentos Facturación



Saam Extraportuarios S.A.
 GIRO: Servicios de Almacenamiento y Depósito

CASA MATRIZ: Tercera Avda. N° 520 Piedad Oriente - Valparaíso
 Fono: (32) 2324200 - Fax: (32) 2324288

SUCURSAL: Avda. España N° 781 - Valparaíso
 Fono: (32) 2324253 - Fax: (32) 2259065
 Pablo Neruda N° 289 Barrancas - San Antonio
 Fono: (35) 202501 - Fax: (35) 287709


www.aep.cl

96.798.520-1

FACTURA ELECTRONICA


N° 917550

S.LL. VALPARAISO



	FECHA DE EMISION 17 de Octubre del 2015
SEÑOR(ES): SOCIEDAD DE INV. DONA CORNELIA R.U.T. 76.571.010-3 GIRO: IMPORTADOR DIRECCION: LO GALLO N 2336 VITACURA	CIUDAD: SANTIAGO COMUNA: SANTIAGO TELEFONO: E-MAIL:
CONDICION DE PAGO: Crédito FECHA VENCIMIENTO: 16 de Noviembre del 2015	
TERMINAL: AEP PLACILLA CORRELATIVO MPTO: 2015-718 B/L: (M)MOLU137034331568(H)ELBUVAP1509337 NAVE: NYK LYRA ORDEN DE SERVICIO: 524047	CORRELATIVO B/L: 256 DRES: 2015-133503 (17/10/2015-17/10/2015) . N° Planificación de Despacho: 262361 TIPO DE CARGA: PALLET AGENCIA DE ADUANA: I-58 Rut: 77131780-4 AGENCIA DE ADUANA JOSE LEONARDO TAMBLAY Y CIA LTDA ORDEN DE COMPRA:

Cod Serv	Servicio	Tarifa US\$	Cantidad / Unidad	Neto
503246131	DESPACHO, GENERAL, FCL/LCL	91	/ 15 / Mt3	227.036
793645161	GARANTIZACION, CLEANING GATE IN, REPARACION, FCL/LCL, 18	95	/ 1 / Sem	64.184



DRES / DESDE-HASTA:	Observaciones:
2015-133503 (17/10/2015-17/10/2015) . N° Planificación de Despacho: 262361	

Sen:	TRESIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL CINIENTOS DIECIOCHO PESOS	MONTO NETO	291.192
Tipo de Cambio:	575.62	19 % IVA	55.326
		MONTO TOTAL	346.518

SOLIDADO:	HECHO POR: ASHU ANDREA MENDEZ MUÑOZ	VIG:
------------------	--------------------------------------------	-------------

HOMBRE: _____

R.U.T.: _____


FECHA: _____

RECIBO: _____

FRMA: _____

* Si existe un monto que se deduce en este caso, se sustruye o lo dispuesto en la letra b) del Art. 4to, y la letra c) del Art. 5to, de la Ley 18.983, acredita con la entrega de recibos (tas o servicios) prestados (tas o servicios recibidos).*

Depositar o transferir electrónicamente a nombre de Saam Extraportuarios Banco Chile
 Cuenta Corriente Pesos \$ 101-20799-05
 Cuenta Corriente Dolares US\$ 5-101-20799-10



Timbre Electrónico SII
 Res. N° 109 del 2012 - Verifique su documento: www.sii.cl

- Documento Comprobante de Transacción

Comprobante Pago

 tesoreria.cl	COMPROBANTE DE TRANSACCION
RUT	76.571.010-3
Formulario	15
Folio	6580023459
Vencimiento	28-10-2015
Moneda de Pago	CLP
Total Pagado	7.834.143
Fecha Pago	16-10-2015 15:55:03
Institución Recaudadora	BANCO CHILE
Identificador de Transacción	70090797 - 69898422
No válido para pago en Instituciones Recaudadoras	
 10160598030215102801503712	
  María Elena Parada Cyarzún Jefe División Operaciones (S)	

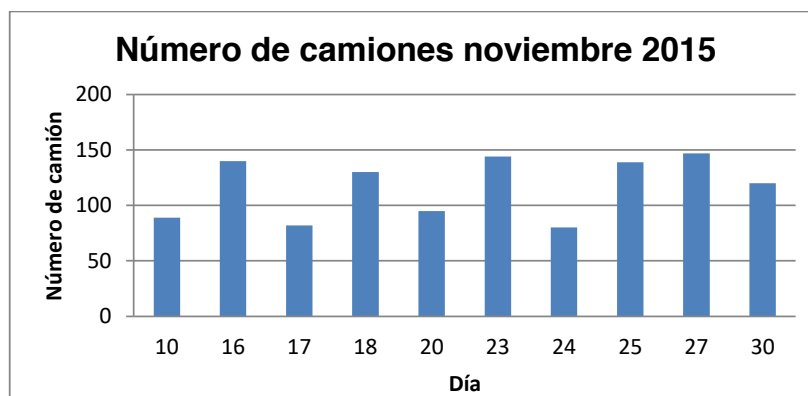
<http://www.tesoreria.cl/portal/comprobantePago/goListaPagos.do>

Anexo 5: Análisis estadístico mensual

- Análisis de número de ingreso camiones

De acuerdo al número de ingreso de camiones correspondiente a los meses de noviembre 2015, diciembre 2015, enero 2016 y febrero 2016, se obtiene lo siguiente:

Gráfico 3: “Ingreso de camiones noviembre 2015”

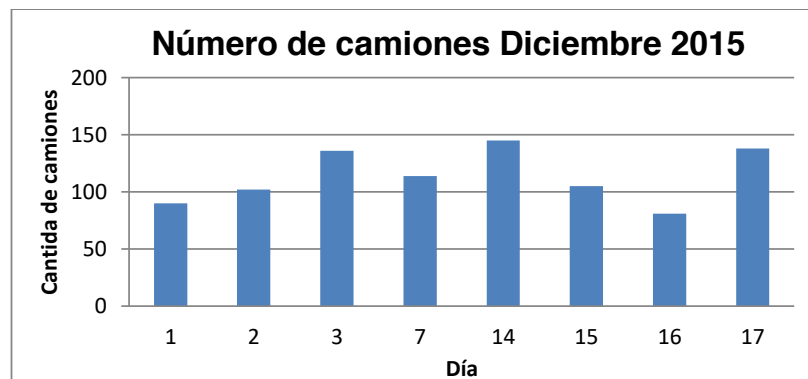


Fuente: Elaboración propia

En base al Gráfico 3, se puede observar el número de camiones diarios que ingresaron durante el mes de noviembre del 2015, cuyo promedio es de 117 camiones al mes; donde el ingreso mínimo se obtuvo el día 24 de noviembre con un número de 80 camiones y el ingreso máximo el día 27 de noviembre con un número de 147 camiones.

Además, es importante destacar, que en 10 de los 20 días que se trabajan al mes la capacidad de estacionamientos se vio superada por el número de ingreso de camiones, lo que se traduce en atochamientos dentro del terminal SAAM Extraportuarios.

Gráfico 4: “Ingreso de camiones Diciembre 2015”

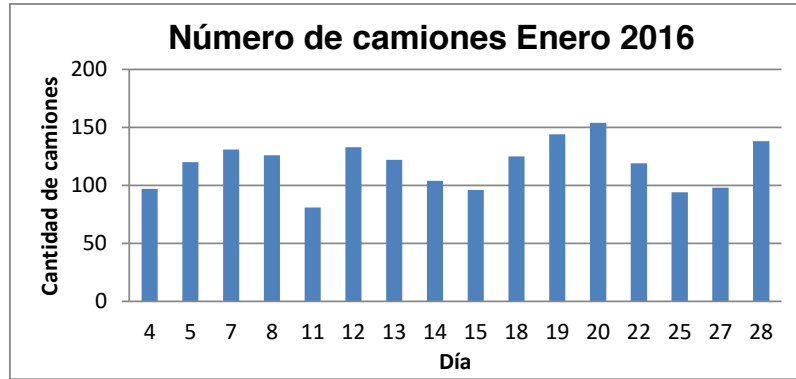


Fuente: Elaboración propia

En base al Gráfico 4, se puede observar el número de camiones diarios que ingresaron durante el mes de diciembre del 2015, cuyo promedio es de 114; donde el ingreso mínimo ocurrió el día 16 de diciembre con un número de 81 camiones y el ingreso máximo el día 14 de diciembre con un número de 145 camiones.

Además, es importante destacar, que en 8 de los 13 días que se trabajan al mes la capacidad de estacionamientos se vio superada por el número de ingreso de camiones, lo que se traduce en atochamientos dentro del terminal SAAM Extraportuarios.

Gráfico 5: “Ingreso de camiones Enero 2016”

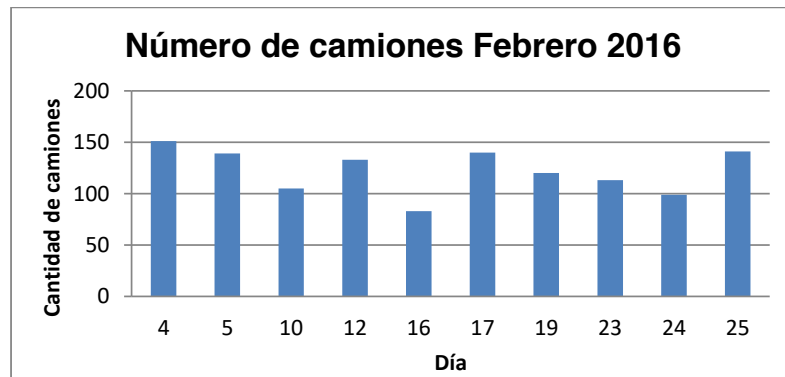


Fuente: Elaboración propia

En base al Gráfico 5, se puede observar el número de camiones diarios que ingresaron durante el mes de enero del 2016, cuyo promedio es de 118 camiones al mes; donde el ingreso mínimo se obtuvo el día 11 de enero con un número de 81 camiones y el ingreso máximo el día 20 de enero con un número de 154 camiones.

Además, es importante destacar, que en 16 de los 20 días que se trabajan al mes la capacidad de estacionamientos se vio superada por el número de ingreso de camiones, lo que se traduce en atochamientos dentro del terminal SAAM Extraportuarios.

Gráfico 6: “Ingreso de camiones Febrero 2016”



Fuente: Elaboración propia

En base al Gráfico 6, se puede observar el número de camiones diarios que ingresaron durante el mes de febrero del 2016, cuyo promedio es de 122 camiones al mes; donde el ingreso mínimo se obtuvo el día 16 de febrero con un número de 83 camiones y el ingreso máximo el día 4 de febrero con un número de 151 camiones.

Además, es importante destacar, que en 10 de los 20 días que se trabajan al mes la capacidad de estacionamientos se vio superada por el número de ingreso de camiones, lo que se traduce en atochamientos dentro del terminal SAAM Extraportuarios.

- Análisis tiempo entre llegadas del Agente de Aduana

De acuerdo al tiempo entre llegadas del Agente de Aduana al terminal, se obtiene lo siguiente:

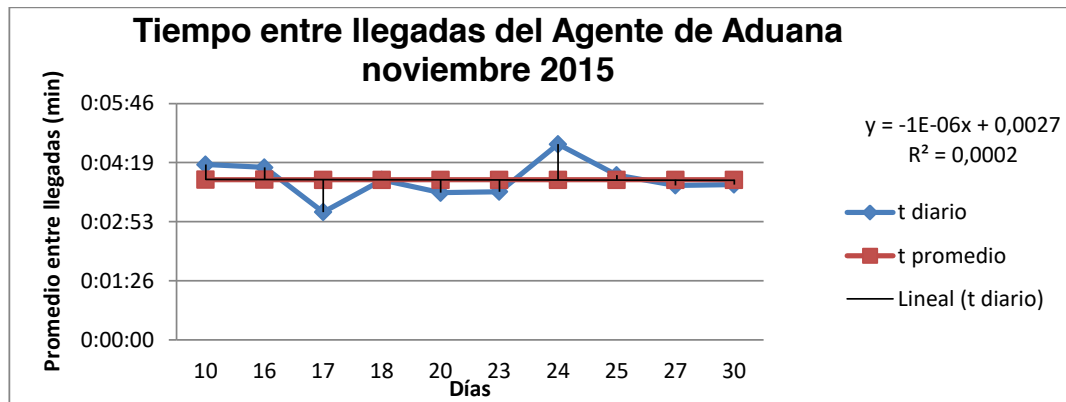
Tabla 22: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana noviembre 2015”

Día	Promedio entre llegadas (min)
10-11-2015	0:04:16
16-11-2015	0:04:12
17-11-2015	0:03:07
18-11-2015	0:03:54
20-11-2015	0:03:35
23-11-2015	0:03:37
24-11-2015	0:04:46
25-11-2015	0:04:01
27-11-2015	0:03:46
30-11-2015	0:03:47
Promedio	0:03:54
Desviación	0:02:10

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 22 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 7: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana noviembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 7, se puede observar que la tendencia es muy similar al promedio obtenido, el cual es de 3 minutos 54 segundos, lo que nos indica que los datos se comportarían de forma relativamente constante a través del tiempo.

Además se puede distinguir que en este mes existen dos puntos críticos, los cuales corresponden al día 17 y 24 de noviembre, alcanzando un tiempo promedio entre llegadas de 3 minutos 7 segundos y 4 minutos 46 segundos respectivamente.

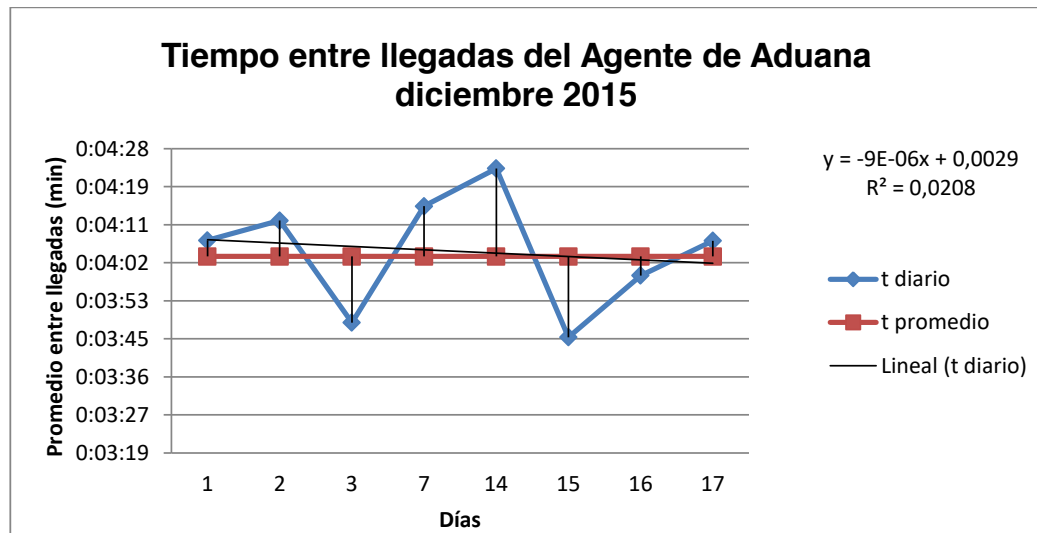
Tabla 23: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana diciembre 2015”

Día	Promedio entre llegadas (min)
01-12-2015	0:04:07
02-12-2015	0:04:11
03-12-2015	0:03:48
07-12-2015	0:04:15
14-12-2015	0:04:23
15-12-2015	0:03:45
16-12-2015	0:03:59
17-12-2015	0:04:07
Promedio	0:04:03
Desviación	0:02:42

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 23 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 8: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana diciembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 8, se puede observar que la tendencia a diferencia del gráfico anterior no es similar al promedio obtenido, el cual es de 4 minutos 3 segundos, ya que se muestra claramente una tendencia a disminuir el tiempo entre llegadas del Agente de Aduana, a través de los días.

Además se puede distinguir que en este mes existen tres puntos críticos, los cuales corresponden al día 3, 14 y 15 de diciembre, alcanzando un tiempo de ingreso promedio entre llegadas de 3 minutos 48 segundos, 4 minutos 23 segundos y 3 minutos 45 segundos respectivamente.

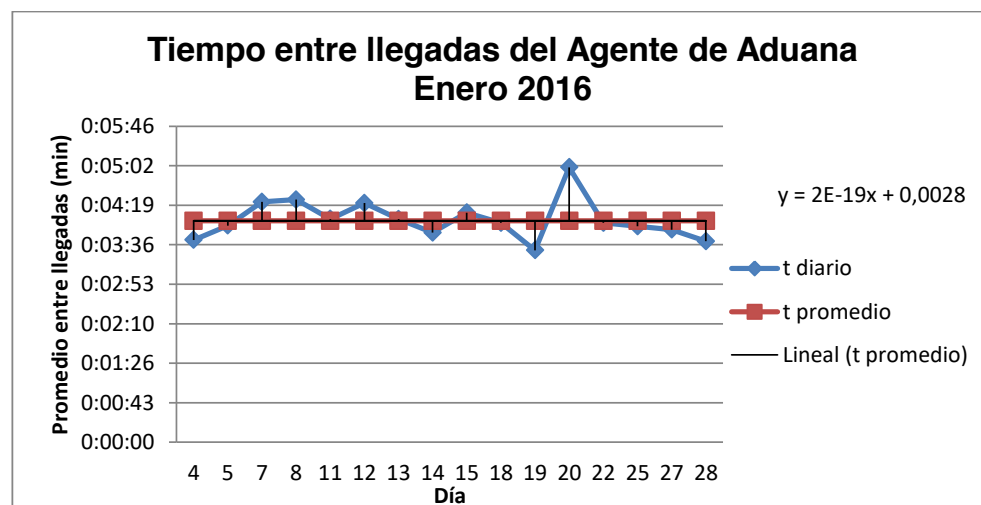
Tabla 24: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana enero 2016”

Días	Promedio entre llegadas (min)
04-01-2016	0:03:41
05-01-2016	0:03:57
07-01-2016	0:04:23
08-01-2016	0:04:25
11-01-2016	0:04:04
12-01-2016	0:04:22
13-01-2016	0:04:04
14-01-2016	0:03:49
15-01-2016	0:04:11
18-01-2016	0:04:00
19-01-2016	0:03:30
20-01-2016	0:05:01
22-01-2016	0:04:00
25-01-2016	0:03:56
27-01-2016	0:03:53
28-01-2016	0:03:40
Promedio	0:04:02
Desviación	0:02:35

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 24 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 9: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana enero 2016”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 9, se puede observar que al igual que noviembre del 2015 la tendencia es similar al promedio obtenido, el cual es de 4 minutos 2 segundos, lo que nos indica que los datos se comportarían de forma relativamente constante a través del tiempo.

Además se puede distinguir que en este mes existe solo un punto crítico, el cual corresponde al día 20 de enero, alcanzando un tiempo promedio entre llegadas del Agente de Aduana de 5 minutos 1 segundos.

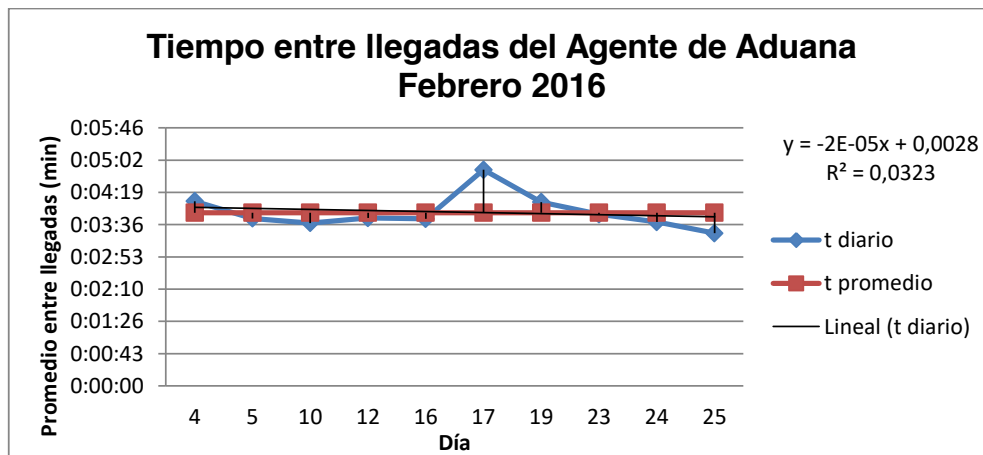
Tabla 25: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana Febrero 2016”

Días	Promedio entre llegadas (min)
04-02-2016	0:04:07
05-02-2016	0:03:44
10-02-2016	0:03:38
12-02-2016	0:03:45
16-02-2016	0:03:44
17-02-2016	0:04:49
19-02-2016	0:04:06
23-02-2016	0:03:50
24-02-2016	0:03:39
25-02-2016	0:03:24
Promedio	0:03:52
Desviación	0:01:58

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 25 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 10: “Promedio tiempo entre llegadas del Agente de Aduana febrero 2016”

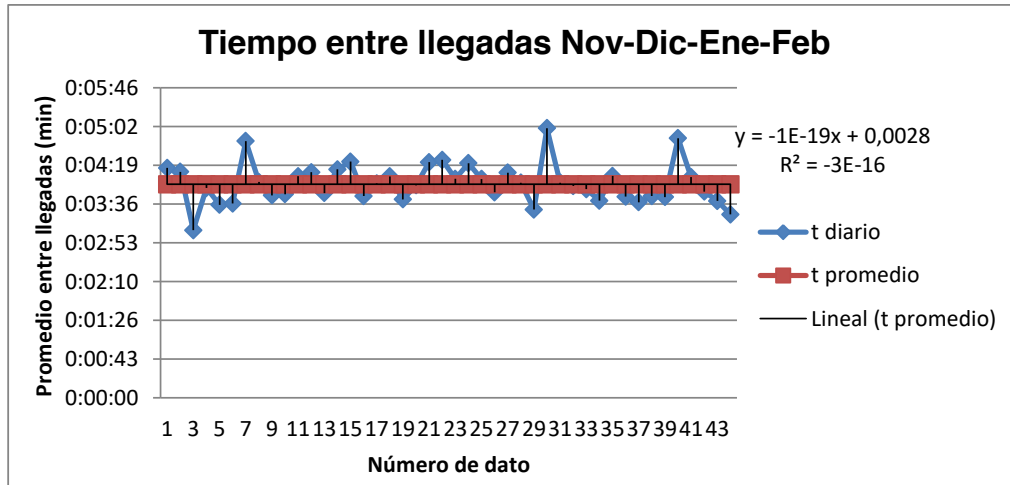


Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 10, se puede observar que la tendencia es similar al promedio obtenido, el cual es de 3 minutos 52 segundos, lo que nos indica que los datos se comportan relativamente constante a través del tiempo.

Además se puede distinguir que en este mes existe solo un punto crítico, el cual corresponde al día 17 de febrero, alcanzando un tiempo promedio entre llegadas del agente de aduana de 4 minutos 49 segundos.

Gráfico 11: “Promedio tiempo entre llegadas del agente de aduana mensual”



Fuente: Elaboración propia.

A partir del Gráfico 11 se puede observar que la tendencia obtenida en los cuatro meses es muy similar al promedio obtenido en estos mismos, el cual es de 3 minutos 58 segundos, lo que nos indica que los datos se comportarían de forma relativamente constante a través de los meses analizados.

- Análisis Etapa Visación

De acuerdo al tiempo que se demora el agente de aduana en la etapa de Visación, se obtiene lo siguiente:

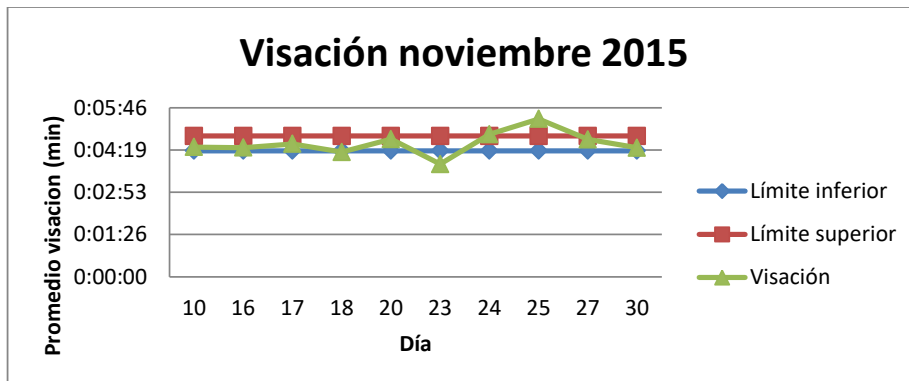
Tabla 26: “Promedio etapa Visación noviembre 2015”

Día	Promedio Visación (min)
10-11-2015	0:04:25
16-11-2015	0:04:24
17-11-2015	0:04:32
18-11-2015	0:04:15
20-11-2015	0:04:41
23-11-2015	0:03:50
24-11-2015	0:04:51
25-11-2015	0:05:23
27-11-2015	0:04:41
30-11-2015	0:04:24
Promedio	0:04:33
Desviación	0:04:07
Intervalo de confianza	0:00:15
Límite inferior	0:04:26
Límite superior	0:04:56

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 26 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 12: “Promedio etapa Visación noviembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 12, se puede observar que el tiempo promedio que demora el agente de aduana en llevar a cabo la etapa de Visación durante el mes de noviembre, es de 4 minutos 33 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 4 minutos 56 segundos y un límite inferior de 4 minutos 26 segundos, tal como se muestra en la Tabla 26.

Por último se puede distinguir que en este mes existen dos puntos críticos, los cuales corresponden al día 23 y 25 de noviembre, alcanzando un tiempo promedio de 3 minutos 50 segundos y 5 minutos 23 segundos respectivamente.

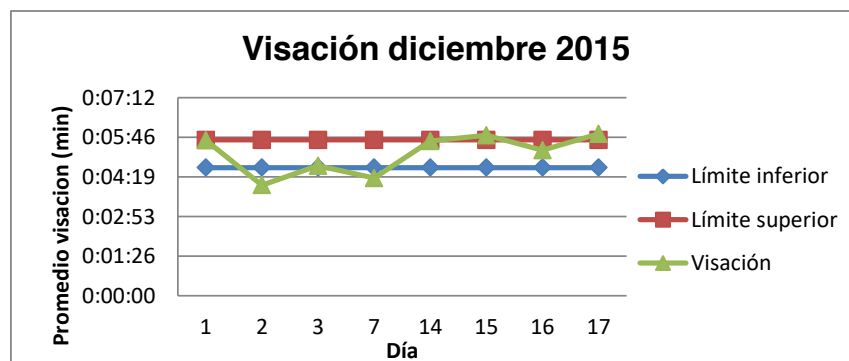
Tabla 27: “Promedio etapa Visación diciembre 2015”

Día	Promedio mensual Visación (min)
01-12-2015	0:05:39
02-12-2015	0:04:01
03-12-2015	0:04:44
07-12-2015	0:04:17
14-12-2015	0:05:37
15-12-2015	0:05:50
16-12-2015	0:05:17
17-12-2015	0:05:53
Promedio	0:05:10
Desviación	0:00:44
Intervalo de confianza	0:00:30
Límite inferior	0:04:39
Límite superior	0:05:40

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 27 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 13: “Promedio etapa Visación diciembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 13, se puede observar que el tiempo promedio que demora el agente de aduana en llevar a cabo la etapa de Visación durante el mes de diciembre, es de 5 minutos 10 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 5 minutos 40 segundos y un límite inferior de 4 minutos 39 segundos, tal como se muestra en la Tabla 27.

Por último se puede distinguir que en este mes existen dos puntos críticos, los cuales corresponden al día 2 y 7 de diciembre, alcanzando un tiempo promedio de 4 minutos 1 segundos y 4 minutos 17 segundos respectivamente.

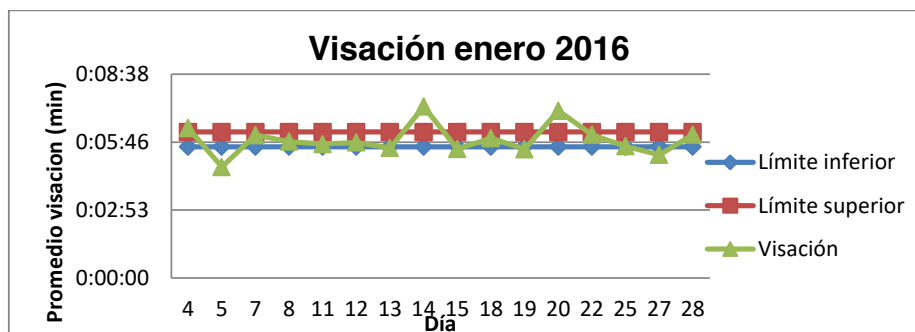
Tabla 28: “Promedio etapa Visación enero 2016”

Día	Promedio mensual Visación (min)
04-01-2016	0:06:21
05-01-2016	0:04:42
07-01-2016	0:06:03
08-01-2016	0:05:47
11-01-2016	0:05:41
12-01-2016	0:05:45
13-01-2016	0:05:31
14-01-2016	0:07:16
15-01-2016	0:05:28
18-01-2016	0:05:56
19-01-2016	0:05:28
20-01-2016	0:07:05
22-01-2016	0:06:04
25-01-2016	0:05:35
27-01-2016	0:05:14
28-01-2016	0:06:05
Promedio	0:05:53
Desviación	0:00:38
Intervalo de confianza	0:00:19
Límite inferior	0:05:34
Límite superior	0:06:12

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 28 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 14: “Promedio etapa visación enero 2016”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 14, se puede observar que el tiempo promedio que demora el agente de aduana en llevar a cabo la etapa de Visación durante el mes de enero, es de 5 minutos 53 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 6 minutos 12 segundos y un límite inferior de 5 minutos 34 segundos, tal como se muestra en la Tabla 28.

Por último se puede distinguir que en este mes existen tres puntos críticos, los cuales corresponden al día 5, 14 y 20 de enero, alcanzando un tiempo promedio de 4 minutos 42 segundos, 7 minutos 16 y 7 minutos 05 segundos respectivamente.

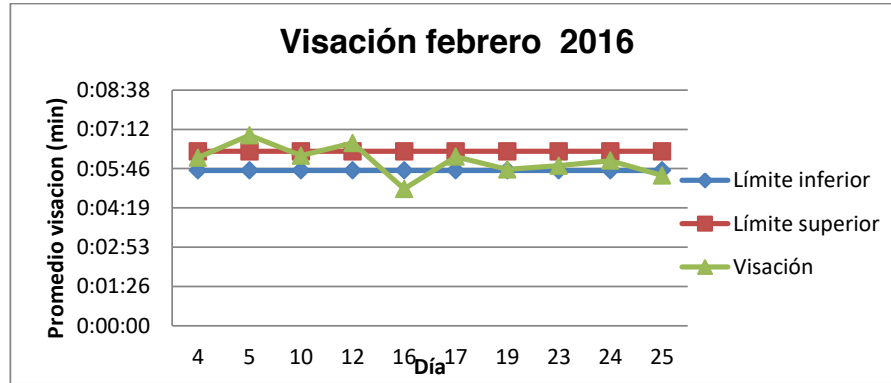
Tabla 29: “Promedio etapa Visación febrero 2016”

Día	Promedio mensual Visación (min)
04-02-2016	0:06:10
05-02-2016	0:06:59
10-02-2016	0:06:14
12-02-2016	0:06:42
16-02-2016	0:05:01
17-02-2016	0:06:12
19-02-2016	0:05:44
23-02-2016	0:05:52
24-02-2016	0:06:03
25-02-2016	0:05:31
Promedio	0:06:03
Desviación	0:00:34
Intervalo de confianza	0:00:21
Límite inferior	0:05:42
Límite superior	0:06:24

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 29 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 15: “Promedio etapa visación febrero 2016”



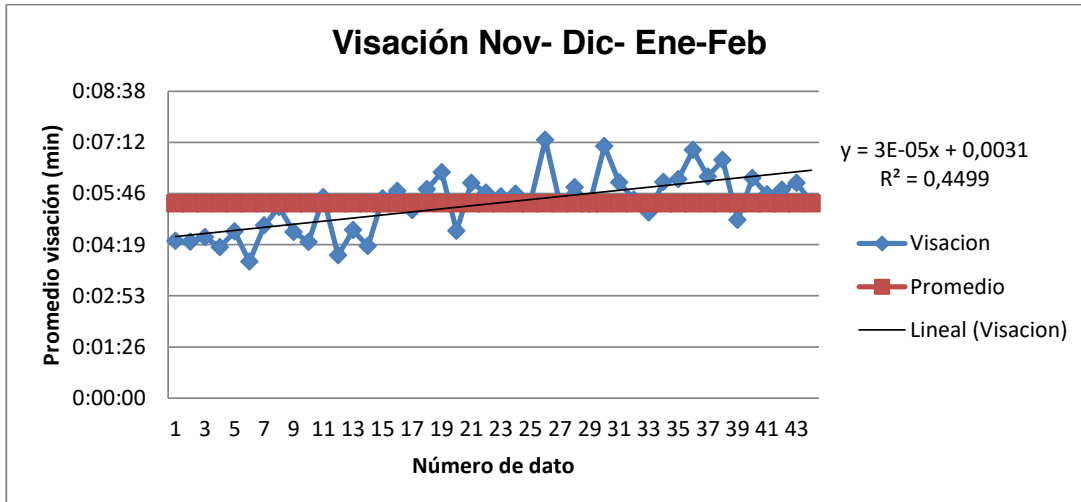
Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 15, se puede observar que el tiempo promedio que demora el agente de aduana en llevar a cabo la etapa de Visación durante el mes de febrero, es de 6 minutos 3 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 6 minutos 24 segundos y un límite inferior de 5 minutos 42 segundos, tal como se muestra en la Tabla 29.

Por último se puede distinguir que en este mes existe solo un punto crítico, el cual corresponde al día 16 de febrero, alcanzando un tiempo promedio de 5 minutos 1 segundos.

Gráfico 16: “Promedio etapa de visación Nov-Dic-Ene-Feb”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 16 se observa un aumento lineal en relación al tiempo que demora el agente de aduana en llevar a cabo la etapa de Visación, durante los meses de noviembre 2015, diciembre 2015, enero 2016 y febrero 2016; alcanzando un promedio de 5 minutos 27 segundos.

➤ Análisis Etapa Facturación

De acuerdo al tiempo que se demora el agente de aduana en la etapa de Facturación, se obtiene lo siguiente:

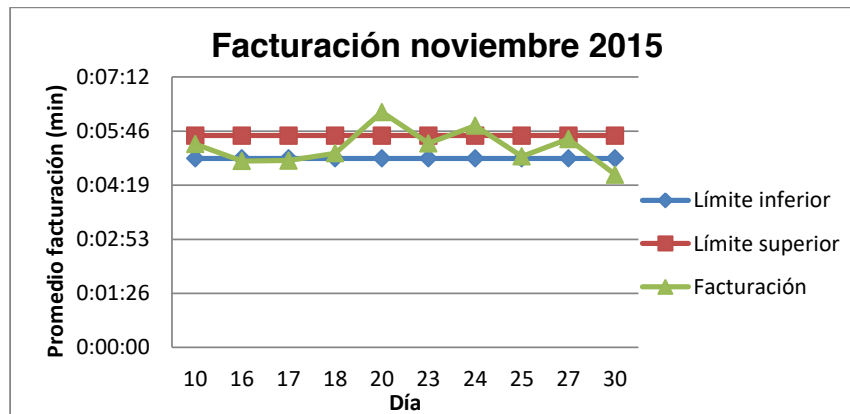
Tabla 30: “Promedio etapa Facturación noviembre 2015”

Día	Promedio mensual Facturación (min)
10-11-2015	0:05:25
16-11-2015	0:04:58
17-11-2015	0:04:59
18-11-2015	0:05:10
20-11-2015	0:06:16
23-11-2015	0:05:26
24-11-2015	0:05:54
25-11-2015	0:05:05
27-11-2015	0:05:33
30-11-2015	0:04:36
Promedio	0:05:20
Desviación	0:00:29
Intervalo de confianza	0:00:18
Límite inferior	0:05:02
Límite superior	0:05:38

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 30 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 17: “Promedio etapa Facturación noviembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 17, se puede observar que el tiempo promedio que demora el agente de aduana en llevar a cabo la etapa de Facturación durante el mes de noviembre, es de 5 minutos 20 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 5 minutos 38 segundos y un límite inferior de 5 minutos 2 segundos, tal como se muestra en la Tabla 30.

Por último se puede distinguir que en este mes existen dos puntos críticos, los cuales corresponden al día 20 y 30 de noviembre, alcanzando un tiempo promedio de 6 minutos 16 segundos y 4 minutos 36 segundos respectivamente.

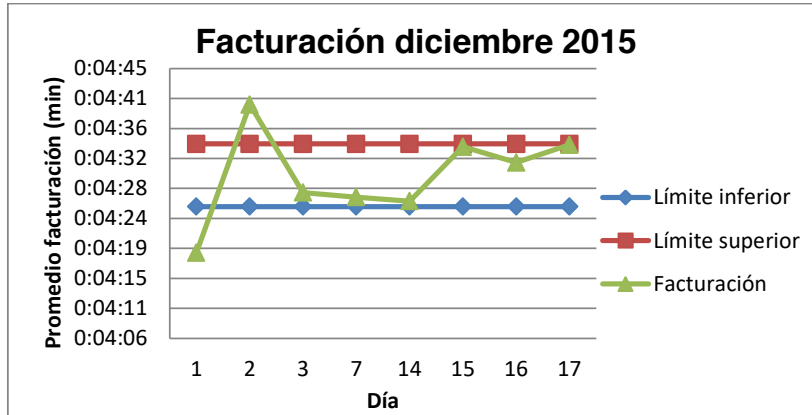
Tabla 31: “Promedio etapa Facturación diciembre 2015”

Día	Promedio mensual Facturación
01-12-2015	0:04:19
02-12-2015	0:04:40
03-12-2015	0:04:27
07-12-2015	0:04:27
14-12-2015	0:04:26
15-12-2015	0:04:34
16-12-2015	0:04:32
17-12-2015	0:04:34
Promedio	0:04:30
Desviación	0:00:07
Intervalo de confianza	0:00:05
Límite inferior	0:04:25
Límite superior	0:04:34

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 31 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 18: “Promedio etapa Facturación diciembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 18, se puede observar que el tiempo promedio que demora el agente de aduana en llevar a cabo la etapa de Facturación durante el mes de diciembre, es de 4 minutos 30 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 4 minutos 34 segundos y un límite inferior de 4 minutos 25 segundos, tal como se muestra en la Tabla 31.

Por último se puede distinguir que en este mes existen dos puntos críticos, los cuales corresponden al día 1 y 2 de diciembre, alcanzando un tiempo promedio de 4 minutos 19 segundos y 4 minutos 40 segundos respectivamente.

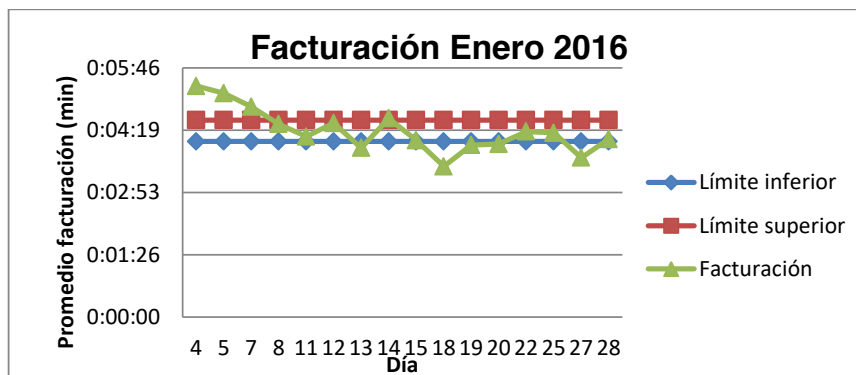
Tabla 32: “Promedio etapa Facturación enero 2016”

Día	Promedio mensual Facturación (min)
04-01-2016	0:05:20
05-01-2016	0:05:10
07-01-2016	0:04:52
08-01-2016	0:04:28
11-01-2016	0:04:10
12-01-2016	0:04:29
13-01-2016	0:03:55
14-01-2016	0:04:36
15-01-2016	0:04:05
18-01-2016	0:03:29
19-01-2016	0:03:59
20-01-2016	0:04:00
22-01-2016	0:04:17
25-01-2016	0:04:15
27-01-2016	0:03:41
28-01-2016	0:04:07
Promedio	0:04:18
Desviación	0:00:30
Intervalo de confianza	0:00:15
Límite inferior	0:04:03
Límite superior	0:04:33

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 32 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 19: “Promedio etapa Facturación enero 2016”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 19, se puede observar que el tiempo promedio que demora el agente de aduana en llevar a cabo la etapa de Facturación durante el mes de enero, es de 4 minutos 18 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 4 minutos 32 segundos y un límite inferior de 4 minutos 3 segundos, tal como se muestra en la Tabla 32.

Por último se puede distinguir que en este mes existen dos puntos críticos, los cuales corresponden al día 4 y 18 de enero, alcanzando un tiempo promedio de 5 minutos 20 segundos y 3 minutos 29 segundos respectivamente.

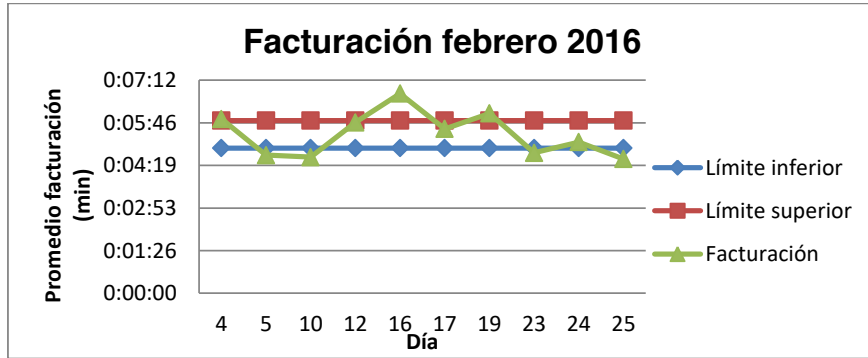
Tabla 33: “Promedio etapa Facturación febrero 2016”

Día	Promedio mensual Facturación (min)
04-02-2016	0:05:53
05-02-2016	0:04:40
10-02-2016	0:04:36
12-02-2016	0:05:46
16-02-2016	0:06:45
17-02-2016	0:05:33
19-02-2016	0:06:05
23-02-2016	0:04:45
24-02-2016	0:05:07
25-02-2016	0:04:32
Promedio	0:05:22
Desviación	0:00:45
Intervalo de confianza	0:00:28
Límite inferior	0:04:54
Límite superior	0:05:50

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 33 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 20: “Promedio etapa Facturación febrero 2016”



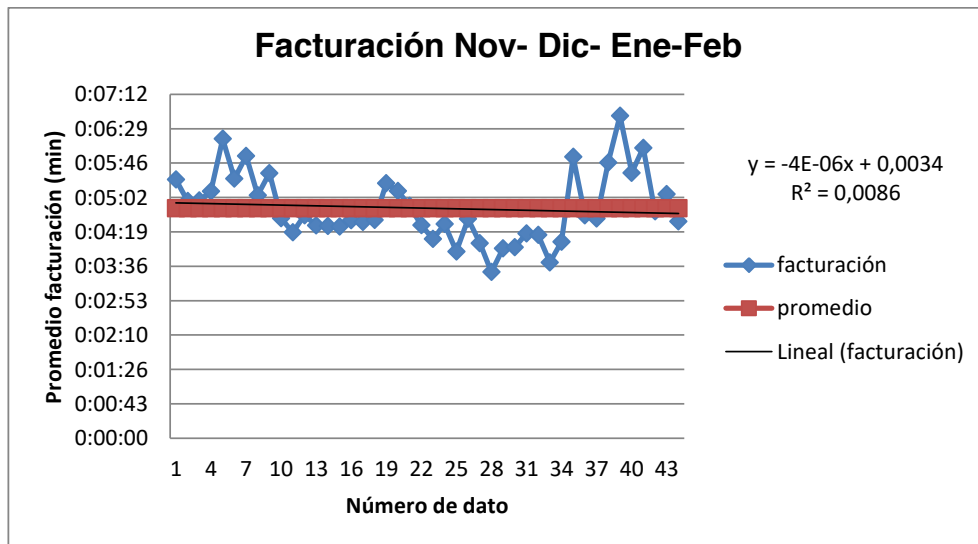
Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 20, se puede observar que el tiempo promedio que demora el agente de aduana en llevar a cabo la etapa de Facturación durante el mes de febrero, es de 5 minutos 22 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 5 minutos 50 segundos y un límite inferior de 4 minutos 54 segundos, tal como se muestra en la Tabla 33.

Por último se puede distinguir que en este mes existen tres puntos críticos, los cuales corresponden al día 10, 16 y 25 de febrero, alcanzando un tiempo promedio de 4 minutos 36 segundos, 6 minutos 45 segundos y 4 minutos 32 segundos respectivamente.

Gráfico 21: “Promedio etapa Facturación Nov- Dic- Ene- Feb”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 21 se observa un leve descenso lineal en relación al tiempo que demora el agente de aduana en llevar a cabo la etapa de Facturación, durante los meses de noviembre 2015, diciembre 2015, enero 2016 y febrero 2016; alcanzando un promedio de 4 minutos 49 segundos.

➤ **Etapas Despacho**

Es importante señalar que la etapa de Despacho se subdivide en:

1. Traslado de documentos

De acuerdo al tiempo que se demora el agente de aduana en el traslado de documentos, se obtiene lo siguiente:

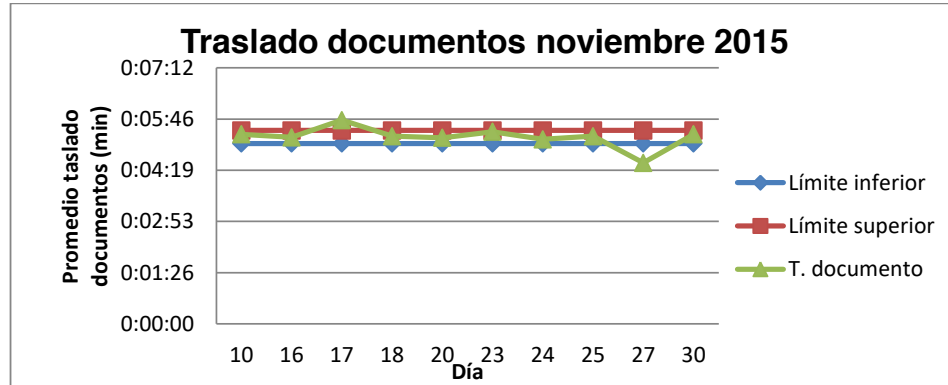
Tabla 34: “Promedio traslado de documentos noviembre 2015”

Día	Promedio mensual traslado documentos (min)
10-11-2015	0:05:20
16-11-2015	0:05:15
17-11-2015	0:05:44
18-11-2015	0:05:17
20-11-2015	0:05:14
23-11-2015	0:05:24
24-11-2015	0:05:11
25-11-2015	0:05:17
27-11-2015	0:04:32
30-11-2015	0:05:20
Promedio	0:05:15
Desviación	0:00:18
Intervalo de confianza	0:00:11
Límite inferior	0:05:04
Límite superior	0:05:26

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 34 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 22: “Promedio traslado de documento noviembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 22, se puede observar que durante el mes de noviembre el tiempo promedio que demora el agente de aduana en trasladar los documentos al Receptor Despachador, es de 5 minutos 15 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 5 minutos 26 segundos y un límite inferior de 5 minutos 4 segundos, tal como se muestra en la Tabla 34.

Por último se puede distinguir que en este mes existe solo un punto crítico, el cual corresponde al día 27 de noviembre, alcanzando un tiempo promedio de 4 minutos 32 segundos.

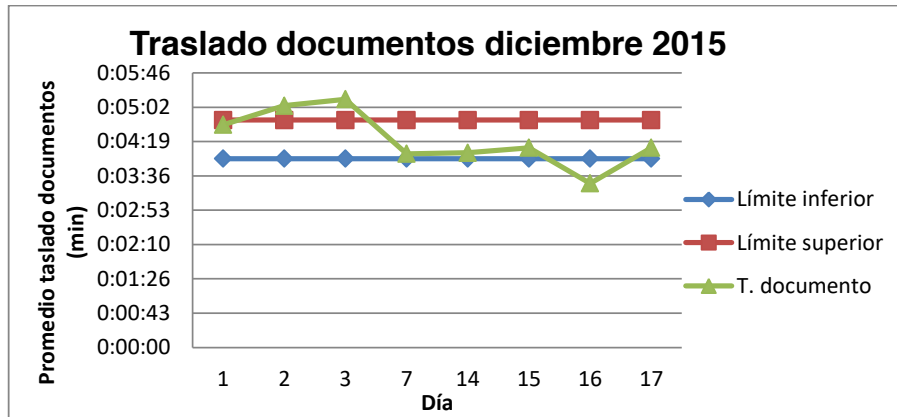
Tabla 35: “Promedio traslado de documento diciembre 2015”

Día	Promedio mensual traslado documentos (min)
01-12-2015	0:04:40
02-12-2015	0:05:04
03-12-2015	0:05:12
07-12-2015	0:04:04
14-12-2015	0:04:05
15-12-2015	0:04:11
16-12-2015	0:03:27
17-12-2015	0:04:11
Promedio	0:04:22
Desviación	0:00:35
Intervalo de confianza	0:00:24
Límite inferior	0:03:58
Límite superior	0:04:46

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 35 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 23: “Promedio traslado de documento diciembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 23, se puede observar que durante el mes de diciembre el tiempo promedio que demora el agente de aduana en trasladar los documentos al Receptor Despachador, es de 4 minutos 22 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 4 minutos 46 segundos y un límite inferior de 3 minutos 58 segundos, tal como se muestra en la Tabla 35.

Por último se puede distinguir que en este mes existen dos puntos críticos, los cuales corresponden al día 3 y 16 de diciembre, alcanzando un tiempo promedio de 5 minutos 12 segundos y 3 minutos 27 segundos respectivamente.

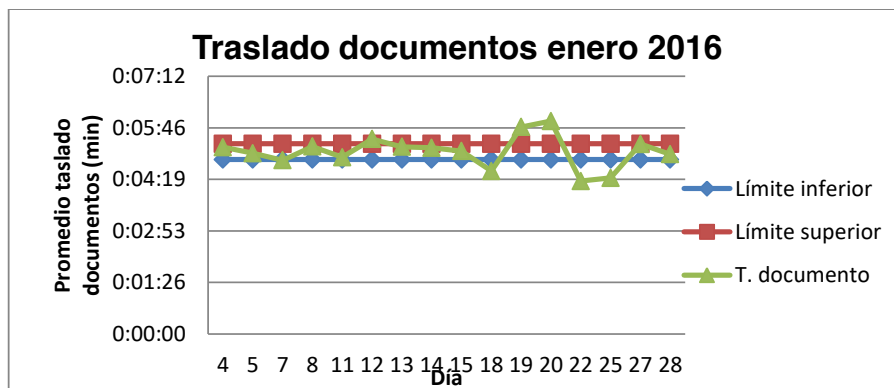
Tabla 36: “Promedio traslado de documento enero 2016”

Día	Promedio mensual traslado documentos (min)
04-01-2016	0:05:13
05-01-2016	0:05:03
07-01-2016	0:04:51
08-01-2016	0:05:14
11-01-2016	0:04:56
12-01-2016	0:05:27
13-01-2016	0:05:14
14-01-2016	0:05:12
15-01-2016	0:05:07
18-01-2016	0:04:33
19-01-2016	0:05:47
20-01-2016	0:05:57
22-01-2016	0:04:16
25-01-2016	0:04:21
27-01-2016	0:05:18
28-01-2016	0:05:01
Promedio	0:05:06
Desviación	0:00:27
Intervalo de confianza	0:00:13
Límite inferior	0:04:52
Límite superior	0:05:19

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 36 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 24: “Promedio traslado de documento enero 2016”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 24, se puede observar que durante el mes de enero el tiempo promedio que demora el agente de aduana en trasladar los documentos al Receptor Despachador, es de 5 minutos 6 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 5 minutos 19 segundos y un límite inferior de 4 minutos 52 segundos, tal como se muestra en la Tabla 36.

Por último se puede distinguir que en este mes existen tres puntos críticos, los cuales corresponden al día 20, 22 y 25 de enero, alcanzando un tiempo promedio de 5 minutos 57 segundos, 4 minutos 16 segundos y 4 minutos 21 segundos respectivamente.

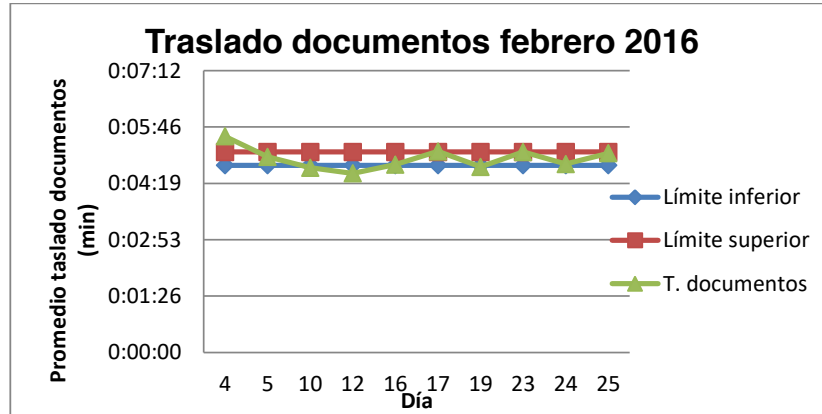
Tabla 37: “Promedio traslado de documento febrero 2016”

Día	Promedio mensual traslado documentos (min)
04-02-2016	0:05:31
05-02-2016	0:05:00
10-02-2016	0:04:43
12-02-2016	0:04:35
16-02-2016	0:04:48
17-02-2016	0:05:08
19-02-2016	0:04:45
23-02-2016	0:05:07
24-02-2016	0:04:49
25-02-2016	0:05:05
Promedio	0:04:57
Desviación	0:00:17
Intervalo de confianza	0:00:10
Límite inferior	0:04:47
Límite superior	0:05:07

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 37 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 25: “Promedio traslado de documento febrero 2016”



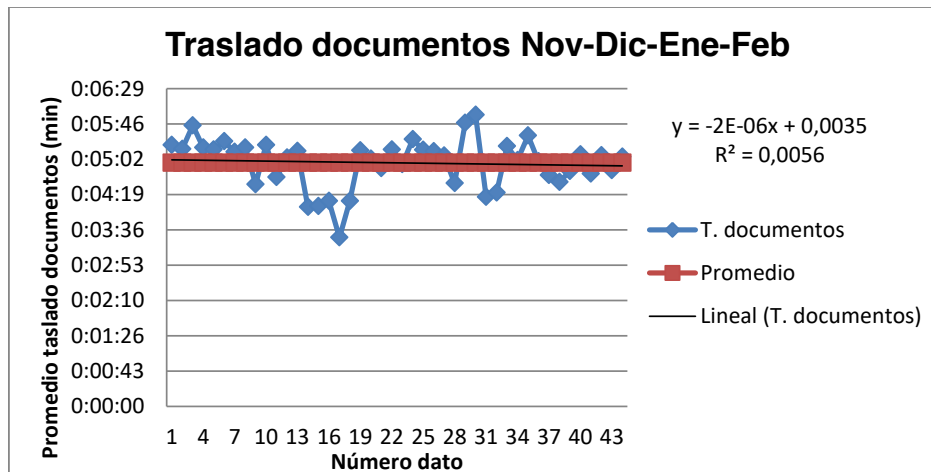
Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 25, se puede observar que durante el mes de febrero el tiempo promedio que demora el agente de aduana en trasladar los documentos al Receptor Despachador, es de 4 minutos 57 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 5 minutos 7 segundos y un límite inferior de 4 minutos 57 segundos, tal como se muestra en la Tabla 37.

Por último se puede distinguir que en este mes existen tres puntos críticos, los cuales corresponden al día 4 y 12 de febrero, alcanzando un tiempo promedio de 5 minutos 31 segundos y 4 minutos 35 segundos respectivamente.

Gráfico 26: “Promedio traslado de documento Nov-Dic-Ene-Feb”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 26 se observa un leve descenso lineal en relación al tiempo que demora el agente de aduana en trasladar los documentos al Receptor Despachador, durante los meses de noviembre 2015, diciembre 2015, enero 2016 y febrero 2016; alcanzando un promedio de 4 minutos 58 segundos.

2. Traslado de cargas

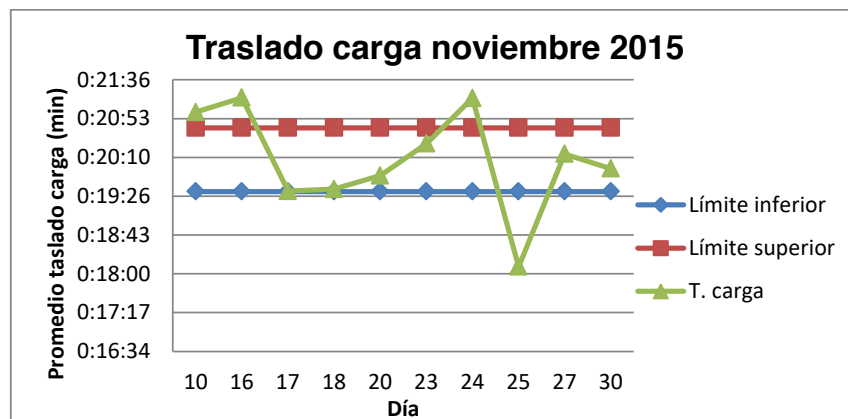
Tabla 38: “Promedio traslado de cargas noviembre 2015”

Día	Promedio mensual traslado cargas (min)
10-11-2015	0:21:00
16-11-2015	0:21:16
17-11-2015	0:19:32
18-11-2015	0:19:34
20-11-2015	0:19:49
23-11-2015	0:20:25
24-11-2015	0:21:16
25-11-2015	0:18:08
27-11-2015	0:20:13
30-11-2015	0:19:57
Promedio	0:20:07
Desviación	6,63E-04
Intervalo de confianza	0:00:36
Límite inferior	0:19:32
Límite superior	0:20:43

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 38 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 27: “Promedio traslado de carga noviembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 27, se puede observar que durante el mes de noviembre el tiempo promedio que demora el horquillero en trasladar las cargas al camión, es de 20 minutos 7 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 20 minutos 43 segundos y un límite inferior de 19 minutos 32 segundos, tal como se muestra en la Tabla 38.

Por último se puede distinguir que en este mes existe solo un punto crítico, el cual corresponde al día 25 de noviembre, alcanzando un tiempo promedio de 18 minutos 8 segundos.

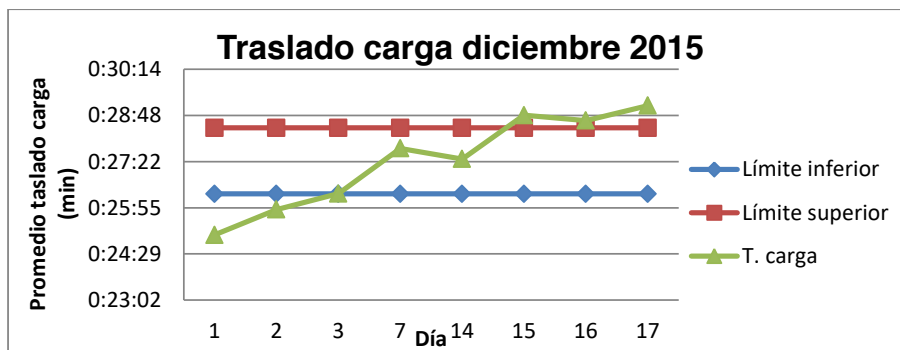
Tabla 39: “Promedio traslado de carga diciembre 2015”

Día	Promedio mensual traslado cargas (min)
01-12-2015	0:25:04
02-12-2015	0:25:52
03-12-2015	0:26:22
07-12-2015	0:27:46
14-12-2015	0:27:26
15-12-2015	0:28:48
16-12-2015	0:28:38
17-12-2015	0:29:06
Promedio	0:27:23
Desviación	1,03E-03
Intervalo de confianza	0:01:02
Límite inferior	0:26:21
Límite superior	0:28:25

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 39 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 28: “Promedio traslado de carga diciembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 28, se puede observar que durante el mes de diciembre el tiempo promedio que demora el horquillero en trasladar las cargas al camión, es de 27 minutos 23 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 28 minutos 25 segundos y un límite inferior de 26 minutos 21 segundos, tal como se muestra en la Tabla 39.

Por último se puede distinguir que en este mes existe solo un punto crítico, el cual corresponde al día 1 de diciembre, alcanzando un tiempo promedio de 25 minutos 4 segundos.

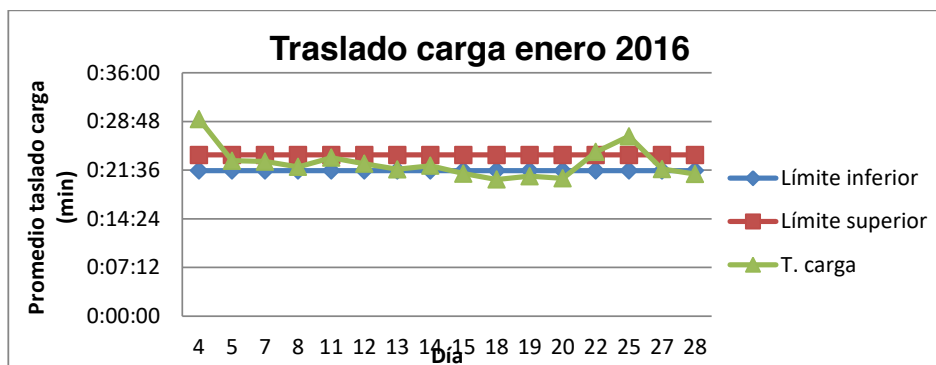
Tabla 40: “Promedio traslado de carga enero 2016”

Día	Promedio mensual traslado cargas (min)
04-01-2016	0:29:10
05-01-2016	0:23:00
07-01-2016	0:22:53
08-01-2016	0:22:05
11-01-2016	0:23:27
12-01-2016	0:22:33
13-01-2016	0:21:43
14-01-2016	0:22:16
15-01-2016	0:21:05
18-01-2016	0:20:13
19-01-2016	0:20:42
20-01-2016	0:20:23
22-01-2016	0:24:18
25-01-2016	0:26:36
27-01-2016	0:21:46
28-01-2016	0:21:01
Promedio	0:22:42
Desviación	1,64E-03
Intervalo de confianza	0:01:09
Límite inferior	0:21:33
Límite superior	0:23:51

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 40 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 29: “Promedio traslado de carga enero 2016”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 29, se puede observar que durante el mes de enero el tiempo promedio que demora el horquillero en trasladar las cargas al camión, es de 22 minutos 42 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 23 minutos 51 segundos y un límite inferior de 21 minutos 33 segundos, tal como se muestra en la Tabla 40.

Por último se puede distinguir que en este mes existe solo un punto crítico, el cual corresponde al día 4 de enero, alcanzando un tiempo promedio de 29 minutos 10 segundos.

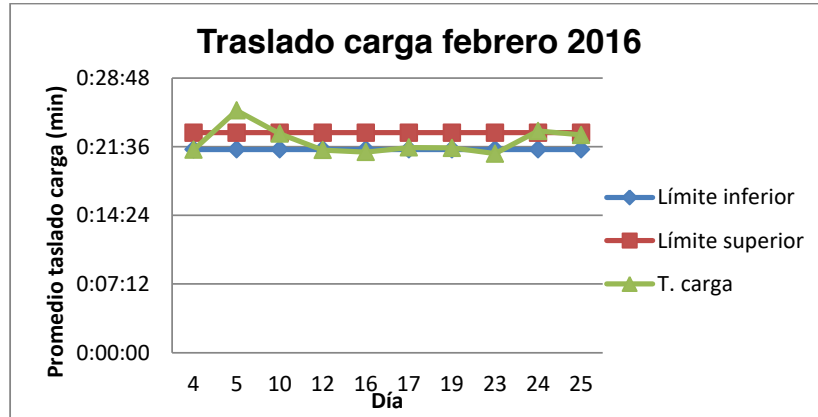
Tabla 41: “Promedio traslado de carga febrero 2016”

Día	Promedio mensual traslado documentos (min)
04-02-2016	0:21:17
05-02-2016	0:25:24
10-02-2016	0:22:58
12-02-2016	0:21:15
16-02-2016	0:21:02
17-02-2016	0:21:32
19-02-2016	0:21:28
23-02-2016	0:20:52
24-02-2016	0:23:15
25-02-2016	0:22:50
Promedio	0:22:11
Desviación	9,86E-04
Intervalo de confianza	0:00:53
Límite inferior	0:21:18
Límite superior	0:23:04

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 41 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 30: “Promedio traslado de carga febrero 2016”



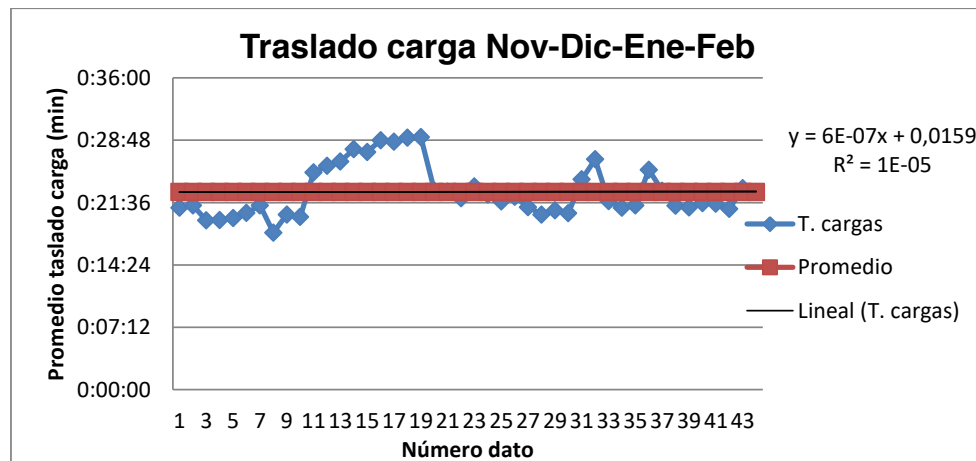
Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 30, se puede observar que durante el mes de febrero el tiempo promedio que demora el horquillero en trasladar las cargas al camión, es de 22 minutos 11 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 23 minutos 4 segundos y un límite inferior de 21 minutos 18 segundos, tal como se muestra en la Tabla 41.

Por último se puede distinguir que en este mes existe solo un punto crítico, el cual corresponde al día 5 de febrero, alcanzando un tiempo promedio de 25 minutos 24 segundos.

Gráfico 31: “Promedio traslado de carga Nov-Dic-Ene-Feb”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 31 se observa una tendencia constante en relación al tiempo que demora el horquillero en trasladar la carga al camión, durante los meses de noviembre 2015, diciembre 2015, enero 2016 y febrero 2016; alcanzando un promedio de 22 minutos 51 segundos.

3. Estibación y encarpado de las cargas.

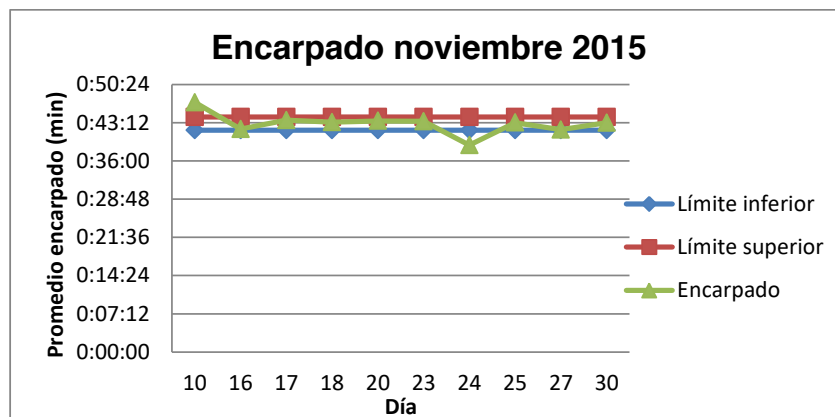
Tabla 42: “Promedio estibación y encarpado de carga noviembre 2016”

Día	Promedio mensual encarpado (min)
10-11-2015	0:47:02
16-11-2015	0:42:00
17-11-2015	0:43:40
18-11-2015	0:43:18
20-11-2015	0:43:33
23-11-2015	0:43:28
24-11-2015	0:38:58
25-11-2015	0:43:13
27-11-2015	0:41:54
30-11-2015	0:43:11
Promedio	0:43:02
Desviación	1,39E-03
Intervalo de confianza	0:01:14
Límite inferior	0:41:47
Límite superior	0:44:16

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 42 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 32: “Promedio estibación y encarpado de carga noviembre 2015”



Fuente: Elaboración propia

En base al Gráfico 32, se puede observar que durante el mes de noviembre el tiempo promedio que demora el chofer del camión en estibar y encargar las cargas correspondientes hasta que éste sale del terminal SAAM Extraportuarios, es de 43 minutos 2 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 44 minutos 16 segundos y un límite inferior de 41 minutos 47 segundos, tal como se muestra en la Tabla 42.

Por último se puede distinguir que en este mes existe solo un punto crítico, el cual corresponde al día 24 de noviembre, alcanzando un tiempo promedio de 38 minutos 58 segundos.

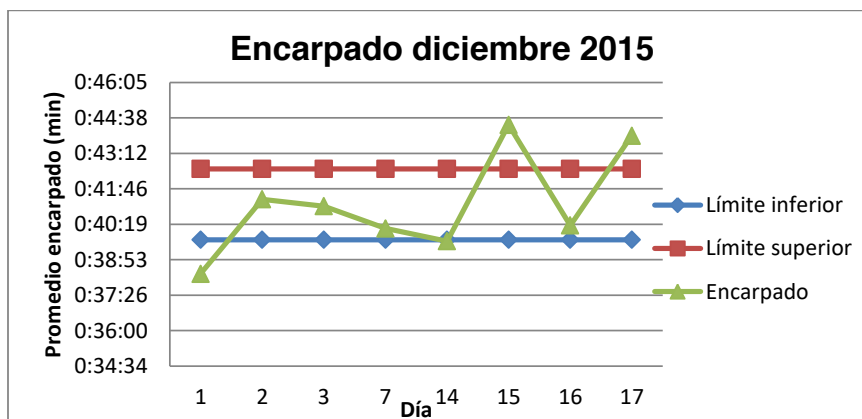
Tabla 43: “Promedio estibación y encarpado de carga diciembre 2015”

Día	Promedio mensual encarpado (min)
01-12-2015	0:38:18
02-12-2015	0:41:20
03-12-2015	0:41:03
07-12-2015	0:40:09
14-12-2015	0:39:38
15-12-2015	0:44:22
16-12-2015	0:40:16
17-12-2015	0:43:55
Promedio	0:41:08
Desviación	1,44E-03
Intervalo de confianza	0:01:26
Límite inferior	0:39:41
Límite superior	0:42:34

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 43 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 33: “Promedio estibación y encarpado de carga diciembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 33, se puede observar que durante el mes de diciembre el tiempo promedio que demora el chofer del camión en estibar y encargar las cargas correspondientes hasta que éste sale del terminal SAAM Extraportuarios, es de 41 minutos 8 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 42 minutos 34 segundos y un límite inferior de 39 minutos 41 segundos, tal como se muestra en la Tabla 43.

Por último se puede distinguir que en este mes existen tres puntos críticos, los cuales corresponde al día 1, 15 y 17 de diciembre, alcanzando un tiempo promedio de 38 minutos 18 segundos, 44 minutos 22 segundos y 43 minutos 55 segundos respectivamente.

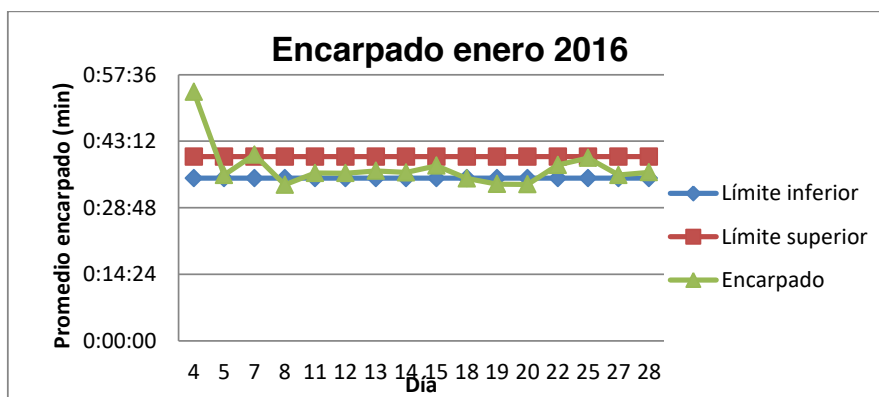
Tabla 44: “Promedio estibación y encarpado de carga enero 2016”

Día	Promedio mensual encarpado (min)
04-01-2016	0:53:54
05-01-2016	0:35:53
07-01-2016	0:40:17
08-01-2016	0:33:46
11-01-2016	0:36:19
12-01-2016	0:36:17
13-01-2016	0:36:46
14-01-2016	0:36:26
15-01-2016	0:37:54
18-01-2016	0:35:08
19-01-2016	0:33:54
20-01-2016	0:33:52
22-01-2016	0:38:03
25-01-2016	0:39:34
27-01-2016	0:35:53
28-01-2016	0:36:28
Promedio	0:37:32
Desviación	3,30E-03
Intervalo de confianza	0:02:20
Límite inferior	0:35:12
Límite superior	0:39:51

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 44 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 34: “Promedio estibación y encarpado de carga enero 2016”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 34, se puede observar que durante el mes de enero el tiempo promedio que demora el chofer del camión en estibar y encargar las cargas correspondientes hasta que éste sale del terminal SAAM Extraportuarios, es de 37 minutos 32 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 39 minutos 51 segundos y un límite inferior de 35 minutos 12 segundos, tal como se muestra en la Tabla 44.

Por último se puede distinguir que en este mes existe solo un punto crítico, el cual corresponde al día 4 de enero, alcanzando un tiempo promedio de 53 minutos 54 segundos.

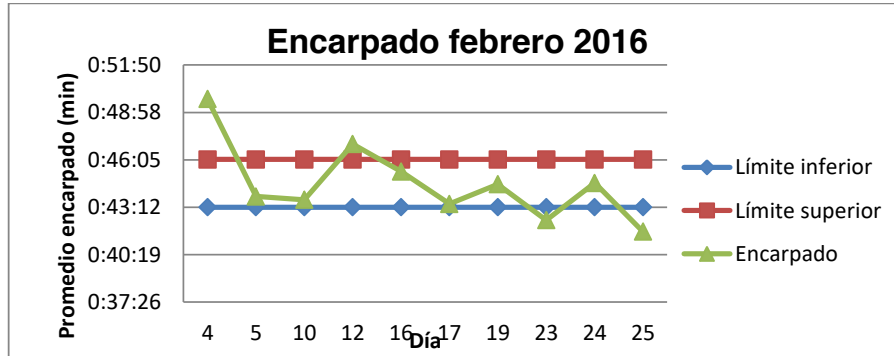
Tabla 45: “Promedio estibación y encarpado de carga febrero 2016”

Día	Promedio mensual encarpado (min)
04-02-2016	0:49:47
05-02-2016	0:43:51
10-02-2016	0:43:39
12-02-2016	0:47:02
16-02-2016	0:45:23
17-02-2016	0:43:24
19-02-2016	0:44:36
23-02-2016	0:42:25
24-02-2016	0:44:41
25-02-2016	0:41:43
Promedio	0:44:39
Desviación	1,63E-03
Intervalo de confianza	0:01:27
Límite inferior	0:43:12
Límite superior	0:46:06

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 45 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 35: “Promedio estibación y encarpado de carga febrero 2016”



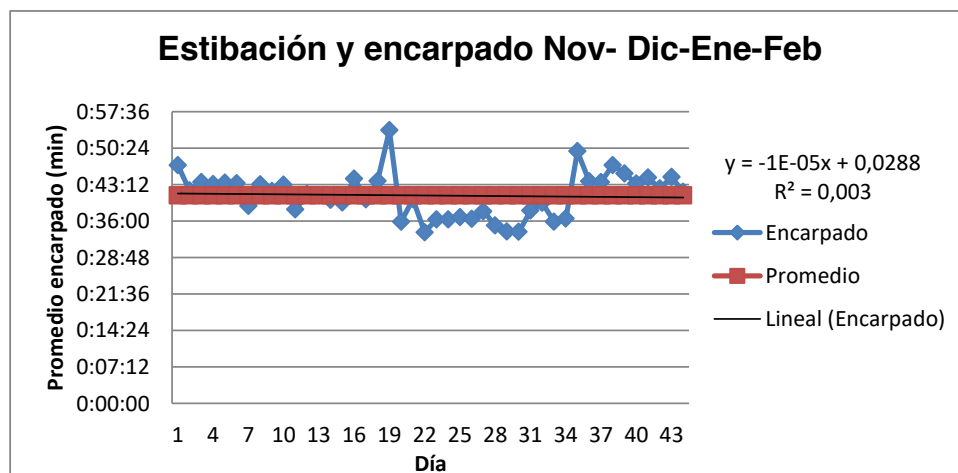
Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 35, se puede observar que durante el mes de febrero el tiempo promedio que demora el chofer del camión en estibar y encargar las cargas correspondientes hasta que éste sale del terminal SAAM Extraportuarios, es de 44 minutos 39 segundos.

Además con un intervalo de confianza al 95%, se obtiene un límite superior de 46 minutos 6 segundos y un límite inferior de 43 minutos 12 segundos, tal como se muestra en la Tabla 45.

Por último se puede distinguir que en este mes existen dos puntos críticos, los cuales corresponde al día 4 y 25 de febrero, alcanzando un tiempo promedio de 49 minutos 47 segundos y 41 minutos 43 segundos respectivamente.

Gráfico 36: “Promedio estibación y encarpado de carga Nov-Dic-Ene-Feb”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 36 se observa un tendencia constante en relación al tiempo que demora el chofer del camión en estibar y encargar las cargas correspondientes hasta que éste sale del terminal SAAM Extraportuarios, durante los meses de noviembre 2015, diciembre 2015, enero 2016 y febrero 2016; alcanzando un promedio de 41 minutos 3 segundos.

➤ Análisis tiempo entre llegadas de los camiones

De acuerdo al tiempo entre llegadas de los camiones al terminal SAAM Extraportuarios, se obtiene lo siguiente:

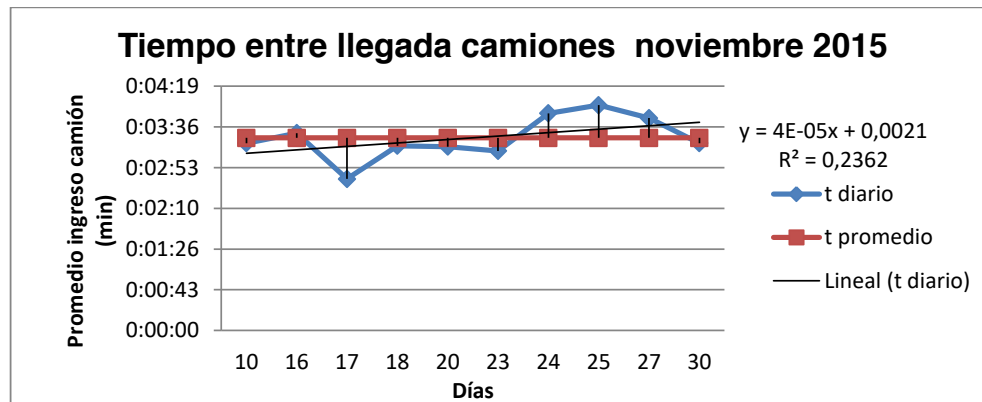
Tabla 46: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones noviembre 2015”

Día	Promedio mensual entre llegadas de camiones (min)
10-11-2015	0:03:19
16-11-2015	0:03:29
17-11-2015	0:02:41
18-11-2015	0:03:16
20-11-2015	0:03:15
23-11-2015	0:03:10
24-11-2015	0:03:51
25-11-2015	0:03:59
27-11-2015	0:03:45
30-11-2015	0:03:19
Promedio	0:03:24
Desviación	2,63E-04
Intervalo de confianza	0:00:14
Límite inferior	0:03:10
Límite superior	0:03:39

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 46 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 37: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones noviembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 37, se puede observar un aumento lineal en relación al tiempo entre llegadas de los camiones, siendo el promedio de 3 minutos 24 segundos durante el mes de noviembre.

Además se puede distinguir que en este mes existe solo un punto crítico, el cual corresponde al día 17 de noviembre, alcanzando un tiempo promedio entre llegadas de 2 minutos 41 segundos.

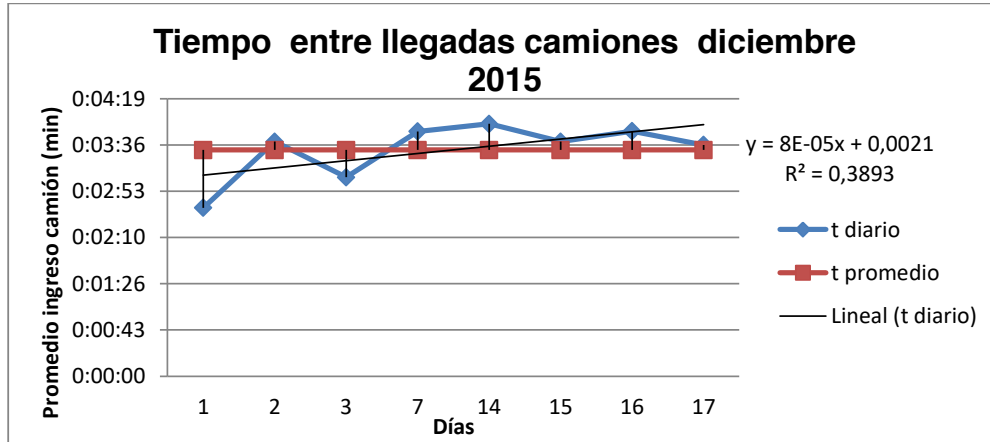
Tabla 47: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones diciembre 2015”

Día	Promedio mensual entre llegadas de camiones (min)
01-12-2015	0:02:37
02-12-2015	0:03:39
03-12-2015	0:03:06
07-12-2015	0:03:49
14-12-2015	0:03:56
15-12-2015	0:03:39
16-12-2015	0:03:49
17-12-2015	0:03:36
Promedio	0:03:31
Desviación	3,06E-04
Intervalo de confianza	0:00:18
Límite inferior	0:03:13
Límite superior	0:03:50

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 47 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 38: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones diciembre 2015”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 38, se puede observar un aumento lineal en relación al tiempo entre llegadas de los camiones, siendo el promedio de 3 minutos 31 segundos durante el mes de diciembre.

Además se puede distinguir que en este mes existe solo un punto crítico, el cual corresponde al día 1 de diciembre, alcanzando un tiempo promedio entre llegadas de 2 minutos 37 segundos.

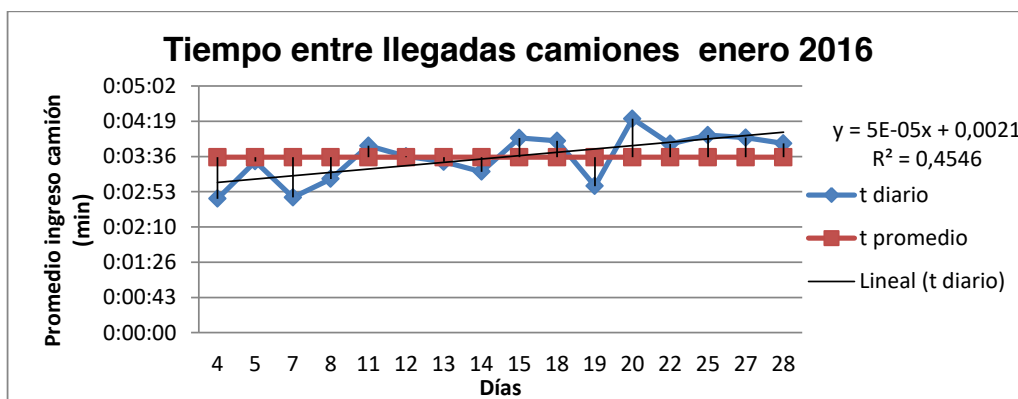
Tabla 48: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones enero 2016”

Día	Promedio mensual entre llegadas de camiones (min)
04-01-2016	0:02:44
05-01-2016	0:03:30
07-01-2016	0:02:46
08-01-2016	0:03:08
11-01-2016	0:03:49
12-01-2016	0:03:36
13-01-2016	0:03:29
14-01-2016	0:03:17
15-01-2016	0:03:59
18-01-2016	0:03:55
19-01-2016	0:03:00
20-01-2016	0:04:22
22-01-2016	0:03:51
25-01-2016	0:04:02
27-01-2016	0:03:59
28-01-2016	0:03:52
Promedio	0:03:35
Desviación	3,35E-04
Intervalo de confianza	0:00:14
Límite inferior	0:03:21
Límite superior	0:03:49

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 48 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 39: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones enero 2016”



Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 39, se puede observar un aumento lineal en relación al tiempo entre llegadas de los camiones, siendo el promedio de 3 minutos 35 segundos durante el mes de enero.

Además se puede distinguir que en este mes existen cuatros puntos críticos, los cuales corresponden al día 4, 7, 19 y 20 de enero, alcanzando un tiempo promedio entre llegadas de 2 minutos 44 segundos, 2 minutos 46 segundos , 3 minutos 0 segundos y 4 minutos 22 segundos respectivamente.

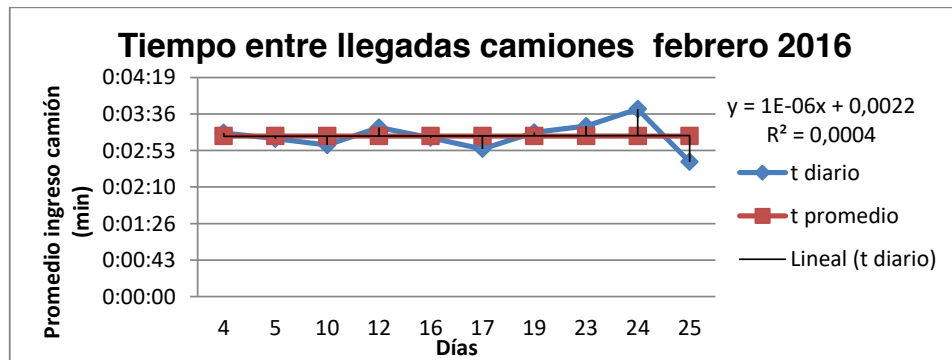
Tabla 49: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones febrero 2016”

Día	Promedio mensual entre llegadas de camiones (min)
04-02-2016	0:03:14
05-02-2016	0:03:07
10-02-2016	0:02:59
12-02-2016	0:03:20
16-02-2016	0:03:08
17-02-2016	0:02:55
19-02-2016	0:03:14
23-02-2016	0:03:22
24-02-2016	0:03:42
25-02-2016	0:02:39
Promedio	0:03:10
Desviación	1,96E-04
Intervalo de confianza	0:00:10
Límite inferior	0:02:59
Límite superior	0:03:20

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 49 se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 40: “Promedio tiempo entre llegadas de camiones febrero 2016”

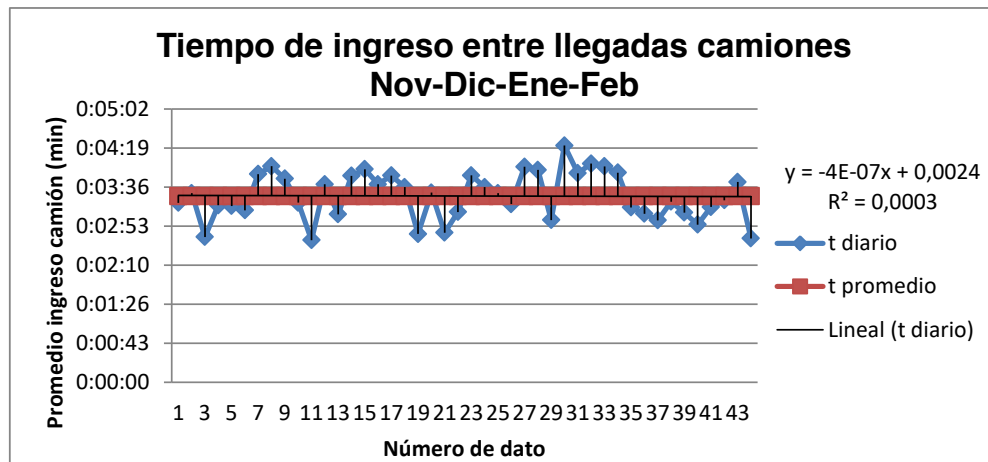


Fuente: Elaboración propia.

En base al Gráfico 40, se puede observar que en relación al tiempo entre llegadas de los camiones, la tendencia es similar al promedio, siendo de 3 minutos 10 segundos durante el mes de febrero.

Además se puede distinguir que en este mes existen dos puntos críticos, los cuales corresponden al día 24 y 25 de febrero, alcanzando un tiempo promedio entre llegadas de 3 minutos 42 segundos y 2 minutos 39 segundos respectivamente.

Gráfico 41: “Promedio tiempo de ingreso entre llegadas de camiones Nov-Dic-Ene-Feb”



Fuente: Elaboración propia.

A partir del Gráfico 41 se puede observar el promedio mensual del tiempo de ingreso entre llegadas de los camiones al terminal de SAAM Extraportuario; siendo en el mes de noviembre 3 minutos 24, en diciembre 3 minutos 31 segundos, en enero 3 minutos 35 segundos y por último en febrero se alcanza un promedio de 3 minutos 10 segundos.

Además se puede distinguir que la tendencia se mantiene constante en los cuatro meses, teniendo un promedio de 3 minutos 26 segundos.

Anexo 8: Plano SAAM Extraportuario

Figura 99: “Plano ubicación SAAM Extraportuarios”



Fuente: Google Maps

Bibliografía

- Libros

[Chase09] Chase Richard et al. Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros. México: McGraw-Hill, 2009.

[Coss05] Coss, Bu, Raúl. Simulación: Un enfoque práctico. Editorial Limusa., 2005.

[Cueto & Galaz 14] Cueto, Gonzalo A; Galaz, Cheryl S. Diseño y desarrollo de un modelo de simulación para los flujo vehiculares proyectados el 2020 en Zeal. Memoria EICI, Universidad Valparaíso, Valparaíso, 2014.

[James97]: James, P., Gestión de la calidad total. Editorial Prentice Hall., 1997.

[Kelton08] Kelton, W. D., Simulación con Software Arena. Editorial McGraw-Hill., 2008.

[Shannon 88] Shannon R.E., “Simulación de Sistemas. Diseño, desarrollo e implementación”, Teoría de Modelos y Simulación. Introducción a la Simulación. Trillas México.1988

- PDF disponibles en la web

[Arena12] Getting started with Arena. Pdf2012

[Delfino, 07] “Test de Hipótesis”, presentación disponible en la web, 2007.

[Hoeger05] Hoeger, H., Introducción a la simulación. Pdf 2005.

[Hoeger10] Hoeger, H., Pasos en un estudio de simulación. Pdf 2010.

- Internet

[Arena] Página web Software Arena. (Disponible vía web en <https://www.arenasimulation.com/> , visitado en Junio de 2013).

[Bizagi] Página web programa Bizagi. (Disponible vía web <http://www.bizagi.com/>, visitada en Agosto 2015)

[Hitpass 11] Hitpass. Bernhard H. ¿Reingeniería, rediseño o mejora de procesos de negocios?, 2011. (Disponible vía web en <http://www.emb.cl/gerencia/articulo.mvc?xid=523> , visitada en Noviembre 2015)

[Ocampo12] Ocampo. Jared. Aplicando la metodología DMAIC-SIM a la mejora del tiempo de atención en migración en el aeropuerto de San Pedro Sula, Honduras, 2012 (Disponible vía web en https://www.researchgate.net/publication/264044288_APLICANDO_LA_METODOLOGIA_DMAIC-SIM_A_LA_MEJORA_DEL_TIEMPO_DE_ATENCION_EN_MIGRACION_EN_EL_AEROPUERTO_DE_SAN_PEDRO_SULA visitada en Julio 2015)

[pdcahome] Pdcachome, Diagrama de Ishikawa: Analisis causa-efecto de los problemas. (Disponible vía web en <http://www.pdcahome.com/diagrama-de-ishikawa-2/> visitada en Agosto 2015)

[Promodel] Página web Promodel. (Disponible vía web en <http://www.simulart.cl/productos/promodel/>, visitado en Julio de 2015)

[Reyes12] Reyes. Oscar. Diagrama de causa-efecto, 2012. (Disponible vía web en <http://es.slideshare.net/oscarreyesnova/diagrama-de-causa-efecto> visitada en Julio 2015)

[SAAM] Página web SAAM. (Disponible vía web en <http://www.saam.com/>, visitada en Mayo 2015)

[SAAM Extraportuarios] Página web SAAM Extraportuarios. (Disponible vía web en <http://www.aep.cl/>, visitada en Mayo 2015)

[Simul8] Página web Software Simul8. (Disponible vía web <http://www.simul8.es/>, visitada en Julio 2015)

[Six sigma] Página web Six Sigma. (Disponible vía web en <https://www.sixsigmaespanol.com/dmaic-step-one/>, visitada en Septiembre 2015)