ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

ESCUELA DE GRADUADOS

PROYECTO DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

"MAGÍSTER EN CONTROL DE OPERACIONES Y GESTIÓN LOGÍSTICA"

TEMA

MEJORA DEL FLUJO DE DESCARGA DE BARCOS AL GRANEL MEDIANTE EL USO DE SIMULACIONES

AUTORES

ROSERO QUIROZ MARÍA CRISTINA

VILLAMIL MOSQUERA JOSÉ ANDRES

Guayaquil- Ecuador

AÑO

2015

DEDICATORIA

A Dios, por todas sus bondades en mi vida, gracias a su infinito amor he logrado cumplir metas, ha sido mi guía en todas mis decisiones.

A mis padres quienes son un ejemplo para mí, que con amor y esfuerzo desde mi niñez me inculcaron la responsabilidad de culminar todos mis proyectos, y con amor siempre me han apoyado.

A mi hermano quien a pesar de ser menor a mí, es un ejemplo para mi vida profesional y personal.

A mi hija, quien ha sido mi inspiración en cada paso que doy, por quien busco superarme día a día, quiero ser la luz que alumbre su vida.

Cristina Rosero

A Dios, en quien confío tanto y nos da tantas bendiciones a diario. Sin Él, la vida no tendría sentido alguno.

Deseo dedicar este proyecto a mis papás que siempre me han apoyado en cada paso y decisión que he tomado y son el motor de mi vida.

A mi esposa y a mi futuro hija que me acompañan cada día de la semana y están presentes en todos los momentos buenos y malos.

A mis hermanos que con su cariño siempre me han apoyado durante cada etapa de mi vida.

José Andrés Villamil

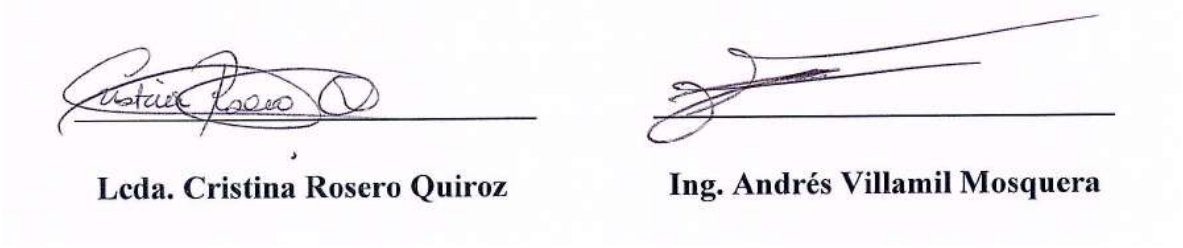
AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todos quienes formaron parte de este camino, no han existido aportes pequeños dentro de este largo sendero, esta maestría nos permitió conocer personas excepcionales; compañeros que llegaron a ser amigos, logramos adquirir conocimientos de grandes profesionales como lo fueron nuestros profesores quienes sus títulos le hacen honor a su profesión, nuestro tutor quien con paciencia y mucha paciencia logró dirigirnos en nuestro proyecto.

A la universidad, quien permitió que este logro se cumpliera, que con alto grado de eficiencia y con un grupo de profesionales formó este proyecto de estudio quien ha recibido a muchos estudiantes, dando como resultados proyectos que se han aplicado a la realidad y han sido aportes importantes para la industria Ecuatoriana, así como empresas personales.

DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, así como el Patrimonio Intelectual del mismo, corresponde exclusivamente al **FCNM (Faculta de Ciencias Naturales y Matemáticas)** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



Lcda. Cristina Rosero Quiroz **Ing. Andrés Villamil Mosquera**

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

M.Sc. Carlos Aníbal Suárez

PRESIDENTE

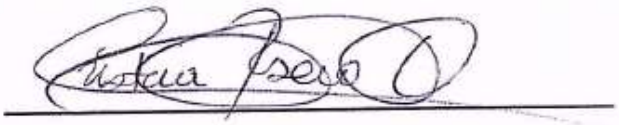
M.Sc. Carlos Cepeda de La Torre

DIRECTOR DE PROYECTO

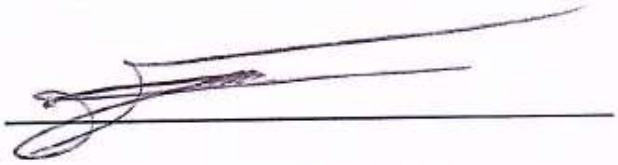
M.Sc. Carlos Martín Barreiro

VOCAL

AUTORES DEL PROYECTO DE GRADUACION



Lcda. Cristina Roséro Quiroz



Ing. Andrés Villamil Mosquera

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1 1

1 PROBLEMÁTICA Y SUS OBJETIVOS 1

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL 2

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 3

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 3

1.4.1 OBJETIVO GENERAL 4

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4

1.5 METODOLOGÍA 5

1.6 ESTRUCTURA DEL PROYECTO 6

CAPITULO 2 7

2 MARCO TEÓRICO 7

2.1 ELEMENTOS DEL PROCESO PORTUARIO 7

2.1.1 BUQUE GRANELERO 7

2.1.2 CONTRATO DE FLETAMENTO 7

2.1.3 FLETAMENTOS POR VIAJE 8

2.1.4 FLETADOR 9

2.1.5 BRÓKER 9

2.1.6 LAYCAN 10

2.1.7 EL FLETE 10

2.1.8 ARMADOR 10

2.1.9 DEMORAJE 10

2.1.10 PREMIOS 11

2.1.11 DIAS DE PLANCHA 11

2.1.12 BILL OF LADING 11

2.2 PROCESO DE DESCARGA 12

2.2.1 ETAPA 1 (PREVIO AL RECALADO DEL BARCO) 12

2.2.2 AVISO DE BARCO LISTO (NOR – NOTICE OF READINESS) 12
2.2.3 ETAPA 2 (FONDEO Y ATRAQUE) 13
2.2.4 ETAPA 3 (PERIODO DE DESCARGA) 14
2.2.5 FALLAS COMUNES 14
2.2.6 ETAPA 4 (DRAFT SURVEY) 16
2.3 SERVICIOS DE OPERACIÓN DE DESCARGA 17
2.3.1 SERVICIO A BUQUES 17
2.3.1.1 MUELLE DE DESEMBARQUE 18
2.3.1.2 AMARRE Y DESAMARRE 18
2.3.2 SERVICIOS DE TRANSFERENCIA DE LA CARGA 19
2.3.2.1 BODEGA DENTRO DEL BARCO 19
2.3.2.2 GRÚAS 19
2.3.2.3 BOBCAT 20
2.3.2.4 CUCHARAS HIDRÁULICAS 21
2.3.2.5 TOLVA 21
2.3.2.6 CAMIONES 22
2.3.2.7 BÁSCULA 23
2.3.2.8 BODEGA DE RECEPCION DE SILOS 23
2.3.2.9 BANDAS TRANSPORTADORAS 24
2.3.2.10 SILOS 24
2.4 CONCEPTO DE SIMULACIÓN 25
2.4.1 ¿POR QUE USAR SIMULACIÓN? 25
2.4.2 SIMULADOR FLEXSIM 26
2.4.2.1 PROCESO DE SIMULACIÓN 26
2.4.2.2 ROLES DEL SIMULADOR 26
2.4.2.3 ¿QUÉ TIPO DE PROBLEMAS SOLUCIONA FLEXSIM? 27
2.5 TERMINOLOGÍA FLEXSIM 27
2.5.1. CONCEPTOS DE INFORMACION GENERAL 28
2.5.2 FLOWITEMS 28
2.5.3 ITEM TYPES 29

2.5.4 PORTS 29
2.6 DETALLES DE FLOWITEMS A UTILIZAR 30
2.6.1 SOURCE 30
2.6.1.2 MODO DE TIEMPOS ENTRE ARRIBOS 30
2.6.1.3 MODO DE HORARIO DE LLEGADA 31
2.6.1.4 MODO DE SECUENCIA DE LLEGADA 31
2.6.2 QUEUE 32
2.6.2.1 PROPIEDADES 32
2.6.3 PROCESSOR 33
2.6.3.1 PROPIEDADES 33
2.6.4 CONVEYOR 34
2.6.4.1 PROPIEDADES 34
2.6.5 DISPATCHER 34
2.6.6 ROBOT 35
CAPITULO 3 36
3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO 36
3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS HISTÓRICOS 36
3.2 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS 37
3.3 DETERMINAR LOS REQUERIMIENTOS DE DATOS 38
3.4 DATOS OPERACIONALES 38
3.5 DATOS NUMÉRICOS 39
3.6 DATOS PARA LA SIMULACION 39
3.8 DATOS ESTRUCTURALES 40
3.9 ANÁLISIS DESCRIPTIVO 41
3.10 PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE 42
3.10.1 PRUEBA DE JI CUADRADA (Prueba X2) 42
3.10.2 PRUEBA DE KOLMOGOROV – SMIRNOV (K-S) 43
3.11 USO DE @RISK 44
3.11.1 RESULTADOS DE LAS DISTRIBUCIONES ESTADÍSTICAS 45
3.11.2 REPORTE PRUEBA JI CUADRADA ($X2$) 45

3.11.3 REPORTE PRUEBA KOLMOGOROV – SMIRNOF ($K - S$) 45

3.12 VALUE – P 46

3.13 TIEMPO DE CARGA 46

3.14 TIEMPO DE TRÁNSITO 48

3.15 TIEMPO DE DESCARGA.....49

3.16 DESARROLLO DE ESCENARIOS EN DIAGRAMAS DE FLUJO.....51

3.16.1 DIAGRAMA DE FLUJO ESCENARIO 1 (ACTUAL).....51

3.16.2 REPORTE SIMULADOR FLEXSIM ESCENARIO 1 (actual 2 camiones y 1 cinta transportadora).....53

3.16.3 DIAGRAMA DE FLUJO ESCENARIO 2 (Actual más 1 camión adicional).55

3.16.4 REPORTE SIMULADOR FLEXSIM ESCENARIO 2 (Actual más 1 camión adicional).....55

3.16.5 DIAGRAMA DE FLUJO ESCENARIO 3 (Actual con 2 camiones y 2 cintas transportadoras).....56

3.16.5 REPORTE SIMULADOR FLEXSIM ESCENARIO 3 (Actual con 2 camiones y 2 cintas transportadoras).....57

3.16.6 DIAGRAMA DE FLUJO ESCENARIO 4 (Actual 3 camiones más 2 cinta transportadoras).....58

3.16.7 REPORTE SIMULADOR FLEXSIM ESCENARIO 4 (Actual con 3 camiones y 2 cintas transportadoras).....58

CAPITULO 4.....61

4 ANALISIS FINANCIERO 61

4.1 ESCENARIOS DE MEJORAS Y FACTIBILIDAD 61

4.1.1 ANALISIS FINANCIERO ESCENARIO 1 (ACTUAL).....61

4.1.2 ANALISIS FINANCIERO ESCENARIO 2 62

4.1.3 ANALISIS FINANCIERO ESCENARIO 3 62

4.1.4 ANALISIS FINANCIERO ESCENARIO 4 63

4.1.5 RESUMEN ANALISIS FINANCIERO 64

4.2 RESULTADOS DE LA INVERSIÓN.....64

4.3 PROPUESTA.....65

4.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....66

BIBLIOGRAFIA.....68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de contenido 6
Figura 2. Esquema de negociación 8
FIGURA 3. AVISO DE BARCO LISTO (NOTICE OF READINESS) 13
Figura 4. Detalle de tiempo 15
FIGURA 5. DRAFT SURVEY 16
FIGURA 6. MUELLE DE DESEMBARQUE 18
FIGURA 7. BODEGA DENTRO DEL BARCO 19
FIGURA 8. GRÚA 20
FIGURA 9. BOBCAT 20
FIGURA 10. CUCHARA HIDRÁULICA 21
Figura 11. Tolva 22
Figura 12. Camión 22
Figura 13. Báscula 23
Figura 14. Bodega de descarga 23
Figura 15. Banda transportadora 24
Figura 16. Silos 25
Figura 17. Flowitems 28
Figura 18. Itemtype 29
Figura 19. Ports 30
Figura 20. Source 30
Figura 21. Queue 32
Figura 22. Processor 33
Figura 23. Conveyor 34
Figura 24. Dispatcher 35
Figura 25. Robot 35
Figura 27. Proceso logístico 40
Figura 28. Diagrama escenario 1 (actual) 53
Figura 29. Diagrama escenario 2 55
Figura 30. Diagrama escenario 3 56
Figura 31. Diagrama escenario 4 58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ajuste – Estadística Carga 47
Tabla 2. Comparación de ajuste de tiempo de carga 47
Tabla 3. Ajuste – Estadística Tránsito 48
Tabla 4. Comparación de ajuste de tiempo de tránsito 49
Tabla 5. Ajuste – Estadística Descarga 50
Tabla 6. Comparación de ajuste de tiempo de descarga 50
Tabla 7. Escenario 1 (actual) 54
Tabla 8. Comentarios de los procesos 54
Tabla 9. Escenario 2 (Actual más 1 camión adicional) 56
Tabla 10. Escenario 3 (2 camiones y 2 cintas transportadoras) 57
Tabla 11. Escenario 4 (3 camiones y 2 cintas transportadoras) 59
Tabla 12. Análisis escenario 1, 2, 3, 4 (tiempo promedio de permanencia) 60
Tabla 13. Análisis Financiero escenario 1 (actual) 61
Tabla 14. Análisis Financiero escenario 2 62
Tabla 15. Análisis Financiero escenario 3 63
Tabla 16. Análisis Financiero escenario 4 64
Tabla 17. Detalle inversión 65

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos de carga y descarga 69
Anexo 2. Datos de carga/descarga en números enteros 76
Anexo 3. Escenario 1 (actual) modelo con 2 camiones y 1 cinta transportadora 83
Anexo 4. Modelo escenario 2 actual con 3 camiones y 1 cinta transportadora 84
Anexo 5. Modelo escenario 3 actual con 2 camiones y 2 cintas transportadoras 85
Anexo 6. Modelo escenario 4 con 3 camiones y 2 cintas transportadoras 86

CAPITULO 1

1 PROBLEMÁTICA Y SUS OBJETIVOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años el crecimiento de las importaciones de productos al granel ha presentado un incremento considerable en la industria ecuatoriana. Este incremento conlleva a las empresas a buscar puertos de descargas más eficientes que permitan obtener un flujo constante de operaciones y a su vez un despacho anticipado de los barcos graneleros contratados por empresas.

Los barcos graneleros proveen un tiempo limitado de descarga, dependiendo de las negociaciones de los charteadores, en el caso de no cumplir con estos tiempos previamente negociados se comenzará a sumar como un pago pendiente por cancelar dependiendo de cuánto sea el tiempo de demora lo que se conoce como demoraje, en la mayoría de casos podría llegar a sumas de gran importancia por cada barco que se encuentre atracado.

Otro punto que lleva a esta situación, es que el muelle de un puerto se encuentre ocupado con un barco, los demás deben esperar el respectivo tiempo de operación de descargue que se toma el primer barco para descargar toda su mercadería. Como consecuencia, la empresa local deberá incurrir en sobrecostos (demorajes) que afectan al costo de la materia prima.

Otro factor importante a considerar es el tráfico de barcos graneleros y el alto tiempo de descarga debido a la carencia de sistemas efectivos de almacenamiento como silos metálicos de gran capacidad que permitan optimizar esta operación.

A pesar de todo lo anteriormente expuesto, las empresas charteadoras poseen algo favorable al momento de optimizar su logística de descarga, esto es la obtención de compensaciones monetarias que pagan los barcos graneleros por el uso efectivo de la descarga. Las negociaciones con estos barcos se realizan mediante un tiempo permitido para descargar, si una empresa utiliza un tiempo menor al concedido puede ganar premios

por barco atracado, lo cual impactaría directamente como ahorro en la importación del producto.

Es debido a esto la necesidad y la importancia de aprovechar un recurso que se maneja a nivel internacional.

1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, un barco granelero puede demorarse hasta 5 días en Guayaquil, desde que arriba a la boya de mar hasta que termina las operaciones del producto que maneja en sus bodegas. Bajo estas mismas condiciones, los dueños de los barcos graneleros permiten una estadía en puerto de entre 1 y 3 días dependiendo de la cantidad de producto con la que fue cargado y la rata de descarga mediante la cual fue charteado y negociado el barco. Con este análisis podemos notar que inmediatamente tendremos que cancelar un aproximado de entre $20.000,00 a $40.000,00 por conceptos de demoraje.

Como se indica en el planteamiento del problema, esto se da dependiendo del tiempo que se obtenga para descargar el barco granelero, se podría incurrir en $20.000,00 por demorajes por día o a su vez ganar premios de $10.000,00 por día acorde como se dé la optimización de la logística.

Se debe considerar que, para reducir estos tiempos, en el presente estudio se analizará que proceso dentro de ésta cadena se puede ajustar, cambiar, o adicionar, y así incrementar la capacidad de recepción y disminuir el tiempo de ésta operación. En el mejor de los casos se podría obtener una rata de descarga de aproximadamente 130 tm/hora, sin contar que durante las primeras horas de la descarga se puede alcanzar un máximo de 90 tm/hora, lo cual incrementa los tiempos.

Es importante acotar que la descarga de los productos graneleros generalmente se da mediante el sistema de grúas con cucharas hidráulicas que permiten obtener entre 6 toneladas del producto por cada descarga en la tolva, debido a que si se utiliza los sistemas de succión en vacío se afectaría gravemente la calidad del producto y a su vez se incrementarían las mermas.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente los puertos representan grandes puertas de acceso para el comercio exterior, ellos juegan un papel fundamental en la competitividad de un país, por lo cual su crecimiento y desarrollo son una prioridad a nivel mundial. En el Ecuador se lleva a cabo el 80% de comercio exterior por vía marítima, razón por la cual el sector portuario y naviero se lo considera como estratégico para el desarrollo económico de la nación, buscando de esta forma optimizar los costos inmersos dentro de las operaciones portuarias y consecuentemente la reducción de tiempos muertos que se generan; lo cual al final del día se resume en costos extras que encarecen la materia prima afectando el precio del producto final y a los resultados financieros deseados por la empresa.

Esta propuesta se elabora para brindar soluciones al actual manejo operativo en el puerto, para realizar este proyecto se requiere un estudio previo del alto impacto en sobrecostos y tiempos dentro del internamiento (costo de la cadena logística desde puerto de descarga hasta planta) que causa la falta de desarrollo de infraestructura dentro de terminales graneleros.

Es alertante el tener una creciente congestión portuaria. Por lo que, al integrar una logística donde permita una ágil movilidad conllevaría a un desarrollo sostenible de infraestructuras, dando como resultados el aumento de la competitividad, reducción de costos logísticos y externalidades negativas de las demoras de descarga, lo que favorece al desarrollo de muchas empresas y del país.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de este proyecto plantearemos cual es el objetivo general y los objetivos específicos que conllevan a realizar la investigación:

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar el proceso actual de descarga de barcos graneleros, mediante la utilización de simulación matemática, minimizando costos asociados a los tiempos de descarga y volviendo más eficiente el flujo operativo dentro del puerto.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los tiempos de descarga reales de los barcos atracados en |el respectivo terminal de descarga con el objetivo de conocer los cuellos de botella donde se presenta la operación.

- Determinar las áreas de influencia directa e indirecta donde se manifiesta el impacto económico.

- Diseñar escenarios a través de un programa de simulación, que nos permita evaluar la situación actual y proyectar soluciones futuras, cuyos resultados luego serán analizados financieramente.

- Planteamiento de la inversión total del proyecto versus el ahorro anual que se generaría por la implementación del proyecto.

- Propuesta de un joint venture entre la empresa importadora y el respectivo terminal para acordar los términos generales y específicos entre los cuales ambas partes se comprometan a invertir y a desarrollar nueva infraestructura portuaria.

- Presentar las conclusiones del proyecto demostrando las respectivas variables económicas y el beneficio para las partes involucradas.

1.5 METODOLOGÍA

El desarrollo del presente estudio, seguirá la siguiente metodología:

- Análisis de datos históricos

Se ha decidido escoger un escenario con tiempos promedios de carga y descarga, considerando el tiempo desde que empieza la operación en los barcos hasta que ésta es colocada en los silos, se agrupó esta información en Excel para realizar pruebas estadísticas utilizando el componente @Risk de MS Excel para escoger a que distribución pertenecen, una vez se comprueba estadísticamente y se han obtenido los datos, se desarrollan escenarios en el simulador a utilizar dentro de éste estudio.

- Diseño y desarrollo de un modelo de simulación matemática

Para este fin se utilizará el software: Flexsim, se coloca la información en el simulador Flexsim, la cual es una herramienta de análisis, permite desarrollar un modelo de computadora en 3 dimensiones de un sistema de vida real. Flexsim cuenta con una animación gráfica, y brinda informes de rendimiento, se logra identificar problemas y valorar soluciones alternativas, para obtener los tiempos que tengo en la realidad versus a lo que obtendría con la propuesta.

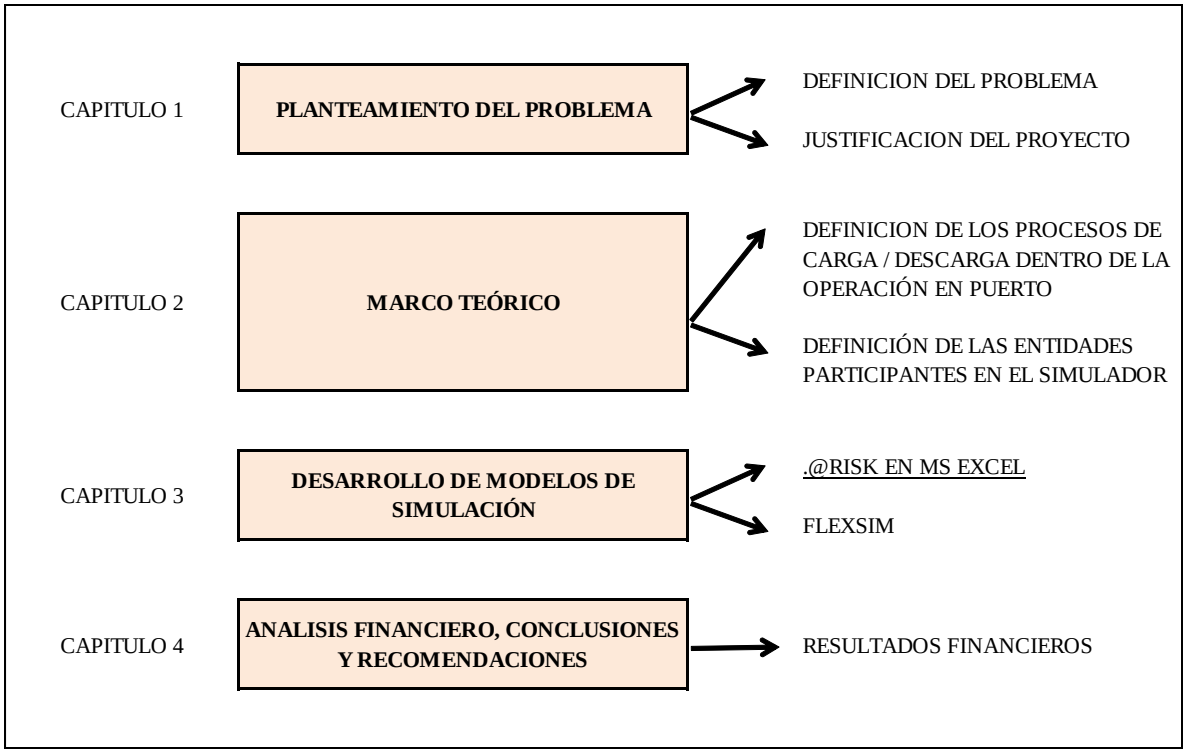
- Análisis de resultados

Una vez se obtengan los tiempos del simulador de los escenarios propuestos se escogerá cuál es el que se utilizará para este proyecto, se debe realizar un estudio financiero, para obtener resultados económicos, esto permitirá observar si es factible para la compañía realizar la inversión planteada dentro de este estudio, se finaliza con los comentarios idóneos para el planteamiento de este tema en la realidad.

1.6 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Este proyecto se encuentra agrupada en 4 capítulos que aportan con el desarrollo de este proyecto. En la figura 1 se presenta el esquema del contenido de cada capítulo.

Figura 1. Esquema de contenido



CAPITULO 2

2 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describe el proceso de carga y descarga, una explicación teórica de quienes intervienen operativamente, y los conceptos de las entidades participantes dentro del proceso a estudiar.

2.1 ELEMENTOS DEL PROCESO PORTUARIO

2.1.1 BUQUE GRANELERO

Un granelero es un barco que se dedica al transporte de cargas secas a granel. Suele tratarse de un buque mercante de gran tamaño, superando en algunos casos los 300 m. de eslora, que normalmente navega a baja velocidad.

Estos barcos de transporte de carga sólida a granel son fácilmente identificables por tener una única cubierta corrida con varias escotillas (normalmente impares) y unas correderas a uno o ambos lados por donde corren la tapa o tapas de las escotillas.

2.1.2 CONTRATO DE FLETAMENTO

El contrato de transporte por agua es aquél en el cual una de las partes, transportador o empresa de transporte, asume la obligación de resultado de trasladar o conducir materiales entregados por la otra parte contratante, por el espacio acuático, y mediante la utilización de un barco, desde un lugar geográfico a otro, puerto de embarque a puerto de destino, a cambio de un precio en dinero que recibe la denominación de flete.

Los contratos de fletamento se pueden generar bajo algunas formas como son el contrato de fletamento por viaje o el contrato de fletamento por tiempo. La mayoría de las empresas que importan materia prima hacia sus países trabajan bajo la modalidad de viaje.

2.1.3 FLETAMENTOS POR VIAJE

El fletamento por viaje se los realizar cuando la parte contratante está interesada en movilizar una carga de un puerto a otro, en el cual en este último se cumpliría el contrato.
Estos casos se dan generalmente para las importaciones de materias primas desde un país hacia otro. Las negociaciones son puntuales; sin embargo algunos actores intervienen en la operación de negociación.
En la figura 2 podemos observar uno de los esquemas de negociación mediante la cual se negocia los contratos de fletamento.

Figura 2. Esquema de negociación

Para explicar el esquema podríamos resumir a los siguientes pasos:

- El contratante posee la necesidad de movilización de su carga desde un puerto hacia otro y se pone en contacto con el bróker o agente marítimo.

- El bróker del contratante se contacta con el bróker del Armador para conseguir un barco en base a las necesidades de la parte contratante.

- El Armador ofrece un barco y esto es comunicado al bróker del fletador, el cual se contacta con su cliente y le indica las condiciones bajo las cuales se está negociando el flete y fechas de arribo a origen y destino.

Como podemos ver en la figura 2, si el armador propietario del buque ostenta también la gestión comercial del mismo, no existe la figura del armador disponible.

Como vemos en la figura 2, si el armador como el fletador hacen uso de sus bróker serán estos los que establezcan los contactos iniciales y desarrollen la negociación de la póliza de fletamento, informando, asesorando y velando por los intereses de su principal y siempre sometiendo a la aprobación final de éstos los términos acordados, a no ser que su principal les haya otorgado libertad en la gestión, exigiendo como es lógico resultados de manera periódica.

2.1.4 FLETADOR

Por fletador entendemos a la empresa o particular que por la necesidad de transportar su mercancía contrata o fleta un barco. El fletador es un actor principal en este negocio, con el que guarda una estrecha relación debido a que necesita de este medio de transporte para desarrollar su actividad, lo más habitual en los fletamentos por viaje, es que su necesidad sea la de transportar embarques completos, normalmente de inputs, que posteriormente dedicará a la elaboración de su producto final.

2.1.5 BRÓKER

El trabajo de un bróker se basa en la información y los contactos que con armadores, fletadores o ambos pueda tener. Se podría pensar que como intermediario se limita a poner en contacto a ambas partes y transmitir la información, pero en la mayoría de los casos influye bastante en la negociación, filtrando y seleccionando la información a transmitir a las partes para evitar roturas en las negociaciones, aconsejando a su cliente o desarrollándola completamente en nombre de su principal.

2.1.6 LAYCAN

El laycan indica el período o momento de tiempo en el que por parte de los armadores existe la obligación de posicionar el buque listo para la carga, es decir, es la fecha o el período acordado para la carga en la charter party.
En el supuesto de que exista algún tipo de impedimento que no permita la llegada del buque dentro del laycan los armadores directamente o a través de su bróker pueden solicitar a los fletadores, extensión del laycan, ampliando así el plazo permitido para posicionar el buque.

2.1.7 EL FLETE

La obligación fundamental que pesa sobre el fletador es la del pago del flete, que constituye la retribución percibida por el fletante como contraprestación por la utilización del barco para el viaje contratado.

2.1.8 ARMADOR

Es la persona física o jurídica que arma o avía el buque, contrata a la tripulación y es responsable del mantenimiento de la condición de navegabilidad, coincida o no con su condición de propietario.

En el mundo naviero existen muchos Armadores, los cuales poseen bajo su cargo el cuidado de gran cantidad de barcos que son ofrecidos a nivel mundial.

2.1.9 DEMORAJE

En el caso de que un buque no completase la carga o la descarga dentro del plazo permitido por el contrato fletamento, los armadores tienen derecho a una compensación por el retraso extra sobre el tiempo convenido, en el supuesto de que el atraso no se deba a circunstancias ajenas al control de los fletadores, tal como se enumeren en el contrato.

Estas demoras pueden variar desde $20.000,00 a $25.000,00 por día dependiendo del nivel de negociación que se posea en el mercado. Esta es una de las principales razones con la cual el producto de la materia prima incrementa su precio, dado que no siempre se puede confiar en la situación climática, el tráfico de barcos en los puertos puede llegar a ser bastante alto, y el tiempo de descarga en la banda transportadora.

2.1.10 PREMIOS

Son los días de despacho adelantados en la carga o descarga del barco dentro del tiempo permitido en el contrato de fletamento. En el caso de que los consignatarios/fletadores hayan incurrido hecho gastos extraordinarios para adelantar tiempo, se justificaría una compensación en la forma de premio por despacho rápido. Las partes interesadas tienen derecho al premio por despacho adelantado solamente si el contrato contiene alguna disposición a ese efecto.

Estos premios pueden variar entre $ 416,67 a $10.000,00 por día dependiendo de la negociación con el Armador del barco y los Bróker.

2.1.11 DIAS DE PLANCHA

Son los días con los que cuenta un fletador para lograr descargar todo el producto embarcado en el puerto de origen. Cuando este tiempo sea completado, vendrán los demorajes. Esto aplica tanto para origen como para destino.

2.1.12 BILL OF LADING

El Conocimiento de embarque o Bill of lading es un documento que se emplea en el transporte marítimo. Emitido por el naviero o el capitán del buque, sirve para acreditar la recepción o carga a bordo de las mercancías a transportar, en las condiciones consignadas. Suelen emitirse tres originales y varias copias no negociables.

2.2 PROCESO DE DESCARGA

Este proceso es conocido como libre práctica (recepción oficial de los barcos), el cual está enmarcado dentro de procedimientos para que un barco sea recibido oficialmente en puerto.

Todas las fases del procedimiento tienen su vital importancia, y se deben seguir antes de la recalada del barco y durante los días de estadía después de su recalada, se dividirá en 4 etapas este proceso de recepción.

2.2.1 ETAPA 1 (PREVIO AL RECALADO DEL BARCO)

El agente marítimo deberá mantener informado al consignatario sobre el arribo del barco, con 15 días de anticipación, la finalidad de este aviso es que se realice una previa coordinación con las autoridades del puerto para que el barco sea atendido, de esta forma se evita pérdida de tiempo en el fondeo.

2.2.2 AVISO DE BARCO LISTO (NOR – NOTICE OF READINESS)

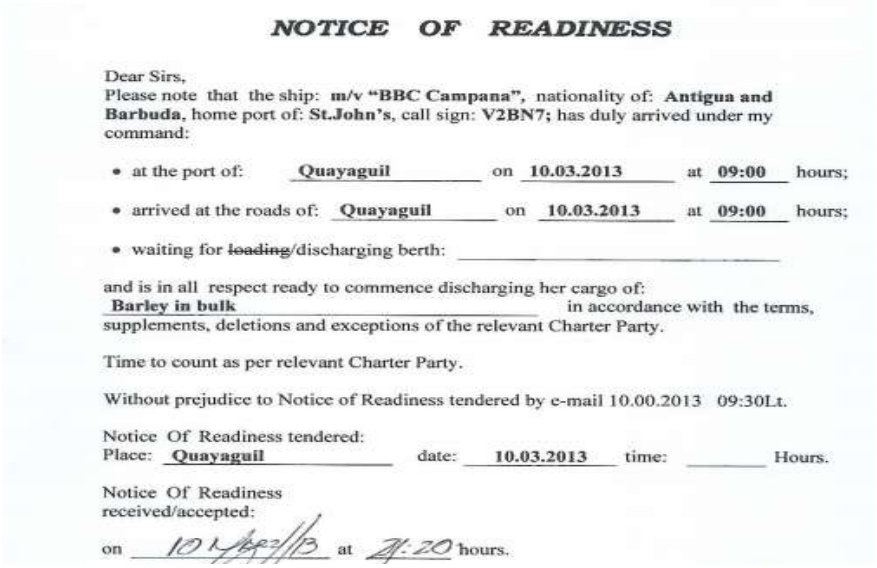
Es obligación presentar este documento al arribo del barco, el capitán debe emitir con la información de descarga correcta, se debe revisar si los datos emitidos son válidos ya que depende de todo esto que el lay - time sea el adecuado.

Para que la información del NOR sea válida, son necesarias algunas pautas:

- Sea declarado en libre práctica.
- No exista problemas en el calado.
- Que el equipo de descarga se encuentre 100% operativo.
- Que las tapaderas de la bodega estén abiertas.

Se debe señalar que las novedades que se presenten tanto en la carga como descarga deben ser anotadas en el NOR y registradas en el SOF (Statement of facts).

FIGURA 3. AVISO DE BARCO LISTO (NOTICE OF READINESS)



NOTICE OF READINESS

Dear Sirs,
Please note that the ship: **m/v "BBC Campana"**, nationality of: **Antigua and Barbuda**, home port of: **St.John's**, call sign: **V2BN7;** has duly arrived under my command:

- at the port of: **Quayaguil** on **10.03.2013** at **09:00** hours;
- arrived at the roads of: **Quayaguil** on **10.03.2013** at **09:00** hours;
- waiting for ~~loading~~/discharging berth: _____

and is in all respect ready to commence discharging her cargo of:
Barley in bulk in accordance with the terms, supplements, deletions and exceptions of the relevant Charter Party.

Time to count as per relevant Charter Party.

Without prejudice to Notice of Readiness tendered by e-mail 10.00.2013 09:30Lt.

Notice Of Readiness tendered:
Place: **Quayaguil** date: **10.03.2013** time: _____ Hours.

Notice Of Readiness received/accepted:
on 10/03/13 at 21:20 hours.

2.2.3 ETAPA 2 (FONDEO Y ATRAQUE)

Esta fase es una etapa de preparación para el arribo del barco al muelle, donde se prepara que el muelle tenga las condiciones adecuadas y seguras para su respectiva permanencia, de esta forma se desarrolle el atraque sin contratiempo.

Al momento del ataque debe ser llenado un formulario por el encargado a bordo, quien debe registrar la siguiente información:

- Hora de atraque.
- Bajada de escala.
- Disponibilidad para conectarse.
- Inicio y término de la conexión.
- Motivo de paradas, etc.

2.2.4 ETAPA 3 (PERIODO DE DESCARGA)

Este proceso comienza cuando el buque es declarado atracado y en libre práctica por las respectivas autoridades portuarias, para el período de descarga se debe seguir bajo los parámetros que el capitán del barco ha establecido conocido como (plan de descarga). Es obligación que mediante la descarga se encuentre un representante del agente marítimo quién actuará como intermediario entre todas las partes involucradas, llevando todas las anotaciones de la relación de Estado de Hechos **SOF** durante la descarga.

En el estado de Hecho (SOF) se debe detallar todas las anomalías que se presentaron durante esta etapa, indicando la fecha y hora de cuando empieza y terminan las novedades.

2.2.5 FALLAS COMUNES

A continuación, se detalla las fallas comunes dentro del proceso de descarga, haciendo que sus riesgos de demoras se incrementen.

- Fallas mecánicas en las grúas, almejas, tractores o cargadores frontales.
- Falta de fluido eléctrico.
- Recalentamiento de winches.
- Enredo de cables.
- Izando y arriando maquinaria y equipos.
- Cambio y falta de cuadrillas.
- Apertura y cierres de bodegas.
- Imposibilidad de abrir y cerrar bodegas.
- Lluvias.
- Hora de comida.
- Mal condición en el puerto.
- Feriado local.
- Cambio de atracadero.
- Barco en espera de atraque o documentos.
- Falta de iluminación adecuada.

- Trabajo de Surveyor.
- Apilando producto.
- Recogiendo producto derramado.
- Asuntos legales.
- Bodega finalizada de descargar.

Cabe recalcar que el documento de Hecho debe ser llenado diariamente todas las mañanas durante la estadía del barco en el muelle, con copia al agente marítimo, consignatario, y al bróker, una vez finalizado el proceso de descarga se cierra el llenado de este documento con la respectiva firma del capitán del barco.

Figura 4. Detalle de tiempo

2.Vessel's name RBC CAMPANA	3.Port GUAYAQUIL
4. Owner/ Disponent Owners W. BOCKSTIEGEL GmH & Co.	5.Vessel berthed MAR/10/2013/19H35 – 19H50
	6.Loading commenced NIL / 7. Loading completed NIL
8. Cargo BARLEY IN BULK	9.Discharging Commenced MAR/10/2013/21H05 / 10. Discharging completed MAR/11/2013/17H20
	11. Cargo documents on board MAR/10/2013/18H15 / 12. Vessel sailed MAR/10/2013/ 1905
13. Charter Party*	14. Working hours/meal hours of the port* 24 Hrs. Continuous work, change or relief of stevedores is done only if necessary. Meal Breaks usually between 12h00 – 12h30 and 00h00 – 00h30
15. Bill Of Lading weight/quantity 3.234,000 MT. OF BARLEY IN BULK / 16. Outturn weight/quantity	
17. Vessel arrived on roads MAR/10/2013/09H00	18.VSL Anchored at sea buoy place NIL
19. Notice of readiness tendered MAR/10/2013/09H00	20.Pilot on board to entry MAR/10/2013/09H55
21. Next tide available: NIL	22.VSL commenced entrance from sea buoy MAR/10/2013/09H40

DETAILS OF DAILY WORKING*

MONTH	DAY	HOURS WORKED FROM	HOURS WORKED TO	HOURS STOPPED FROM	HOURS STOPPED TO	Nº Of Gangs	CARGO (MT)	REMARKS
March	10			1340				VSL anchored inner road due to port congestion
March	10			1530	1545			Reception with port authorities
March	10				1545			Free Practique Granted
March	10				1820			VSL anchor up
March	10			1935	1950			VSL berthed in Andipuerto Terminal
March	10			2000	2105			Initial draft survey
March	10	2105	2400			1		Commenced discharge hold 1
March	10	2150	2400			1		Commenced discharge hold 3
March	11			0000	0100	2		Meal time
March	11	0100	0550			2		Resumed discharge holds 3
March	11			0550	0640	2		Stopped discharge due to rain
March	11	0640	1230					Resumed and completed discharge hold 1
March	11	0640	1230			1		Resumed discharge hold 3
March	11			1230	1330	1		Meal time
March	11	1330	1720			1		Resumed and completed discharge hold 3
March	11				1720	1		Finish discharge operations in Andipuerto Terminal
March	11			1730	1830			Final draft survey
March	11				1845			Documents on board
March	11				1845			Pilot on board
March	11				1905			Vessel sailed

General Remarks*

2.2.6 ETAPA 4 (DRAFT SURVEY)

Es un método de gran utilidad en el sector marítimo, ya que se utiliza para determinar de forma exacta y precisa el peso de la carga embarcada o desembarcada a bordo de una embarcación. Su principio se fundamenta en la lectura de calados antes y después del cargue, determinando mediante procedimiento de cálculos matemáticos, la cantidad de carga.

Las cantidades de carga o descarga calculadas deberán ser muy aproximadas a las obtenidas por el máster de la nave. La precisión del draft survey dependerá del estado en que se encuentren el buque y las marcas de calados, las condiciones del mar y el oleaje al momento de la inspección, así como también de la experiencia y el máximo cuidado del Surveyor.

Normalmente, para los casos prácticos, a esta inspección de calado asisten más de un Surveyor los cuales de manera individual realizarán los chequeos de medición de calados, comprobación de sonda de los tanques, cálculos de las correcciones, etc., para que finalmente se encuentre un consenso que en la mayoría de los casos será muy aproximado a la realidad.

FIGURA 5. DRAFT SURVEY

DRAFT SURVEY (INITIAL / FINAL)

VESSEL : BBC CAMPANA
TERMINAL : ANDIPUERTO
PORT : GUAYAQUIL - ECUADOR
PRODUCT : BARLEY SCARLET IN BULK

DATE : MARCH 11th,2013
YOUR REF. : 4500051548
ACS : 130307
VOYAGE Nº : 57-735-08

Draft Initial	Port	Starboard	Average	Correction	Draft Corr.	Trim	
	mts.	mts.	mts.	mts.	mts.	mts.	
Forward	8,10	8,15	8,125	0,0000	8,1200	App	0,025
Middle	8,08	8,17	8,125	0,0001	8,1249	Real	0,024
AR	8,15	8,16	8,160	0,001	8,1494		

Draft Final	Port	Starboard	Average	Correction	Draft Corr.	Trim	
	mts.	mts.	mts.	mts.	mts.	mts.	
Forward	6,890	6,900	6,930	0,00100	6,926	App	0,800
Middle	7,200	7,300	7,250	0,00	7,246	Real	0,821
AR	7,730	7,730	7,730	0,0198	7,750		

Consumables (M.T) Deducibles	Initial	Final
Ballast	77,000	1.211,400
Fresh Water	82,00	82,000
Fuel Oil	514,40	514,400
Diesel Oil	65,70	65,700
Lub. Oil	7,400	7,400
[illegible]	724,000	724,000
other cargo	8.108,13	8.108,133
TOTAL	9.578,63	10.711,033

Data		Initial	Final
Cm1	mts.	8,1372	7,3382
Cm2	mts.	8,1248	7,2861
Cm3	mts.	8,1310	7,2928
Cm4	mts.	8,1280	7,2684
Displacement	M.T	18.290,00	16.143,52
TPC	M.T	25,40	24,70
LCF	mts.	-0,89	2,902
LBP	mts.	130,71	130,71
MTC + 0.5	M.T	243,4	227,280
MTC - 0.5	M.T	224,36	[illegible]
DM / DZ	M.T	19,0	18,8
Density of Water gr/cc		1,019	1,018

Data correct	Deducibles	Initial	Final
Displacement Observed	M.T.	18.296,00	16.143,518
Trim Correction 1	M.T.	-0,470	45,035
Trim Correction 2	M.T.	0,004	4,879
Displacement Corrected by Trim	M.T.	18295,192	16.193,532
Water Density Correction	M.T.	-124,850	-110,58
Displacement Corrected by Density	M.T.	18.171,245	16.082,942
Total Consumables (-)	M.T.	9.576,633	10.711,033
Light Ship (-)	M.T.	8.188,200	8.188,200
Net Displacement	M.T.	3.406,410	185,700
TOTAL UNLOADED	M.T.	3.220,701	
SHORE FIGURE (shore scale weigh	MT	3.209,850	
BL FIGURE	MT	3.234,000	

REMARKS :
1. The quantities of Fuel Oil, Diesel Oil and Lub Oil were supplied directly by the Vessel's Chief Engineer

2.3 SERVICIOS DE OPERACIÓN DE DESCARGA

En esta parte se explica el proceso de los servicios portuarios que incurren dentro del proceso de descarga hasta el almacenamiento de las bodegas (silos metálicos).

Estos servicios se subdividen en lo siguiente:

- Servicio a buques
  - Uso del muelle de desembarque.
  - Amarre y desamarre

- Servicio de transferencia de la carga
  - Bodegas dentro del barco
  - Grúa
  - Bobcat
  - Cuchara hidráulica
  - Tolva
  - Camión o volquetas
  - Báscula
  - Bodega de recepción de silos
  - Banda transportadora
  - Silos (Acopio de la carga)

2.3.1 SERVICIO A BUQUES

Consiste en la gestión y ejecución de las actividades de ayuda a las naves para su acceso, estadía, salida de los puertos, zonas aproximación y fondeo, que sean necesarias para una apropiada navegación y permanencia de los mismos.

2.3.1.1 MUELLE DE DESEMBARQUE

Este servicio se utiliza para todo tipo de carga, compuesto en poner a disposición el sitio de atraque para los barcos, de esta forma se dé la transferencia de la carga, considerando que la liquidación del servicio se basará en la información del SOF y del NOR los cuales deben estar debidamente verificado por el consignatario quien se encargará de comprobar la veracidad de los tiempos dentro del proceso.

FIGURA 6. MUELLE DE DESEMBARQUE

2.3.1.2 AMARRE Y DESAMARRE

Se entiende por servicio de amarre y desamarre a recoger los amarres del buque y fijarlas a los elementos dispuestos para este fin, siguiendo las instrucciones del capitán del buque en el sector de amarre designado por la Autoridad Portuaria, en el orden conveniente para facilitar las operaciones de atraque, desamarre y desatraque. Se entiende por servicio de desamarre aquél cuyo objeto es el de largar las amarras de un buque de los elementos de amarre siguiendo las instrucciones del capitán.

2.3.2 SERVICIOS DE TRANSFERENCIA DE LA CARGA

Consisten en la gestión y operación del movimiento y almacenamiento de las cargas en los recintos portuarios y sus actividades conexas.

2.3.2.1 BODEGA DENTRO DEL BARCO

La carga al granel es un producto que es embarcado suelto en las bodegas, los espacios dentro de los barcos de carga al granel conocidas como bodegas, ocupan casi el 70% de la cubierta lo cual facilita las operaciones de descarga. Antes del cargue este espacio debe ser previamente limpiado del acopio de material al granel que va quedando en lugares donde son accesibles los medios mecánicos.

Es de vital importancia se realice este proceso en origen, ya que de esto depende que la calidad del producto sea la esperada por el consignatario, dentro de los barcos graneleros que llegan al Ecuador se encuentran de 3 a 5 bodegas dependiendo del volumen del barco con una capacidad desde 5500 hasta 6000 toneladas cada una.

FIGURA 7. BODEGA DENTRO DEL BARCO

2.3.2.2 GRÚAS

Los barcos que usualmente arriban al muelle de Guayaquil cuentan desde 3 a 5 bodegas y 4 grúas de 30 toneladas de capacidad, la misma que forma parte del barco, el cual cuenta con este servicio o se lo puede alquilar en la autoridad portuaria, de preferencia se debe utilizar las que se encuentran dentro del barco.

FIGURA 8. GRÚA

2.3.2.3 BOBCAT

Pequeña grúa oruga con hojas empujadoras que se utiliza para distribuir cuidadosamente las mercancías sueltas en las bodegas de carga de los graneleros.

FIGURA 9. BOBCAT

2.3.2.4 CUCHARAS HIDRÁULICAS

Estas cucharas pueden ser ejecutadas abiertas o cerradas, dependiendo del trabajo y el tipo de materiales a manipular. Se fabrican con aceros de alta resistencia al desgaste. Todos los cojines son de alta resistencia y sellados para un alto rendimiento.

FIGURA 10. CUCHARA HIDRÁULICA

2.3.2.5 TOLVA

La tolva tiene forma cónica y sus paredes son usualmente inclinadas esta se encuentra al costado del buque, lo cual facilita el depósito efectuado por la parte superior de la carga al granel, la misma tiene una compuerta inferior para su descarga, sirve para la canalización del granel a los camiones terrestres quienes llevaran la carga al lugar destinado para el almacenamiento.

Figura 11. Tolva

2.3.2.6 CAMIONES

Son equipos que receptan la carga desde la compuerta inferior de la tolva, utilizados para el traslado de la carga hasta el lugar donde debe ser depositada la carga, los cuales tienen rutas fijadas por las cuales deben trasladarse dentro del puerto

Figura 12. Camión

2.3.2.7 BÁSCULA

Este sistema es un control de peso continuo de recepción y despacho de la carga, esto permite observar cual es el peso de la carga antes de que la misma sea depositada en los muelles de almacenamiento.

Figura 13. Báscula

2.3.2.8 BODEGA DE RECEPCION DE SILOS

Una vez pesado el camión, éste se desplaza hasta la plataforma de descarga las mismas que se encuentran dentro de una estructura de bodega, los camiones entran de forma trasera a estos acopios, mientras levantan lentamente la volqueta la carga al granel baja a unas rejillas, las mismas que se encuentran acondicionadas para que la mercadería ingrese para su siguiente proceso.

Figura 14. Bodega de descarga

2.3.2.9 BANDAS TRANSPORTADORAS

Este proceso actúa de forma continua y regular con el fin de conducir la carga a otro punto, son de fácil funcionamiento, son aparatos que deben estar intercalados en líneas de procesos y que no requiere de ningún operario que lo manipule.

Estas máquinas están constituidas por una banda sin fin flexible que se desplaza sobre unos rodillos de giro libre que se encuentran en constante movimiento, esto lleva el granel al lugar donde se almacenará la mercadería.

Figura 15. Banda transportadora

2.3.2.10 SILOS

Son construcciones metálicas de forma cilíndrica que sirven para manejar grandes volúmenes de granos hasta con una capacidad de 6.000 toneladas, de la cual se encuentra enlazada a la banda transportadora, proceso que permite un sistema de descenso que permite depositar el grano dentro del silo, esto normalmente se carga en la parte superior del silo.

Figura 16. Silos

2.4 CONCEPTO DE SIMULACIÓN

La simulación es una tecnología aplicada para analizar y resolver problemas dentro de un sistema real, el cual se experimenta con un modelo que imita ciertos aspectos de la realidad, esto permite desarrollar los escenarios en condiciones similares a las reales, pero con variables controladas y en un entorno que se asemeja al real.

2.4.1 ¿POR QUE USAR SIMULACIÓN?

La simulación se utiliza con el fin de proporcionar un valor añadido a las personas involucradas dentro de un proyecto demostrando el recurso financiero a utilizar y el retorno que esto generaría al implementar cierto proyecto. Parte de esa recuperación de la inversión es en dinero contante y sonante mientras que el resto se encuentra en los beneficios intangibles.

Los beneficios de utilizar la simulación son las siguientes:

- Evaluación de viabilidad.
- Reducción de costos.

- Detalle de diseño.
- Detalle de operaciones.

Cada categoría tiene beneficios tangibles e intangibles asociado entre sí.

2.4.2 SIMULADOR FLEXSIM

Flexsim fue elegido por su facilidad de uso y su dinámica funcional que permite a los usuarios centrarse en los conceptos y métodos de simulación. Permite establecer práctica profesional aplicando: conceptos básicos, la justificación económica, cuando se requiere la simulación, y una metodología para la definición de un proyecto de simulación. La intención es demostrar cómo la simulación modelada y el análisis se utiliza para comprender y resolver problemas prácticos.

2.4.2.1 PROCESO DE SIMULACIÓN

La simulación es una descripción matemática de los tiempos de demora entre cada evento, como también una simulación física por ser parte de un modelo de escala operativa de un equipo, por lo que se usará gráficos 3 dimensiones que permite tener una visión del proyecto planteado.

Como acotación, todos los modelos emplean un sistema personalizado que juegan roles donde se toman decisiones y se enfocan en análisis realizados mediante la construcción de un modelo de software, siendo la simulación una herramienta para analizar y resolver problemas asociados con un sistema de operación.

2.4.2.2 ROLES DEL SIMULADOR

Los roles definidos para la construcción y el análisis que deben proveer una contribución válida al éxito de un proyecto son los siguientes:

- Desarrollador: Software (Flexsim)
- Diseñador: Software (Flexsim)
- Analista: Es quién define cuales son las variables que se necesitan para ser cambiado cada escenario, determina el tamaño de la ejecución, el número de repeticiones, lleva a cabos experimentos, etc.
- Researcher: Investiga conductas parecidas que han sido abordados en proyectos similares.
- Investigador: Comprensión del sistema a modelar, es importante que los procesos se encuentren bien definidos y que los datos estén disponibles, se requiere una cantidad significativa de sondeo y excavación.

2.4.2.3 ¿QUÉ TIPO DE PROBLEMAS SOLUCIONA FLEXSIM?

- Atención de problemas, busca dar satisfacción en lo posible con costos bajos.
- Problemas de fabricación, hacer un producto en el menor tiempo.
- Problemas logísticos, conseguir el producto correcto en el tiempo definido.

2.5 TERMINOLOGÍA FLEXSIM

Es necesario conocer los términos básicos para comenzar a modelar un proceso en Flexsim

2.5.1. CONCEPTOS DE INFORMACION GENERAL

Hay conceptos esenciales que sirven para poder comprender cómo construir modelos en este simulador.

2.5.2 FLOWITEMS

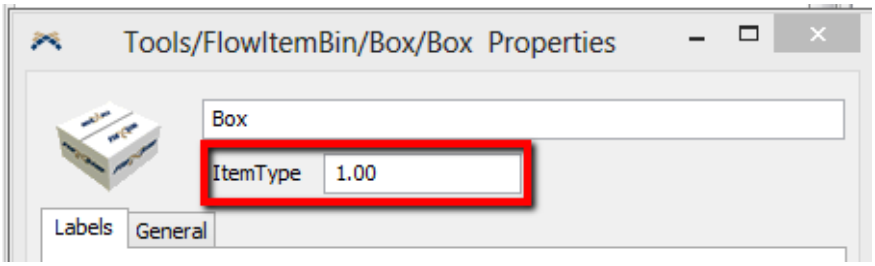
Son los objetos que se mueven a través de su modelo, pueden representar partes, paletas, asambleas, papel, envases, llamadas telefónicas, pedidos, o cualquier cosa que se mueve a través del proceso que se está simulando. Flowitems pueden tener los procesos realizados en ellos y se pueden realizar a través del modelo de recursos de manejo de materiales.

Figura 17. Flowitems

2.5.3 ITEM TYPES

Es una etiqueta que se coloca en el Flowitems que representar un número de código de barras, tipo de producto, o el número de pieza. Flexsim está configurado para utilizar el Itemtype como referencia en el enrutamiento Flowitems.

Figura 18. Itemtype

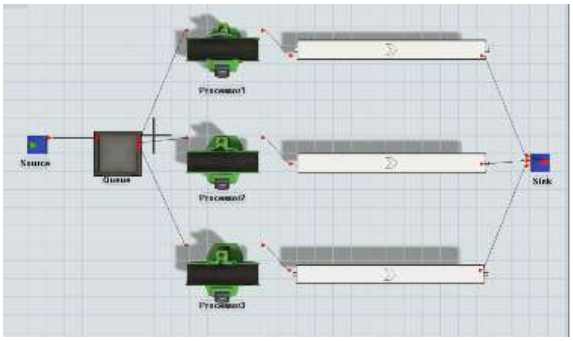


2.5.4 PORTS

Hay tres tipos de puertos: entrada, salida y central, Los puertos de entrada y de salida se utilizan en el encaminamiento de Flowitems. Por ejemplo, un clasificador de correo coloca los paquetes en uno de los varios transportadores en función del destino del paquete. Para simular este en Flexsim, tendría que conectar los puertos de salida de un objeto de procesador a los puertos de entrada de varios objetos del transportador, es decir, una vez que el procesador (o clasificador de correo electrónico) se ha terminado de procesar el Flowitems (o paquete), que lo envía a un específica transportadora a través de uno de sus puertos de salida.

Puertos centrales se utilizan para crear referencias de un objeto a otro. Un uso común de los puertos centrales es para hacer referencia a objetos móviles tales como operadores, carretillas elevadoras y grúas de recursos fijos como máquinas, colas o transportadores.

Figura 19. Ports



2.6 DETALLES DE FLOWITEMS A UTILIZAR

2.6.1 SOURCE

Llamada fuente, es la herramienta encargada de crear el viaje de los Flowitems a través del modelo, pueden crear Flowitems bajo 3 de los siguientes modos.

Figura 20. Source

2.6.1.2 MODO DE TIEMPOS ENTRE ARRIBOS

Se define como el tiempo entre la salida de un elemento y de llegada de la orden del día, no como el tiempo entre la llegada de una partida y la llegada de la orden del día. Se puede definir como el verdadero tiempo entre llegadas, a continuación, utilizando una de las

últimas colas con una gran capacidad para asegurarse de que la fuente envía inmediatamente a los elementos de flujo cuando se crean. También puede especificar si éstos tiempo deben ser ejecutados por primera llegada, o si el primer Flowitems se debe crear en el tiempo 0.

2.6.1.3 MODO DE HORARIO DE LLEGADA

Se sigue un cronograma definido por el usuario en la tabla de horario. Cada fila de la tabla especifica una llegada de Flowitems (s) en un momento dado en la simulación. Para cada entrada de su llegada, se puede especificar la hora de llegada, nombre, Itemtype, el número de elementos para crear y etiquetas de elementos adicionales para la fecha de llegada. Los tiempos de llegada deben ser ordenados correctamente en la tabla de programación, es decir, la hora de llegada de cada entrada debe ser mayor o igual al tiempo de llegada de la entrada anterior. Si la fuente está configurada para repetir el programa, entonces será inmediatamente bucle de nuevo en la primera llegada después de la última llegada, provocando la llegada de la primera entrada a suceder exactamente al mismo tiempo que la llegada de la última entrada. Nótese aquí que, al repetir el programa, el tiempo de llegada de la primera entrada sólo se aplica al primer bucle a través de la programación. Esto le permite tener una hora de llegada inicial que se ejecuta una vez, pero no se repite. Si desea que la fuente espere una determinada cantidad de tiempo entre la última llegada y la primera llegada repetida, a continuación, agregue una entrada extra al final de la mesa, le dan una hora de llegada mayor que la hora de llegada de la entrada anterior, pero tienen 0 Flowitems llegan para esa nueva entrada.

2.6.1.4 MODO DE SECUENCIA DE LLEGADA

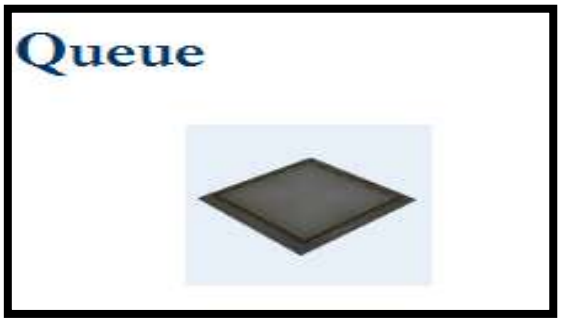
Es como el modo anterior, excepto que no hay tiempo asociado a las llegadas. La fuente creará las Flowitems de una fila de tabla determinada y, a continuación, tan pronto como el último Flowitems para esa entrada ha salido, pasará inmediatamente a la siguiente fila de la tabla.

De la fuente son creados los Flowitems, esperando para salir de este objeto.

2.6.2 QUEUE

Este objeto es llamado fila o buffer de acumulación, sirve para guardar los Flowitems hasta que el siguiente objeto pueda aceptarlos, tiene el trabajo del que primero entra primero sale, es decir que el primero que estuvo esperando más tiempo saldrá, este objeto tiene la ventaja de acumular Flowitems en un lote predeterminado antes de liberarlos, en el caso de que el procesamiento de lotes esté desactivado los Flowitems se liberaran tan pronto lleguen a la cola.

Figura 21. Queue



2.6.2.1 PROPIEDADES

- La cola está vacía.
- Recolecta Flowitems por lotes.
- Cuando la cola ha terminado de recolectar sus lotes, este los libera.
- Cuando los Flowitems se encuentran listos para ser liberados, la cola espera por un transporte que los recoja.

2.6.3 PROCESSOR

Llamado máquina o mesa de trabajo, usado para simular el proceso de los Flowitems dentro de un modelo. Este objeto es medido en tiempo total divido entre tiempo de procesamiento y proceso, después que estos dos procesos han terminado se libera los Flowitems, considerando que el valor máximo no debe ser mayor a 1.

Figura 22. Processor

2.6.3.1 PROPIEDADES

- Tiempo ocioso, el objeto está vacío.
- Setup, se encuentra definido por un tiempo de inicio.
- Procesando, es definido por un tiempo de proceso.
- Bloqueado, es cuando los objetos intermedios no se encuentran listo para recibir los Flowitems.
- Esperando operador, el objeto está esperando la llegada de un operador, ya sea para reparar una avería o de operar un lote.
- Esperando transporte, el objeto ha liberado los Flowitems para que el siguiente objeto los reciba, se encuentra listo pero el transporte aún no lo recoge.
- Abajo, el objeto se divide.

2.6.4 CONVEYOR

El objeto es llamado transportador o banda transportadora, usado para mover los Flowitems a través de un modelo largo en un mismo camino, la ruta de acceso se define por diferentes secciones en el procesador, cada sección puede ser recta o curva. Las curvas son definidas por el ángulo que giran y su radio, y las rectas se definen por su longitud. Este objeto puede ser acumulativo o no acumulativo.

Figura 23. Conveyor

2.6.4.1 PROPIEDADES

a) No hay Flowitems sobre el transportador.

b) Los Flowitems se transportan por el transportador.

c) El Flowitems delantera alcanza al final de la cinta transportadora y es liberada, pero si el próximo objeto no recibe los Flowitems, este no se acumula.

d) El Flowitems llega al final del transportador, pero el transporte no lo ha recogido aún.

2.6.5 DISPATCHER

El despachador se utiliza para controlar un grupo de transportadores u operadores. Las secuencias de tareas se envían al despachador de un objeto y el despachador a los medios

de transporte u operadores que están conectados a sus puertos de salida. La secuencia de tareas se llevará a cabo por el recurso móvil que finalmente recibe la solicitud.

Figura 24. Dispatcher

2.6.6 ROBOT

El robot es un transporte especial que traslada los Flowitems desde su locación inicial y los coloca en su locación en destino, generalmente la base del robot no se mueve en su lugar los brazos del robot transporta los Flowitems desde hasta el lugar de destino. La longitud de los brazos puede ser definida por el usuario, así como la velocidad que el robot extiende los brazos.

Figura 25. Robot

CAPITULO 3

3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS HISTÓRICOS

Para el análisis de los datos se debe considerar lo siguiente:

- Qué datos en bruto deben ser analizados e interpretados para que sirvan en un modelo de simulación, de ésta forma sea representada correctamente en el modelo.

Los datos que se escogieron para el análisis de este proyecto son basados en la descarga de un buque, arribado Marzo 31 de 2014 el cual comenzó su proceso de descarga a las 2:1

8 am hasta Abril 02 02:47 am.

- Qué relaciones causa-efecto deben ser identificadas.

Todos los procesos se encuentran entrelazados, si uno de los procesos se demora causará la tardanza de los demás causando la generación de los tiempos extras del proceso, se identifica que el proceso inicial de atraque del buque es ajeno a las operaciones de descarga dentro del puerto, ya que no se puede dominar el espacio libre dentro del muelle el mismo que se encuentra ligado a que la programación de todos los buques sean en los tiempos programados “situación que no siempre ocurre”, mucho de los casos la tardanza en el atraque del barco es de hasta 46 horas.

- Qué datos irrelevantes e insignificantes deben ser descartados.

Los datos que son irrelevantes y no fueron tomados en consideración para el desarrollo de éste proyecto fueron los tiempos de demora del atraque de los barcos, estos tiempos no

serán analizados debido a que no se los puede manipular, son situaciones externas que dependen de un estudio a fondo para el mejoramiento del calado dentro de nuestros puertos.

- Qué entradas o variables definen el sistema necesitan ser separadas de las salidas o variables de la respuesta.

Los tiempos totales de la operación fueron divididos en carga, tránsito y descarga, los cuales se separan como de tiempos de entrada los de cargas, y de salida los de descarga.

- Qué datos históricos resumidos deben ser proyectados hacia el período de tiempo a ser estudiado para la simulación.

Los datos tomados de la descarga del buque, los cuales deben ser mejorados para una eficiente operación de descarga, lo que permitirá una optimización de costos en la operación logística de este proceso.

3.2 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Si se siguen las indicaciones de la sección previa, el esfuerzo en la recolección de datos será mucho más productivo y, si adicionalmente se llevan a cabo los pasos siguientes, se puede asegurar que el tiempo y esfuerzo serán bien gastados:

- Determinar los requerimientos de datos.
- Identificar fuentes de datos.
- Recolectar los datos.
- Realizar suposiciones cuando sea necesario.
- Analizar los datos.
- Documentar y aprobar los datos.

3.3 DETERMINAR LOS REQUERIMIENTOS DE DATOS

El primer paso en la recolección de datos es determinar los datos necesarios para construir el modelo. Los mismos que pueden ser categorizados como: datos operacionales, numéricos y estructurales.

3.4 DATOS OPERACIONALES

Explican cómo opera el sistema, esto es, dónde, cuándo y cómo los eventos y actividades toman lugar. Estos datos consisten en la información lógica o situacional acerca del sistema tal como rutas, programación, tiempos de paro y asignación de recursos. Si el proceso está estructurado y bien controlado, la información operacional es fácil de definir.

- Proceso de operación de descargue

Cuando el barco atraca en el muelle se procede a su descarga inmediata. El gancho del barco ingresa a la bodega donde se encuentra la carga al granel y mediante mecánica lo obtiene hasta descargarlo dentro de la tolva que se encuentra a un costado del barco. Entre dos y tres cucharadas son necesarias para llenar a límite la tolva debido a la capacidad de ésta, que es de 20 Ton.

Cuando la tolva se encuentra con la carga al granel se procede a abrir la respectiva válvula y a cargarlo en los camiones, éste tiempo es de aproximadamente de uno a tres minutos por cada camión. Cuando un camión se encuentra a full de su capacidad se dirige directamente a la báscula situada a 100 metros del muelle. El pesado del camión es inmediato debido que la balanza es electrónica, una vez que el producto se encuentra pesado se dirige directamente hacia la bodega que se encuentra a un costado del silo de almacenamiento. Para descargar el camión levanta su parte posterior abre sus compuertas y el producto comienza a caer por gravedad hacia la tolva que se encuentra debajo de la superficie del camión.

Mediante sistema de bandas transportadoras el producto es transportado directamente a los respetivos silos de almacenamiento donde la carga permanecerá hasta que la aduana dé la autorización para liberarlo, la capacidad máxima de recepción de las bandas transportadoras es de 130 toneladas/horas. En cuanto termina la descarga de todo el producto que se encuentra dentro del barco, éste zarpa inmediatamente dejando con esto posibles demorajes o premios dependiendo de la eficiencia de la operación.

3.5 DATOS NUMÉRICOS

Estos datos provienen de la información cuantitativa del sistema. Como por ejemplo: capacidades, tasas de llegada, tiempos inactividad, y tiempo entre operaciones. Algunos valores numéricos son fáciles de determinar, como las horas de trabajo o capacidades de recursos. Otros valores son más difíciles de evaluar, como el tiempo entre operaciones y la probabilidad de las rutas.

Para este proyecto se recopiló el tiempo de una descarga del día Marzo 31 del 2014, las operaciones de carga empezaron a las 02:18 am de esta fecha y culminaron en Abril 02 del 2014 02:47 am, lo cual generó 50 horas de proceso total entre carga, tránsito y descarga, en el anexo 1 se encuentra la información de los tiempos enteros en minutos de estos 3 procesos.

3.6 DATOS PARA LA SIMULACION

Una vez obtenido los datos en horas, minutos y segundos, los convertiremos en minutos y segundos enteros para empezar con la simulación @Risk, que permitirá observar cual es el tipo de distribución estadística que tienen estos datos, ésta información se encuentra en el anexo 2.

En el anexo 2. Muestra el total de tiempo en minuto y segundos enteros

3.8 DATOS ESTRUCTURALES

Son todos los objetos del sistema a ser modelado. Tales como entidades (productos, clientes), recursos (operadores, máquinas) y ubicaciones (áreas de trabajo, estaciones de trabajo). La información estructural describe la configuración del croquis del sistema así como identifica los artículos que se procesan.

- **Actores de la operación**

- Buque
- Grúa de gancho cuchara
- Tolva
- Camión
- Báscula
- Lugar de descarga
- Banda transportadora
- Silo

Figura 26. Proceso logístico

3.9 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

El análisis descriptivo de la muestra recopilada implica lo siguiente:

- Estadística descriptiva. Cálculo de media, mediana, moda, desviación estándar.
- Identificación de distribuciones de probabilidad. Esto se lo realizará a través del programa @Risk el cual determinará mediante pruebas estadísticas cuál es la distribución que mejor se ajusta a los datos.

Cuando se agrupan datos de un sistema dinámico donde existen tiempos variantes, se debe estar sensible a patrones, tendencias y ciclos que ocurren en el tiempo, para esto se deben realizar pruebas de ajustes para determinar qué tipo de distribución siguen los datos muestrales.

3.10 PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE

Las pruebas de bondad de ajuste tienen como objetivo demostrar si los datos recolectados de ajustan a una determinada distribución, las pruebas de ajuste más reconocidas son las siguientes:

- Prueba de Ji cuadrada
- Prueba de Kolmogorov Smirnov

3.10.1 PRUEBA DE JI CUADRADA (Prueba X2)

La prueba Ji cuadrada fue probada por Pearson en su paper cuya bibliografía es: Pearson, Karl (1900) The Chi-squared test of goodness of fit.
Esta prueba permite verificar que la población de la cual proviene una muestra tiene una distribución especificada o supuesta. Es decir contrasta las siguientes hipótesis

H_o: $f(x) = f_o(x)$ vs H_a: No es verdad H_o

El estadístico de prueba para la prueba Ji cuadrado se define como

$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$ / $v = k - r - 1$ Grados de libertad donde:

r es la cantidad de parámetros de la distribución que deben estimarse a partir de la muestra.

Es una condición necesaria para aplicar esta prueba que ∀i, ei ≥ 5 .

A continuación se explica la forma de realizar la prueba recordando que esta prueba es aplicable para variables aleatorias discretas o continuas.

Sea una muestra aleatoria de tamaño n tomada de una población con una distribución especificada $f_{o(x)}$ que es de interés verificar.

Suponer que las observaciones de la muestra están agrupadas en k clases, siendo O_i la cantidad de observaciones en cada clase i = 1, 2, ..., k.

Con el modelo especificado $f_{o(x)}$ se puede calcular la probabilidad p_i que un dato cualquiera pertenezca a una clase i. Con este valor de probabilidad se puede encontrar la frecuencia esperada e_i para la clase i, es decir, la cantidad de datos que según el modelo especificado deberían estar incluidos en la clase i:

$e_i = p_i * n \;\; i = 1,2, \dots, k$

Tenemos entonces dos valores de frecuencia para cada clase i

O_i: Frecuencia observada (corresponde a los datos de la muestra)

e_i: Frecuencia esperada (corresponde al modelo propuesto)

3.10.2 PRUEBA DE KOLMOGOROV – SMIRNOV (K-S)

La prueba de K-S de una muestra es una dócima de bondad de ajuste fue probada por Andréi Nikoláyevich Kolmogórov. Se interesa en el grado de acuerdo entre la distribución de un conjunto de valores de la muestra y alguna distribución teórica específica. Determina si razonablemente puede pensarse que las mediciones muestrales provengan de una población que tenga esa distribución teórica. En la prueba se compara la distribución de frecuencia acumulativa de la distribución teórica con la distribución de frecuencia acumulativa observada. Se determina el punto en el que estas dos distribuciones muestran la mayor divergencia.

Hipótesis

H_o: La distribución observada se ajusta a la distribución teórica.

$F_{(x)}$: $Ft_{(x)}$ para todo x.

H_1: La distribución observada no se ajusta a la distribución teórica.

También:

$F_{(x)}$[1] $Ft_{(x)}$ para algún x

$F_{(x)}$: Es función desconocida

$Ft_{(x)}$: Es la función teórica

Esta puede ser por ejemplo la función normal con cierta media y varianzas conocidas.

Se tabulan los valores calculados de $S_n\ (\chi)\ y\ F_o(\chi)$ A continuación se explica la forma de realizar la prueba recordando que esta prueba es aplicable para variables continuas.

$$D_{n=Max\ [S_n\ (X_i)-F_o\ (X_i)]}$$

3.11 USO DE @RISK

Para encontrar la distribución y los datos estadísticos se utilizará un analizador en Excel llamado @Risk, este programa genera posibles distribuciones de las cuales se obtiene:

- Informes y estadísticas de las distribuciones generadas.
- Gráficos de resumen de múltiples distribuciones de un rango de celdas.

En el informe estadístico que genera @Risk en Ms Excel, se observan 3 etapas:

- Resultados de las distribuciones estadísticas
- Prueba ji – cuadrada
- Prueba Kolmogorov – Smirnov

3.11.1 RESULTADOS DE LAS DISTRIBUCIONES ESTADÍSTICAS

Resume los resultados de los datos de las distribuciones que @Risk generó por cada etapa del proceso (carga – tránsito – descarga), así como el tipo de distribución que los datos dentro de este estudio han generado, con esta información se procede a obtener la información para realizar la simulación en Flexsim.

Podemos observar lo siguiente:

- Mínimo
- Máximo
- Media
- Moda
- Mediana
- Desviación estándar

3.11.2 REPORTE PRUEBA JI CUADRADA (X^2)

En la tabla 2 se observa el estadístico de la ji – cuadrada, el valor - p y los grados de libertad, se considera el valor – p como dato para rechazar la hipótesis nula, lo que permite conocer qué tipo de distribución se debe escoger.

3.11.3 REPORTE PRUEBA KOLMOGOROV – SMIRNOF ($K - S$)

Tal como el reporte de la ji – cuadrada, el reporte genera el estadístico de K-S, valor – p, y los grados de libertad.

3.12 VALUE – P

El valor p es un valor de probabilidad, por lo que oscila entre 0 y 1. Así, se suele decir que valores altos de p no rechazan la hipótesis nula o, dicho de forma correcta, no permiten rechazar la H_o. De igual manera, valores bajos de p rechazan la H_o.

Es importante recalcar que un contraste de hipótesis nula no permite aceptar una hipótesis; simplemente la rechaza o no la rechaza, es decir que la tacha de verosímil (lo que no significa obligatoriamente que sea cierta, simplemente que es más probable de serlo) o inverosímil.

3.13 TIEMPO DE CARGA

Se empieza con los tiempos en segundos de carga, para esto se ha considerado tiempos de 0 a 660 segundos, este proceso es el cargue de la tolva al camión. Los datos en tiempos en segundos fueron convertidos a números enteros, esto es necesario para que @Risk pueda analizar éstos datos.

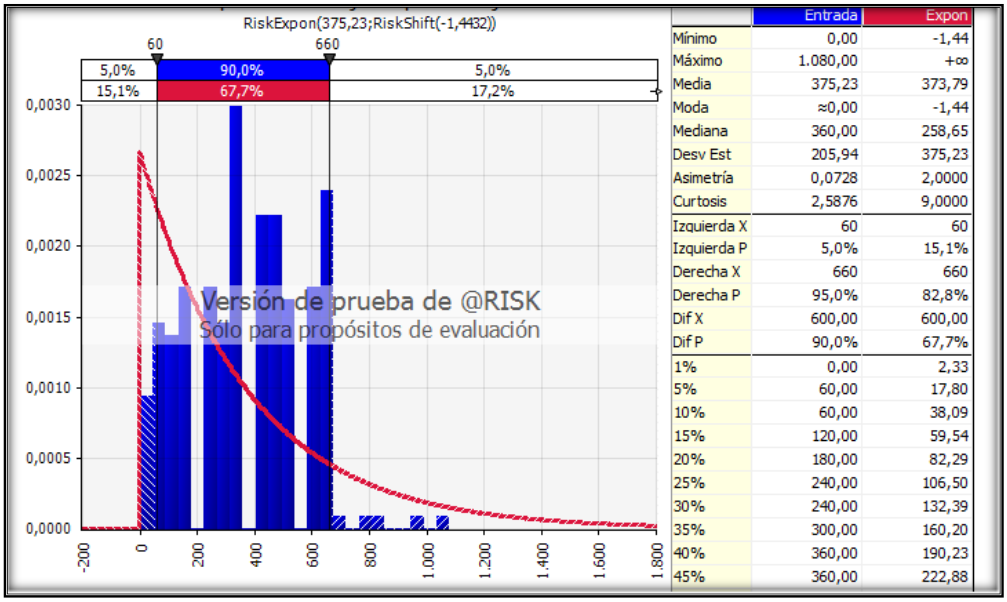
Como primer paso se separan los tiempos de carga en una hoja de Excel, y se observa que el tipo de distribución estadística que se puede utilizar en el simulador es Exponencial, a pesar de que @Risk muestra que se tiene varias alternativas de distribuciones y que pueden ser utilizadas de acuerdo al valor – p que muestra el reporte, así como el gráfico de comparación de ajuste donde se observa el valor de entrada y el esperado.

Se utilizó exponencial por los datos, debido a que son tiempos entre arribos y esta distribución estudia el tiempo entre cada una de estas llegadas.

Tabla 1. Ajuste – Estadística Carga

		Input	BetaGeneral	Expon	ExtValue	Logistic	Normal
Distribution Statistics							
	Minimum	1	1	0,9951	-Infinity	-Infinity	-Infinity
	Maximum	9	9	+Infinity	+Infinity	+Infinity	+Infinity
	Mean	2,1416	2,0987	2,1367	2,1669	2,1784	2,1416
	Mode	1.0000 [est]	1	0,9951	1,7214	2,1784	2,1416
	Median	2	2,4	1,7864	2,0042	2,1784	2,1416
	Std. Deviation	0,8261	0,8774	1,1416	0,9898	0,9241	0,8261
Chi-Squared Test							
	Chi-Sq Statistic		1053,1116	1053,1116	1053,1116	1053,1116	1053,1116
	P-Value		0	0	0	0	0
	Cr. Value @ 0.750		11,0365	11,0365	11,0365	11,0365	11,0365
	Cr. Value @ 0.500		14,3389	14,3389	14,3389	14,3389	14,3389
	Cr. Value @ 0.250		18,2451	18,2451	18,2451	18,2451	18,2451
	Cr. Value @ 0.150		20,603	20,603	20,603	20,603	20,603
	Cr. Value @ 0.100		22,3071	22,3071	22,3071	22,3071	22,3071
	Cr. Value @ 0.050		24,9958	24,9958	24,9958	24,9958	24,9958
	Cr. Value @ 0.025		27,4884	27,4884	27,4884	27,4884	27,4884
	Cr. Value @ 0.010		30,5779	30,5779	30,5779	30,5779	30,5779
	Cr. Value @ 0.005		32,8013	32,8013	32,8013	32,8013	32,8013
	Cr. Value @ 0.001		37,6973	37,6973	37,6973	37,6973	37,6973
Kolmogorov-Smirnov Test							
	K-S Statistic		0,4206	0,3063	0,2469	0,2544	0,2712
	P-Value		N/A	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
	Cr. Value @ 0.750		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Cr. Value @ 0.500		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Cr. Value @ 0.250		N/A	0,0537	N/A	N/A	N/A
	Cr. Value @ 0.150		N/A	0,0598	N/A	N/A	0,0506
	Cr. Value @ 0.100		N/A	0,0643	0,0522	0,0467	0,0535
	Cr. Value @ 0.050		N/A	0,071	0,0567	0,051	0,0585
	Cr. Value @ 0.025		N/A	0,0766	0,061	0,0539	0,065
	Cr. Value @ 0.010		N/A	0,0813	0,0655	0,0584	0,0676
	Cr. Value @ 0.005		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Cr. Value @ 0.001		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 2. Comparación de ajuste de tiempo de carga



	Entrada	Expon
Mínimo	0,00	-1,44
Máximo	1.080,00	+∞
Media	375,23	373,79
Moda	≈0,00	-1,44
Mediana	360,00	258,65
Desv Est	205,94	375,23
Asimetría	0,0728	2,0000
Curtosis	2,5876	9,0000
Izquierda X	60	60
Izquierda P	5,0%	15,1%
Derecha X	660	660
Derecha P	95,0%	82,8%
Dif X	600,00	600,00
Dif P	90,0%	67,7%
1%	0,00	2,33
5%	60,00	17,80
10%	60,00	38,09
15%	120,00	59,54
20%	180,00	82,29
25%	240,00	106,50
30%	240,00	132,39
35%	300,00	160,20
40%	360,00	190,23
45%	360,00	222,88

3.14 TIEMPO DE TRÁNSITO

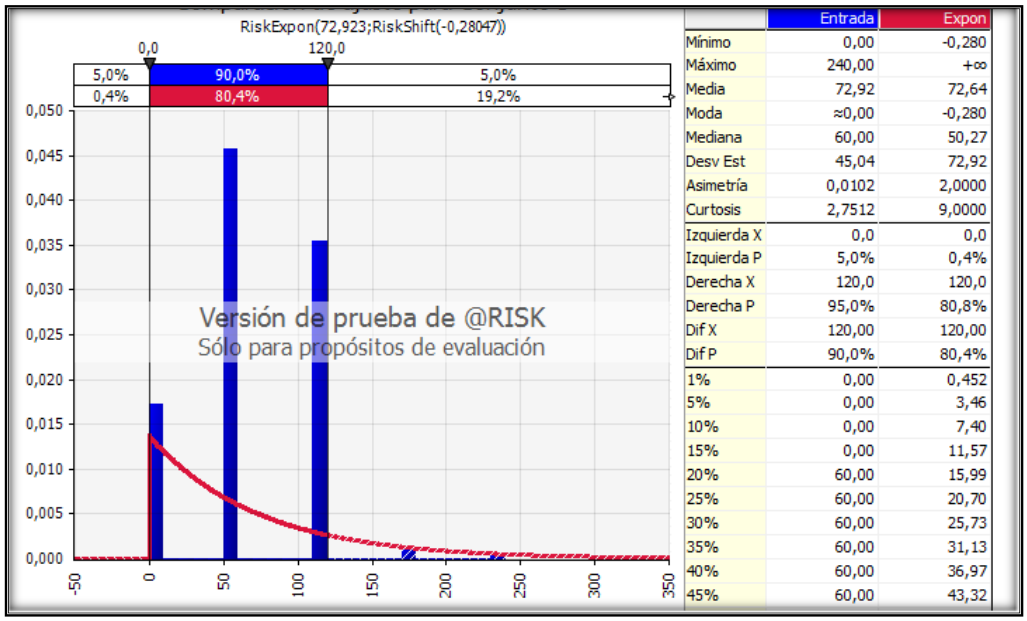
Se considera el tiempo de proceso de pesaje el cual hay una demora de 0 a 240 segundos, esto es el tiempo del cruce del camión por la báscula, esto es un proceso continuo que no tiene mayor demora; pero que dentro del simulador debe ser considerado ya que es uno de los procesos antes de la descarga.

De igual manera como en el tiempo de la carga se observa que el tipo de distribución estadística que se puede utilizar en el simulador que para este tiempo es también Exponencial, y se consideran los valores - p de ambas pruebas, y se escoge nuevamente esta distribución por lo tiempos entre arribos.

Tabla 3. Ajuste – Estadística Tránsito

		Input	BetaGeneral	Expon	ExtValue	Logistic	Normal
Distribution Statistics							
	Minimum	1	1	0,9981	-Infinity	-Infinity	-Infinity
	Maximum	2	2	+Infinity	+Infinity	+Infinity	+Infinity
	Mean	1,4464	1,4727	1,4444	1,4307	1,4225	1,4464
	Mode	1.0000 [est]	1	0,9981	1,2065	1,4225	1,4464
	Median	1	1,3532	1,3075	1,3489	1,4225	1,4464
	Std. Deviation	0,4982	0,4541	0,4464	0,4982	0,5807	0,4982
Chi-Squared Test							
	Chi-Sq Statistic		1652,4592	1652,4592	1652,4592	1652,4592	1652,4592
	P-Value		0	0	0	0	0
	Cr. Value @ 0.750		11,0365	11,0365	11,0365	11,0365	11,0365
	Cr. Value @ 0.500		14,3389	14,3389	14,3389	14,3389	14,3389
	Cr. Value @ 0.250		18,2451	18,2451	18,2451	18,2451	18,2451
	Cr. Value @ 0.150		20,603	20,603	20,603	20,603	20,603
	Cr. Value @ 0.100		22,3071	22,3071	22,3071	22,3071	22,3071
	Cr. Value @ 0.050		24,9958	24,9958	24,9958	24,9958	24,9958
	Cr. Value @ 0.025		27,4884	27,4884	27,4884	27,4884	27,4884
	Cr. Value @ 0.010		30,5779	30,5779	30,5779	30,5779	30,5779
	Cr. Value @ 0.005		32,8013	32,8013	32,8013	32,8013	32,8013
	Cr. Value @ 0.001		37,6973	37,6973	37,6973	37,6973	37,6973
Kolmogorov-Smirnov Test							
	K-S Statistic		0,5536	0,5494	0,3713	0,3428	0,3685
	P-Value		N/A	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Cr. Value @ 0.750		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Cr. Value @ 0.500		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Cr. Value @ 0.250		N/A	0,0537	N/A	N/A	N/A
	Cr. Value @ 0.150		N/A	0,0598	N/A	N/A	0,0506
	Cr. Value @ 0.100		N/A	0,0643	0,0522	0,0467	0,0535
	Cr. Value @ 0.050		N/A	0,071	0,0567	0,051	0,0585
	Cr. Value @ 0.025		N/A	0,0766	0,061	0,0539	0,065
	Cr. Value @ 0.010		N/A	0,0813	0,0655	0,0584	0,0676
	Cr. Value @ 0.005		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Cr. Value @ 0.001		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 4. Comparación de ajuste de tiempo de tránsito



	Entrada	Expon
Mínimo	0,00	-0,280
Máximo	240,00	+∞
Media	72,92	72,64
Moda	≈0,00	-0,280
Mediana	60,00	50,27
Desv Est	45,04	72,92
Asimetría	0,0102	2,0000
Curtosis	2,7512	9,0000
Izquierda X	0,0	0,0
Izquierda P	5,0%	0,4%
Derecha X	120,0	120,0
Derecha P	95,0%	80,8%
Dif X	120,00	120,00
Dif P	90,0%	80,4%
1%	0,00	0,452
5%	0,00	3,46
10%	0,00	7,40
15%	0,00	11,57
20%	60,00	15,99
25%	60,00	20,70
30%	60,00	25,73
35%	60,00	31,13
40%	60,00	36,97
45%	60,00	43,32

3.15 TIEMPO DE DESCARGA

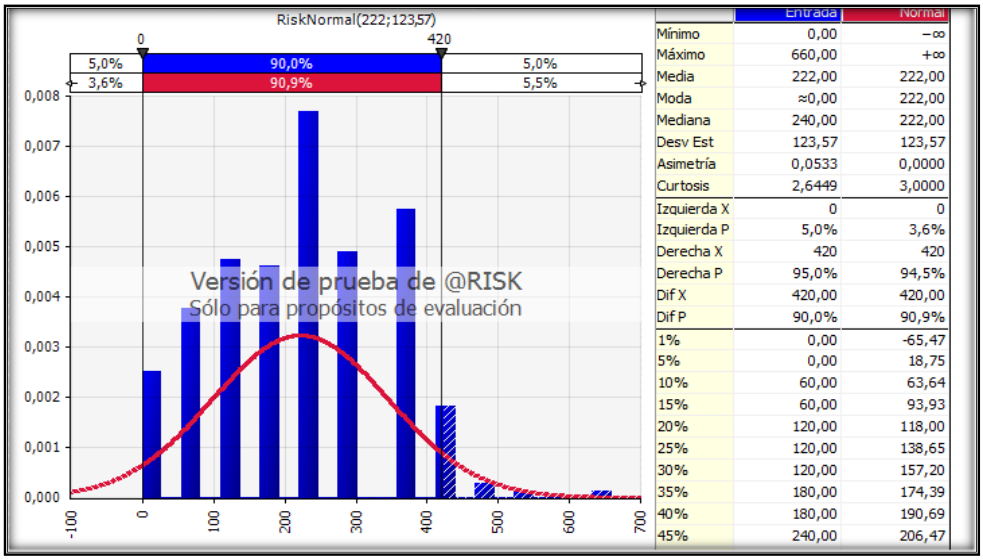
Como último análisis se encuentra el tiempo de descarga que es el tiempo de todo el proceso de descarga hasta las rejillas dentro de las bodegas de descargue, estos tiempos son los llamados “cuello de botella” dentro del proceso, que van de 0 a 1080.

En este caso el programa @Risk dio como resultado en su reporte en una de sus distribuciones que debe ser la distribución normal, denominada con el nombre de campana de Gauss, pues al representar su función de probabilidad, ésta tiene forma de campana.

Tabla 5. Ajuste – Estadística Descarga

	Input	Normal	Expon	Logistic	ExtValue
Distribution Statistics					
Minimum	3	-Infinity	2,9771	-Infinity	-Infinity
Maximum	63	+Infinity	+Infinity	+Infinity	+Infinity
Mean	8,3391	8,3391	8,3161	7,5544	8,1109
Mode	3.0000 [est]	8,3391	2,9771	7,5544	6,6395
Median	7	8,3391	6,6778	7,5544	7,5738
Std. Deviation	5,701	5,701	5,3391	3,6011	3,2696
Skewness	5,9006	0	2	0	1,1395
Kurtosis	50,5434	3	9	4,2	5,4
Chi-Squared Test					
Chi-Sq Statistic		231,5494	238,5536	248,7167	249,9528
P-Value		0	0	0	0
Cr. Value @ 0.750		11,0365	11,0365	11,0365	11,0365
Cr. Value @ 0.500		14,3389	14,3389	14,3389	14,3389
Cr. Value @ 0.250		18,2451	18,2451	18,2451	18,2451
Cr. Value @ 0.150		20,603	20,603	20,603	20,603
Cr. Value @ 0.100		22,3071	22,3071	22,3071	22,3071
Cr. Value @ 0.050		24,9958	24,9958	24,9958	24,9958
Cr. Value @ 0.025		27,4884	27,4884	27,4884	27,4884
Cr. Value @ 0.010		30,5779	30,5779	30,5779	30,5779
Cr. Value @ 0.005		32,8013	32,8013	32,8013	32,8013
Cr. Value @ 0.001		37,6973	37,6973	37,6973	37,6973
Kolmogorov-Smirnov Test					
K-S Statistic		0,2318	0,2682	0,1692	0,1597
P-Value		< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cr. Value @ 0.750		N/A	N/A	N/A	N/A
Cr. Value @ 0.500		N/A	N/A	N/A	N/A
Cr. Value @ 0.250		N/A	0,0537	N/A	N/A
Cr. Value @ 0.150		0,0506	0,0598	N/A	N/A
Cr. Value @ 0.100		0,0535	0,0643	0,0467	0,0522
Cr. Value @ 0.050		0,0585	0,071	0,051	0,0567
Cr. Value @ 0.025		0,065	0,0766	0,0539	0,061
Cr. Value @ 0.010		0,0676	0,0813	0,0584	0,0655
Cr. Value @ 0.005		N/A	N/A	N/A	N/A
Cr. Value @ 0.001		N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 6. Comparación de ajuste de tiempo de descarga



3.16 DESARROLLO DE ESCENARIOS EN DIAGRAMAS DE FLUJO

Para comenzar a realizar un proyecto mediante un modelo de simulación, se debe trabajar con diagramas de flujos del sistema en el cual se va a modelar, la cual se convierte en una herramienta útil de comunicación, mostrando una secuencia lógica de las actividades dentro del modelo actual y el simulado.

El propósito del diagrama de flujo es documentar el flujo total de objetos o entidades dentro del sistema y proveer una ayuda visual para comunicar el flujo de entidad a otros.

3.16.1 DIAGRAMA DE FLUJO ESCENARIO 1 (ACTUAL)

El escenario actual se encuentra representado en la figura 28., dentro de la cual se observa los procesos que interactúan en la operación logística desde la carga hasta la descarga de las 5500 toneladas de carga a granel, se explica paso a paso como estos diagramas serán representados en el simulador Flexsim con sus respectivos objetos, a lo cual generará el total de horas del proceso, podremos observar en qué etapa se encuentra el cuello de botella, que hace que el proceso tome más tiempo de lo esperado, y la empresa obtenga costos de demoraje diarios por la demora de ésta operación.

- **Source**

Es el objeto donde empieza la operación con los Flowitems que se van a generar dentro del simulador éste se conecta con una cola.

- **Queue**

Es quien generará las 5500 toneladas (carga a granel) que se encuentra dentro del barco.

- **Robot**

Representa la grúa que es la encargada de llevar las 5500 toneladas de carga al granel desde la bodega del barco hasta la tolva en puñados de 6 toneladas cada cuchara.

- **Processor**

Este objeto demuestra el proceso de la tolva quien recopila en 4 tiempos cucharadas de 6 toneladas para llenar este depósito, una vez se encuentre llene este objeto se abrirán sus escotillas para llenar el camión de turno quien tiene como tope de llenado hasta 20 toneladas.

- **TaskExecuter**

Aquí se han colocado los 2 camiones que se encuentran en turno para realizar el proceso de tránsito de la carga, una vez llenado con las 20 toneladas permitidas estos realizan el recorrido pasando por una báscula.

- **Processor**

Una vez el camión es llenado, continuando con su proceso normal llega a la báscula quien tiene un tiempo de proceso mínimo, debido a que todos sus movimientos son automáticos, esto ayuda a agilizar el tránsito del transporte hasta su destino final.

- **Queue**

Una vez los camiones son pesados, pasan a su siguiente etapa que es la de descarga llega a la bodega en la cual los camiones deben depositar toda la carga.

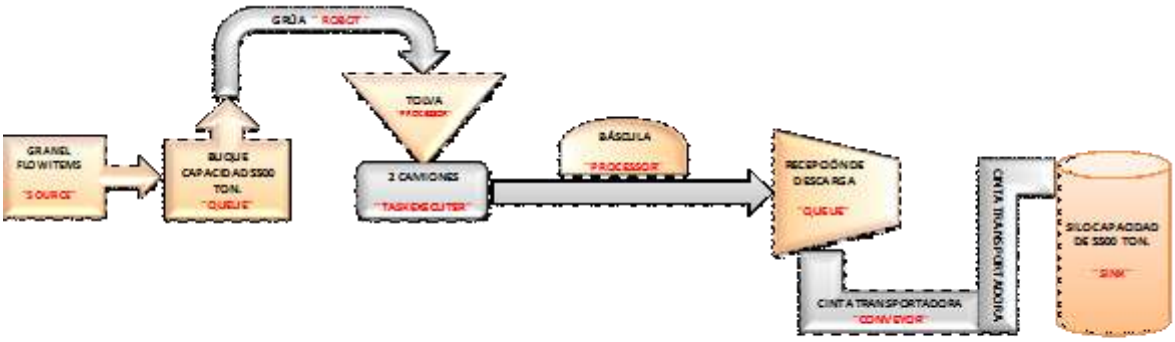
- **Conveyor**

Tan pronto la carga es depositada en la bodega de descarga, pasa por rejillas para ir poco a poco descargando en la cinta transportadora.

- **Sink**

Para finalizar el proceso de descarga, las toneladas llegan al depósito llamado silos donde se almacena toda la carga a granel hasta continuar con el proceso de producción del producto final.

Figura 27. Diagrama escenario 1 (actual)



Se utilizó el simulador, FLEXSIM, con el fin de obtener el tiempo que debe concordar con los datos históricos, además de tener una herramienta amigable para el usuario.

3.16.2 REPORTE SIMULADOR FLEXSIM ESCENARIO 1 (actual 2 camiones y 1 cinta transportadora)

Para poder ejecutar la información en el simulador se ingresa la información en segundos, estos tiempos dieron respuestas más aproximadas a la realidad por lo que para visualizar este escenario (ver anexo 3) en la cual se demuestra la gráfica de este proceso de simulación, se observa en este reporte el tiempo total en segundos, los cuales se han convertido en minutos para una mejor comprensión, además de visualizar el tiempo promedio en cada objeto dentro del proceso, como resultados obtuvimos que tenemos un tiempo de 177,554 es decir 50 horas, la demora de todo el proceso es de 2 días y 2 horas.

Se ha resaltado la columna de tiempo promedio de permanencia convertida en minutos, como se puede analizar se ha marcado 2 datos como los más significativos dentro de los tiempo promedios, esto es en flujo toneladas y en la bodega de descarga lugar donde se encuentra la cinta transportadora, estos 2 procesos son los recolectores de las toneladas antes de pasar a un siguiente proceso, es donde se forma el cuello de botella, debido a que el próximo proceso no se encuentra listo para recibir el flujo de toneladas y así continuar con el trabajo de una manera continua.

Es decir que el tiempo más alto después del flujo normal de toneladas es en la bodega de descarga esto se debe a que la cinta transportadora no está realizando un movimiento ágil debido al flujo constante de toneladas que existe dentro del proceso.

Tabla 7. Escenario 1 (actual)

Flexsim Summary Report

Time en segundos:	177.554	Horas:	49,32

Object	Class	stats_contentmax	stats_contentavg	stats_input	stats_output	stats_staytimemin	stats_staytimemax	stats_staytimeavg	stats_staytimeavg minutos	state_current	state_since
Flujo Ton	Queue	5.500	2.469	5.500	5.500	11	141.363	63.465	17,63	0	141.363
Flujo Ton Camión	Queue	20	10	5.500	5.500	5	643	262	0,07	0	142.360
Despachador camiones	Dispatcher	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	0
Barco	Source	5.499	5.500	0	5.500	0	0	0	0,00	5	0
Cinta 1	Conveyor	17	16	5.500	5.500	526	526	526	0,15	0	177.553
Tolva	Processor	20	8	5.500	5.500	0	643	229	0,06	1	141.718
Brazo	Robot	0	2	5.500	5.500	3	215	61	0,02	1	141.389
Despachador tolva	Dispatcher	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	0
Flujo Ton tolva	Queue	6	1	5.500	5.500	0	392	92	0,01	0	141.389
Silo	Sink	1	0	5.500	0	0	0	0	0,00	1	0
Bascula	Processor	40	2	5.500	5.500	0	1280	552	0,15	1	143.642
Bodega de descarga	Queue	1.000	7	5.500	5.500	0	32.095	23.550	6,54	0	177.027
Flujo Ton bodega descarga	Queue	40	2	5.500	5.500	1	1.284	586	0,16	0	144.926
Despachador bodega descarga	Dispatcher	0	0	0	0	0	0,000000	0	0,00	1	0

Considerando el escenario actual, se ha elaborado un análisis para orientar la simulación a diferentes escenarios posibles de realizar, para esto se ha realizado un cuadro indicando porque no se puede utilizar algunos actores que operan dentro de la carga y descarga, y cuales si.

Tabla 8. Comentarios de los procesos

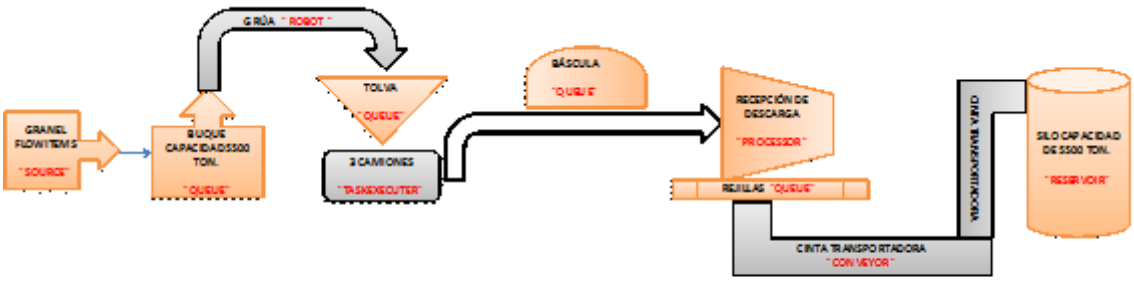
Proceso	Objetos Flexsim	Opción escenario	Comentarios
Barco	Source	No	Este genera las toneladas por lo que es la entrada del proceso
Brazo	Robot	No	Solo puede operar una grúa por barco
Tolva	Processor	No	Al solo poder utilizar una grúa sería innecesario comprar otra tolva
Camiones	Dispatcher	Si	Se ha colocado como parte de 2 escenarios, la compra de 1 camión adicional a los 2 que se encuentra dentro del proceso actual
Báscula	Processor	No	Solo es un proceso de pesaje no hay un tiempo considerable de espera
Cinta	Conveyor	Si	Se ha colocado como parte de 2 escenarios, la compra de 1 cinta transportadora adicional

Los escenarios posibles se deben centrar en los camiones o la cinta transportadora, por lo que realizaremos un primer escenario, mantendremos el escenario actual y se adicionará 1 camión, es decir se trabajará con 3 camiones.

3.16.3 DIAGRAMA DE FLUJO ESCENARIO 2 (Actual más 1 camión adicional)

El escenario a simular es el de la situación actual, invirtiendo en 1 camión.

Figura 28. Diagrama escenario 2



3.16.4 REPORTE SIMULADOR FLEXSIM ESCENARIO 2 (Actual más 1 camión adicional)

Visualizar escenario en (anexo 4), este proceso es similar al escenario actual, se ha decidido tomar como propuesta el comprar 1 camión adicional para analizar si el tiempo variaba, se puede observar que el tiempo es igual al primer escenario, por lo que el tiempo, la demora, los costos de demoraje, y aún la inversión de comprar otro camión no es la acertada.

Tabla 9. Escenario 2 (Actual más 1 camión adicional)

Flexsim Summary Report

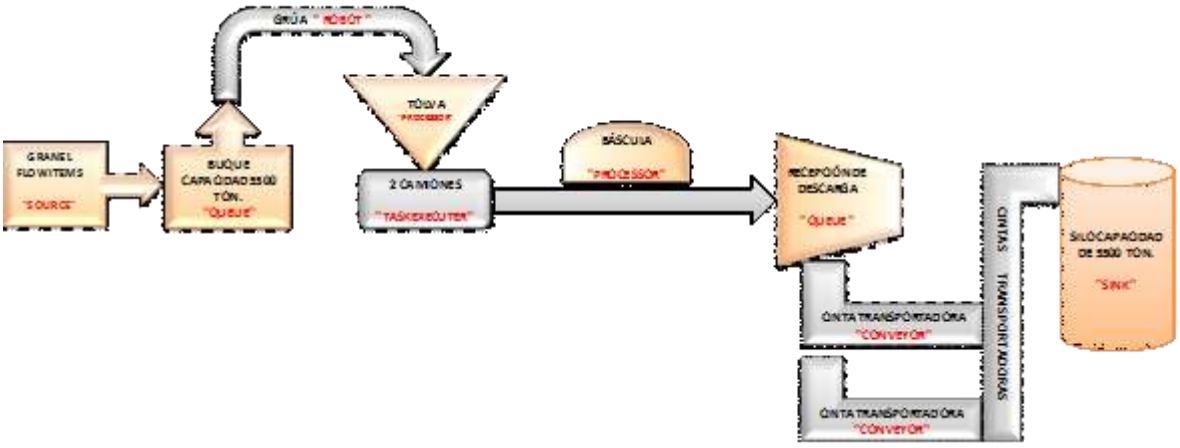
Time en segundos:	177.558	Horas:	49,32

Object	Class	stats_contentmax	stats_contentavg	stats_input	stats_output	stats_staytimemin	stats_staytimemax	stats_staytimeavg	stats_staytimeavg minutos	state_current	state_since
Flujo Ton	Queue	3.500	2.471	3.500	3.500	81	84.198	69.524	17,65	6	161.864
Flujo Ton Camión	Queue	20	10	3.500	3.500	3	643	259	0,07	6	162.360
Despachador camiones	Dispatcher	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	0
Barco	Source	3.499	3.500	0	3.500	0	0	0	0,00	3	0
Cinta 1	Conveyor	17	16	3.500	3.500	326	326	326	0,15	6	177.553
Tolva	Processor	20	8	3.500	3.500	0	643	229	0,06	1	161.718
Brazo	Robot	6	2	3.500	3.500	8	199	61	0,02	1	161.389
Despachador tolva	Dispatcher	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	0
Flujo Ton tolva	Queue	6	1	3.500	3.500	0	835	81	0,01	6	161.389
Silo	Sink	1	0	3.500	0	0	0	0	0,00	7	0
Bascula	Processor	40	21	3.500	3.500	0	1.280	350	0,15	1	163.642
Bodega de descarga	Queue	1.000	730	3.500	3.500	0	82.093	23.500	6,53	6	177.027
Flujo Ton bodega descarga	Queue	40	22	3.500	3.500	3	1.284	389	0,16	6	164.926
Despachador bodega descarga	Dispatcher	0	0	0	0	0	0	0	0,00	2	0

3.16.5 DIAGRAMA DE FLUJO ESCENARIO 3 (Actual con 2 camiones y 2 cintas transportadoras)

En este escenario se considera todo lo explicado en el escenario actual, a éste se añade una cinta transportadora, es decir se simula con 2 cintas transportadoras.

Figura 29. Diagrama escenario 3



3.16.5 REPORTE SIMULADOR FLEXSIM ESCENARIO 3 (Actual con 2 camiones y 2 cintas transportadoras)

Al momento de simular el proceso da como resultado una disminución de 50 horas a 32.53 horas, podemos observar que existe una caída de tiempo de 18 horas, se puede notar que la disminución es significativa, por lo que en el próximo capítulo se realizará un análisis financiero donde se estudia el costo de inversión, ahorro, tiempo de recuperación de la inversión, y el costo-beneficio.

Visualizar escenario en anexo 5, en este proceso se considera una inversión más fuerte como el de comprar una cinta transportadora adicional, pero en esta nueva propuesta el tiempo si se reduce en un 65% de tener 50 horas en el escenario 1 (actual) desciende a 32.53 horas, esto generaría un importante descuento en el pago de demorajes.

También se logra observar una reducción en los tiempos promedios de permanencia en la bodega de descarga, esto da lugar a que las toneladas fluctúen de una forma continua, mejorando el cuello de botella en este proceso.

Tabla 10. Escenario 3 (2 camiones y 2 cintas transportadoras)

Flexsim Summary Report

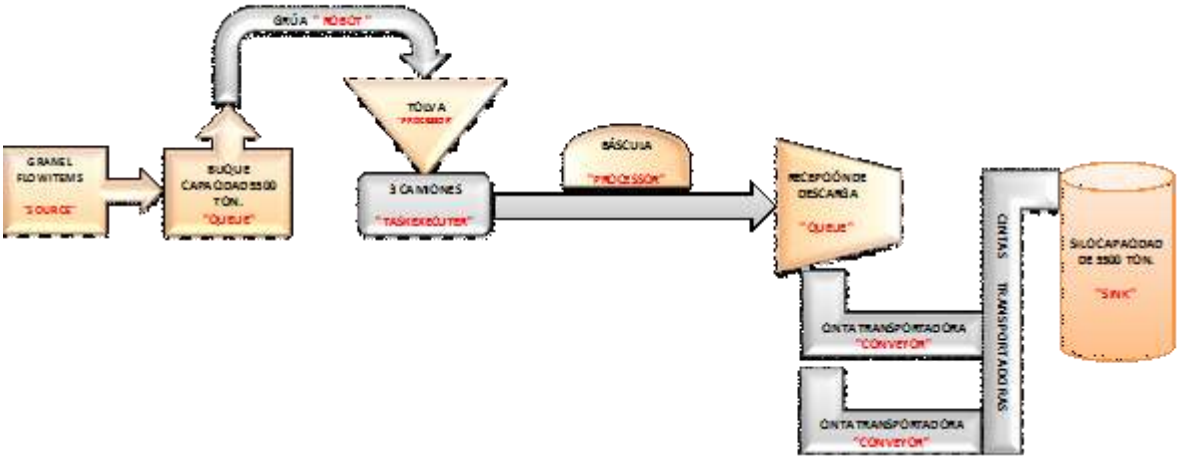
Time en segundos:	117.125	Horas:	32,53

Object	Class	stats_contentmax	stats_contentavg	stats_input	stats_output	stats_staytimemin	stats_staytimemax	stats_staytimeavg	stats_staytimeavg minutos	state_current	state_since
Flujo Ton	Queue	3.500	2.743	3.500	3.500	31	116	58.049	16,12	0	116.390
Flujo Ton Camión	Queue	20	10	3.500	3.500	6	540	211	0,06	6	116.465
Despachador camiones	Dispatcher	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	0
Barco	Source	3.499	3.500	0	3.500	0	0	0	0,00	3	0
Cinta 1	Conveyor	15	10	2.750	2.750	417	416	417	0,12	0	117.124
Tolva	Processor	0	1	3.500	3.500	0	227	31	0,01	1	116.458
Brazo	Robot	0	1	3.500	3.500	4	207	64	0,02	1	116.431
Despachador tolva	Dispatcher	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	0
Flujo Ton tolva	Queue	1	0	3.500	3.500	0	0	0	0,00	0	116.431
Silo	Sink	1	0	3.500	3.500	0	0	0	0,00	7	0.000000
Bascula	Processor	17	0	3.500	3.500	0	0	0	0,00	1	116.468
Bodega de descarga	Queue	18	1	3.500	3.500	0	223	109	0,03	0	116.708
Flujo Ton bodega descarga	Queue	20	0	3.500	3.500	1	10	1	0,00	0	116.474
Despachador bodega descarga	Dispatcher	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	0
Cinta 2	Conveyor	15	10	2.750	2.750	417	417	417	0,12	0	117.125

3.16.6 DIAGRAMA DE FLUJO ESCENARIO 4 (Actual 3 camiones más 2 cinta transportadoras)

En el cuarto escenario nuevamente se considera todo lo explicado en el escenario actual, manteniendo 2 cintas transportadoras, y agregando 1 camión adicional, es decir 3 camiones y 2 cintas, generando una doble inversión.

Figura 30. Diagrama escenario 4



3.16.7 REPORTE SIMULADOR FLEXSIM ESCENARIO 4 (Actual con 3 camiones y 2 cintas transportadoras)

Visualizar escenario en anexo 6, se escoge el proceso 3 y se añade 1 camión adicional; lamentablemente a pesar que se incrementa este objeto, el tiempo sigue siendo igual que el escenario 3, por lo que la inversión de la compra de un nuevo camión no resultaría en un ahorro para la compañía, las horas y los tiempos promedios de permanencia no mejoran.

Tabla 11. Escenario 4 (3 camiones y 2 cintas transportadoras)

Flexsim Summary Report

Time en segundos:	116.838	Horas:	32,46

Object	Class	tats_contentma	stats_contentavg	stats_input	stats_output	stats_staytimemin	stats_staytimemax	stats_staytimeavg	stats_staytimeavg minutos	state_current	state_since
Flujo Ton	Queue	5.500	2.748	5.500	5.500	81	116.112	58.016	16,12	6	116:112
Flujo Ton Camión	Queue	22	9	5.500	5.500	6	570	207	0,06	6	116:177
Despachador camiones	Dispatcher	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	0
Barco	Source	5.499	5.500	0	5.500	0	0	0	0,00	5	0
Cinta 1	Conveyor	16	9	2.750	2.750	416	416	416	0,12	6	116:837
Tolva	Processor	6	1	5.500	5.500	0	231	30	0,01	1	116:168
Brazo	Robot	6	2	5.500	5.500	3	224	68	0,02	1	116:136
Despachador tolva	Dispatcher	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	0.000000
Flujo Ton tolva	Queue	1	0	5.500	5.500	0	0	0	0,00	6	116:136
Silo	Sink	1	0	5.500	0	0	0	0	0,00	7	0.000000
Bascula	Processor	14	0	5.500	5.500	0	0	0	0,00	1	116:181
Bodega de descarga	Queue	18	5	5.500	5.500	0	224	109	0,03	6	116:421
Flujo Ton bodega descarga	Queue	20	0	5.500	5.500	4	82	8	0,00	6	116:188
Despachador bodega descarga	Dispatcher	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	0.000000
Cinta 2	Conveyor	16	9	2.750	2.750	416	416	416	0,12	6	116:838

Una vez analizados los escenarios propuestos para ser partícipes del desarrollo de simulación se escoge el escenario 3 para continuar el análisis financiero, se eligió este escenario debido a que existe una disminución del 65% en tiempo total realizando una sola inversión versus a los 2 escenarios (escenario 2 y 4) que no generan un aporte adicional a la reducción del tiempo del proceso de carga y descarga, se puede observar en la tabla 12. la diferencia en la reducción de los tiempos entre los 4 escenarios, esto nos permitirá obtener el tiempo el cual va a generar un ahorro importante dentro del proceso total.

En el siguiente capítulo se va a generar el análisis financiero de cada escenario para realizar un análisis comparativo por cada uno, y verificar que la disminución del tiempo en el escenario 3, brinda un ahorro importante a la compañía.

Tabla 12. Análisis escenario 1, 2, 3, 4 (tiempo promedio de permanencia)

ANALISIS ENTRE ESCENARIOS (TIEMPO PROMEDIO DE PERMANENCIA)					
	Escenarios	1 (Actual)	2	3	4
	Horas:	49,32	49,32	32,53	32,46
Object	Class	stats_staytime avg minutos	stats_staytime avg minutos	stats_staytime avg minutos	stats_staytim eavg minutos
Flujo Ton	Queue	17,63	17,65	16,12	16,12
Flujo Ton Camión	Queue	0,07	0,07	0,06	0,06
Despachador camiones	Dispatcher	0,00	0,00	0,00	0,00
Barco	Source	0,00	0,00	0,00	0,00
Cinta 1	Conveyor	0,15	0,15	0,12	0,12
Tolva	Processor	0,06	0,06	0,01	0,01
Brazo	Robot	0,02	0,02	0,02	0,02
Despachador tolva	Dispatcher	0,00	0,00	0,00	0,00
Flujo Ton tolva	Queue	0,01	0,01	0,00	0,00
Silo	Sink	0,00	0,00	0,00	0,00
Bascula	Processor	0,15	0,15	0,00	0,00
Bodega de descarga	Queue	6,54	6,53	0,03	0,03
Flujo Ton bodega descarga	Queue	0,16	0,16	0,00	0,00
Despachador bodega descarga	Dispatcher	0,00	0,00	0,00	0,00
Cinta 2	Conveyor	-	-	0,12	0,12

CAPITULO 4

4 ANALISIS FINANCIERO

4.1 ESCENARIOS DE MEJORAS Y FACTIBILIDAD

4.1.1 ANALISIS FINANCIERO ESCENARIO 1 (ACTUAL)

El escenario actual contempla demorajes de aproximadamente $20.000/día dependiendo de la negociación alcanzada con los armadores.

Dependiendo de la temporada en la cual arribe el barco al puerto específico podría tomar una espera en boya de mar de entre 24-48 horas en el mejor de los casos. Se debe recalcar que los barcos atracan en muelle en base a un line up establecido y con los respectivos controles de marea. La rata de descarga de las bandas transportadoras comunes tiene un promedio de velocidad de entre 120-150 tm por hora.

En base a los datos indicados, los tiempos de descarga para barcos con carga de 5500 tm oscilan entre 45-50 horas.

Por lo antes expuesto, las demoras de un barco podrían llegar hasta $20.000 por cada descarga; lo cual encarece totalmente el precio del material importado.

Se resume lo indicado previamente en la siguiente tabla:

Tabla 13. Análisis Financiero escenario 1 (actual)

Escenario 1 actual (2 camiones - 1 cinta)		
Demoraje	20000	Usd/día
	833,33	Usd/hora
Tiempo libre	48	horas
Tiempo estimado en puerto	8	horas
Tiempo de descarga	49,32	horas
Total de estadía	57,32	horas
Total de horas a cancelar	9,32	horas
Total demoraje	7.767	Usd
Estimado de barcos al año	30	Barcos
Total demoraje	**233.000**	**Usd**

4.1.2 ANALISIS FINANCIERO ESCENARIO 2

Luego de realizar el primer análisis con Flexsim y aplicar un escenario con 3 carros y 1 bandas transportadoras, el tiempo de descarga no se reduce a los tiempos que necesitamos; al contrario se mantienen.

Debemos considerar que las horas de permanencia en el puerto se siguen manteniendo con el objetivo de realizar el análisis financiero.

Tabla 14. Análisis Financiero escenario 2

Demoraje	20000	/día
	833,33	/hora
Tiempo libre	48	horas
Tiempo estimado en puerto	8	horas
Tiempo de descarga	49,32	horas
Total de estadía	57,32	horas
Total de horas a cancelar	9,32	horas
Total demoraje	7.767	USD
Estimado de barcos al año	30	
Total demoraje	**233.000**	**USD**

4.1.3 ANALISIS FINANCIERO ESCENARIO 3

Luego de realizar el primer análisis con Flexsim y aplicar un escenario con 2 carros y 2 bandas transportadoras, el tiempo de descarga se reduce considerablemente.

Los resultados nos indican que con la inclusión de la segunda banda los tiempos se optimizan. El nuevo tiempo es de 32,53 horas con lo que comenzaríamos a percibir grandes beneficios económicos para la operación.

Debemos considerar que las horas de permanencia en el puerto se siguen manteniendo con el objetivo de realizar el análisis financiero.

En la siguiente tabla resumen lo podemos visualizar:

Tabla 15. Análisis Financiero escenario 3

Escenario 3 (2 camiones - 2 cintas)		
Demoraje	20000 833,33	/día /hora
Tiempo libre	48	horas
Tiempo estimado en puerto	8	horas
Tiempo de descarga	32,53	horas
Total de estadía	40,53	horas
Total de horas a cancelar	-7,47	horas
Total demoraje	(6.225)	USD
Estimado de barcos al año	30	
Total demoraje	**(186.750)**	**USD**

4.1.4 ANALISIS FINANCIERO ESCENARIO 4

Con el objetivo de comprobar los diferentes retrasos y cuellos de botellas que podamos tener, decidimos realizar un escenario adicional en donde se incorpore un tercer vehículo y mantengamos las 2 bandas transportadoras para conocer los posibles beneficios que se puedan obtener.

Luego del análisis se llegó a la conclusión que incrementar un tercer carro no ayuda a que la descarga sea más rápido debido a que dependemos netamente de la velocidad de la banda transportadora.

Los detalles los podemos revisar a continuación:

Tabla 16. Análisis Financiero escenario 4

Escenario 4 (3 camiones - 2 cintas)		
Demoraje	20000	/día
	833,33	/hora
Tiempo libre	48	horas
Tiempo estimado en puerto	8	horas
Tiempo de descarga	32,46	horas
Total de estadía	40,46	horas
Total de horas a cancelar	-7,54	horas
Total demoraje	(6.283)	USD
Estimado de barcos al año	30	
Total demoraje	**(188.500)**	**USD**

4.1.5 RESUMEN ANALISIS FINANCIERO

Para poder aplicar el escenario tres significa que una inversión debe realizarse. El costo de adquirir una banda transportadora es de $1,2 millones de dólares con proveedores del extranjero que son especializados en este tipo de mecanismos.

La nueva banda cuenta con una velocidad de recepción igual a la que se encuentra actualmente y sería construida en forma paralela a la banda actual que tenemos.

El tiempo desde que solicitamos la compra de la banda hasta su respectiva instalación puede tomar entre 4-5 meses dependiente de la celeridad con la que se maneje el tema.

4.2 RESULTADOS DE LA INVERSIÓN

Los resultados financieros que señala el análisis nos muestra un periodo de recuperación de la inversión de 6 años. Lo cual demuestra un beneficio bastante grande dado que la depreciación de estos equipos es a 20 años.

Los resultados los podemos revisar a continuación:

Tabla 17. Detalle inversión

DATOS		COSTO $ CINTA	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Demoraje	Usd/día		20000	20000	20000	20000	20000	20000
Demoraje	Usd/hora		833,33	833,33	833,33	833,33	833,33	833,33
Tiempo libre	horas		48	48	48	48	48	48
Tiempo estimado en puerto	horas		8	8	8	8	8	8
Tiempo de descarga	horas		32,53	32,53	32,53	32,53	32,53	32,53
Total de estadía	horas		40,53	40,53	40,53	40,53	40,53	40,53
Total de horas a cancelar	horas		-7,47	-7,47	-7,47	-7,47	-7,47	-7,47
Total demoraje (pronóstico)	USD		(6.225)	(6.225)	(6.225)	(6.225)	(6.225)	(6.225)
Estimado de barcos al año	Un		30	31	32	33	34	35
Total demoraje anual (negativo es premio)	USD		(186.750)	(192.975)	(199.200)	(205.425)	(211.650)	(217.875)
Inversion inicial (cinta transportadora)	USD	1200000						
Total			**1.013.250**	**820.275**	**621.075**	**415.650**	**204.000**	**(13.875)**

4.3 PROPUESTA

Con el objetivo de que la propuesta es más atractiva y se generen mayores beneficios para ambas empresas se propondrá realizar un joint venture entre el puerto y la compañía que embarca el producto al granel en las cual se determinen ciertos parámetros y acuerdos como son los siguientes:

- La inversión deberá ser realizada por ambas empresas en base a un 50%.
- Durante 6 años los premios obtenidos por la eficiencia en la descarga de barcos serán distribuidos de igual forma basados en un 50%-50%.
- Con el objetivo de incrementar los beneficios para ambas empresas se dará prioridad a los barcos que se tendrían para evitar las 8 horas estimadas en el puerto que las podríamos considerar como ahorros futuros.
- Luego de terminado el joint venture se mantendrá la figura de preferencia de atraque y los premio pasarán netamente a formar parte de los ahorros de la empresa que chartea.
- El puerto podrá ofrecer la banda transportadora a sus demás clientes para lo cual ofrecerá la opción de prioridad en atraque y repartición de los beneficios obtenidos. Tanto el puerto como la empresa tendrán participación de estos premios.

Con estos acuerdos e inversiones se prevé que el puerto incremente su capacidad de recepción de barcos graneleros en un 35% y de esa forma lograr atender una mayor cantidad de clientes y barcos durante cada año.

Los beneficios lo hemos calculado en base a un joint veture entre ambas empresas, lo cual se potenciará con la aplicación a los demás clientes.

4.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones que podemos realizar luego de haber efectuado el análisis de los datos, la inversión y el objetivo de la propuesta son las siguientes:

- Con la implementación del escenario 3 en el cual se instalamos una banda transportadora adicional podemos notar que la optimización en los tiempos de descarga llegan a un 35%.
- La depreciación de la banda es a 20 años y la recuperación de la inversión la tendremos en 6 años.
- La firma de un joint venture se realizará durante el plazo de recuperación de la inversión en base a las condiciones y términos contractuales previamente identificados y acordados.
- El extra costo de 233.000USD al año que se proyectaba cancelar por conceptos de demoraje es sustituido por 186.750USD de ahorros que conllevará a la inversión en la compra de la nueva banda transportadora.
- Con los nuevos tiempos de descarga se podrá negociar con los armadores mejores fletes debido a que su barco no estará atracado tanto tiempo en el puerto perdiendo el costo de oportunidad que podría generar al ofreceré su barco en otros destinos.
- El acuerdo de preferencia en el atraque y la optimización de los tiempos de descarga, luego de 6 años la empresa podrá alcanzar fácilmente ahorros entre

180.000-190.000USD cada año; lo cual impactará directamente en su costo de fabricación haciendo más asequible el material producido.

BIBLIOGRAFIA

1. Enríquez de Dios, Juan José (1994). «Capítulo 4. Transporte marítimo.». Transporte internacional de mercancías (primera edición). Pozuelo de Alarcón (Madrid, España): ESIC Editorial. pp. 277
2. http://derechodelanavegacion.blogspot.es/
3. "El negocio marítimo: una visión práctica del fletamento por viaje". www.udc.es/iuem. Doc 2/2008 6
4. IUEM. Universidad de da Coruña. Documento 2/2008

Anexo 1. Datos de carga y descarga

MES CONTROL	**MARCH 31th,2013**
PRODUCTOS	**CARGA AL GRANEL**

DATOS DE CARGA Y DESCARGA

VIAJE	FECHA	HORA INICIO	TIEMPO TOTAL	TIEMPO DE CARGA(TOLVA)	TIEMPO DE TRÁNSITO	TIEMPO DE DESCARGA
1	31/03/2013	2:18:00				
2	31/03/2013	2:24:40	0:06:40	0:02:12	0:00:44	0:03:42
3	31/03/2013	2:33:31	0:08:51	0:02:55	0:00:58	0:04:55
4	31/03/2013	2:46:43	0:13:12	0:04:21	0:01:27	0:07:20
5	31/03/2013	2:55:51	0:09:08	0:03:01	0:01:00	0:05:04
6	31/03/2013	3:15:04	0:19:13	0:06:20	0:02:07	0:10:40
7	31/03/2013	3:28:18	0:13:14	0:04:22	0:01:27	0:07:20
8	31/03/2013	3:33:32	0:05:14	0:01:44	0:00:35	0:02:54
9	31/03/2013	3:47:53	0:14:21	0:04:44	0:01:35	0:07:58
10	31/03/2013	3:59:50	0:11:57	0:03:57	0:01:19	0:06:38
11	31/03/2013	4:07:02	0:07:12	0:02:23	0:00:48	0:04:00
12	31/03/2013	4:26:59	0:19:57	0:06:35	0:02:12	0:11:04
13	31/03/2013	4:28:53	0:01:54	0:00:38	0:00:13	0:01:03
14	31/03/2013	4:33:30	0:04:37	0:01:31	0:00:30	0:02:34
15	31/03/2013	4:34:24	0:00:54	0:00:18	0:00:06	0:00:30
16	31/03/2013	4:46:36	0:12:12	0:04:01	0:01:20	0:06:46
17	31/03/2013	5:06:29	0:19:52	0:06:34	0:02:11	0:11:02
18	31/03/2013	5:23:17	0:16:48	0:05:33	0:01:51	0:09:20
19	31/03/2013	5:40:58	0:17:41	0:05:50	0:01:57	0:09:49
20	31/03/2013	5:51:43	0:10:45	0:03:33	0:01:11	0:05:58
21	31/03/2013	6:08:51	0:17:08	0:05:39	0:01:53	0:09:30
22	31/03/2013	6:11:58	0:03:07	0:01:02	0:00:21	0:01:44
23	31/03/2013	6:22:14	0:10:16	0:03:23	0:01:08	0:05:42
24	31/03/2013	6:29:27	0:07:13	0:02:23	0:00:48	0:04:00
25	31/03/2013	6:48:36	0:19:09	0:06:19	0:02:06	0:10:38
26	31/03/2013	6:51:48	0:03:12	0:01:03	0:00:21	0:01:46
27	31/03/2013	6:54:44	0:02:56	0:00:58	0:00:19	0:01:38
28	31/03/2013	7:04:24	0:09:40	0:03:11	0:01:04	0:05:22
29	31/03/2013	7:14:13	0:09:50	0:03:15	0:01:05	0:05:27
30	31/03/2013	7:30:44	0:16:30	0:05:27	0:01:49	0:09:10
31	31/03/2013	7:31:37	0:00:53	0:00:17	0:00:06	0:00:29
32	31/03/2013	7:36:33	0:04:57	0:01:38	0:00:33	0:02:45
33	31/03/2013	7:54:49	0:18:16	0:06:02	0:02:01	0:10:08
34	31/03/2013	7:55:44	0:00:54	0:00:18	0:00:06	0:00:30

35	31/03/2013	8:11:02	0:15:18	0:05:03	0:01:41	0:08:29
36	31/03/2013	8:21:25	0:10:23	0:03:26	0:01:09	0:05:46
37	31/03/2013	8:30:16	0:08:51	0:02:55	0:00:58	0:04:55
38	31/03/2013	8:30:42	0:00:26	0:00:09	0:00:03	0:00:14
39	31/03/2013	8:48:56	0:18:14	0:06:01	0:02:00	0:10:07
40	31/03/2013	8:53:34	0:04:38	0:01:32	0:00:31	0:02:34
41	31/03/2013	9:04:15	0:10:41	0:03:32	0:01:11	0:05:56
42	31/03/2013	9:20:48	0:16:33	0:05:28	0:01:49	0:09:11
43	31/03/2013	9:21:55	0:01:07	0:00:22	0:00:07	0:00:37
44	31/03/2013	9:41:16	0:19:21	0:06:23	0:02:08	0:10:45
45	31/03/2013	9:42:57	0:01:41	0:00:33	0:00:11	0:00:56
46	31/03/2013	9:43:47	0:00:50	0:00:16	0:00:05	0:00:28
47	31/03/2013	9:54:23	0:10:36	0:03:30	0:01:10	0:05:53
48	31/03/2013	10:04:53	0:10:31	0:03:28	0:01:09	0:05:50
49	31/03/2013	10:20:32	0:15:39	0:05:10	0:01:43	0:08:41
50	31/03/2013	10:37:52	0:17:19	0:05:43	0:01:54	0:09:37
51	31/03/2013	10:40:43	0:02:52	0:00:57	0:00:19	0:01:35
52	31/03/2013	10:46:05	0:05:21	0:01:46	0:00:35	0:02:58
53	31/03/2013	11:03:15	0:17:10	0:05:40	0:01:53	0:09:32
54	31/03/2013	11:08:14	0:04:59	0:01:39	0:00:33	0:02:46
55	31/03/2013	11:19:21	0:11:07	0:03:40	0:01:13	0:06:10
56	31/03/2013	11:25:33	0:06:13	0:02:03	0:00:41	0:03:27
57	31/03/2013	11:35:24	0:09:51	0:03:15	0:01:05	0:05:28
58	31/03/2013	11:55:09	0:19:45	0:06:31	0:02:10	0:10:58
59	31/03/2013	12:07:15	0:12:06	0:04:00	0:01:20	0:06:43
60	31/03/2013	12:15:08	0:07:53	0:02:36	0:00:52	0:04:22
61	31/03/2013	12:34:39	0:19:31	0:06:27	0:02:09	0:10:50
62	31/03/2013	12:52:55	0:18:16	0:06:02	0:02:01	0:10:08
63	31/03/2013	13:08:00	0:15:06	0:04:59	0:01:40	0:08:23
64	31/03/2013	13:18:44	0:10:44	0:03:32	0:01:11	0:05:57
65	31/03/2013	13:32:39	0:13:55	0:04:36	0:01:32	0:07:43
66	31/03/2013	13:37:57	0:05:17	0:01:45	0:00:35	0:02:56
67	31/03/2013	13:56:53	0:18:56	0:06:15	0:02:05	0:10:31
68	31/03/2013	14:05:00	0:08:07	0:02:41	0:00:54	0:04:30
69	31/03/2013	14:19:45	0:14:45	0:04:52	0:01:37	0:08:11
70	31/03/2013	14:33:00	0:13:14	0:04:22	0:01:27	0:07:21
71	31/03/2013	14:36:59	0:04:00	0:01:19	0:00:26	0:02:13
72	31/03/2013	14:53:17	0:16:18	0:05:23	0:01:48	0:09:03
73	31/03/2013	14:59:49	0:06:32	0:02:09	0:00:43	0:03:37
74	31/03/2013	15:00:43	0:00:54	0:00:18	0:00:06	0:00:30
75	31/03/2013	15:02:28	0:01:45	0:00:35	0:00:12	0:00:58
76	31/03/2013	15:05:38	0:03:10	0:01:03	0:00:21	0:01:46
77	31/03/2013	15:18:56	0:13:17	0:04:23	0:01:28	0:07:23

78	31/03/2013	15:24:05	0:05:09	0:01:42	0:00:34	0:02:52
79	31/03/2013	15:40:19	0:16:14	0:05:21	0:01:47	0:09:00
80	31/03/2013	15:43:04	0:02:46	0:00:55	0:00:18	0:01:32
81	31/03/2013	15:57:56	0:14:52	0:04:54	0:01:38	0:08:15
82	31/03/2013	16:14:10	0:16:14	0:05:21	0:01:47	0:09:00
83	31/03/2013	16:16:43	0:02:33	0:00:50	0:00:17	0:01:25
84	31/03/2013	16:31:09	0:14:27	0:04:46	0:01:35	0:08:01
85	31/03/2013	16:31:13	0:00:03	0:00:01	0:00:00	0:00:02
86	31/03/2013	16:35:04	0:03:51	0:01:16	0:00:25	0:02:08
87	31/03/2013	16:41:18	0:06:14	0:02:03	0:00:41	0:03:27
88	31/03/2013	16:50:01	0:08:44	0:02:53	0:00:58	0:04:51
89	31/03/2013	16:52:47	0:02:46	0:00:55	0:00:18	0:01:32
90	31/03/2013	17:00:30	0:07:42	0:02:33	0:00:51	0:04:17
91	31/03/2013	17:18:22	0:17:52	0:05:54	0:01:58	0:09:55
92	31/03/2013	17:32:37	0:14:15	0:04:42	0:01:34	0:07:55
93	31/03/2013	17:40:02	0:07:25	0:02:27	0:00:49	0:04:07
94	31/03/2013	17:48:08	0:08:07	0:02:41	0:00:54	0:04:30
95	31/03/2013	17:56:55	0:08:47	0:02:54	0:00:58	0:04:53
96	31/03/2013	18:14:31	0:17:36	0:05:48	0:01:56	0:09:46
97	31/03/2013	18:26:12	0:11:40	0:03:51	0:01:17	0:06:29
98	31/03/2013	18:32:35	0:06:23	0:02:07	0:00:42	0:03:33
99	31/03/2013	18:50:40	0:18:05	0:05:58	0:01:59	0:10:02
100	31/03/2013	19:05:21	0:14:40	0:04:50	0:01:37	0:08:08
101	31/03/2013	19:25:22	0:20:01	0:06:36	0:02:12	0:11:07
102	31/03/2013	19:44:04	0:18:43	0:06:10	0:02:03	0:10:23
103	31/03/2013	19:54:36	0:10:31	0:03:28	0:01:09	0:05:50
104	31/03/2013	20:01:31	0:06:56	0:02:17	0:00:46	0:03:51
105	31/03/2013	20:18:59	0:17:28	0:05:46	0:01:55	0:09:42
106	31/03/2013	20:25:49	0:06:50	0:02:15	0:00:45	0:03:48
107	31/03/2013	20:25:52	0:00:02	0:00:01	0:00:00	0:00:01
108	31/03/2013	20:34:53	0:09:01	0:02:58	0:00:59	0:05:00
109	31/03/2013	20:54:09	0:19:17	0:06:22	0:02:07	0:10:42
110	31/03/2013	20:55:25	0:01:16	0:00:25	0:00:08	0:00:42
111	31/03/2013	20:59:53	0:04:28	0:01:28	0:00:29	0:02:29
112	31/03/2013	21:17:30	0:17:38	0:05:49	0:01:56	0:09:47
113	31/03/2013	21:34:58	0:17:28	0:05:46	0:01:55	0:09:41
114	31/03/2013	21:45:41	0:10:44	0:03:32	0:01:11	0:05:57
115	31/03/2013	21:51:06	0:05:25	0:01:47	0:00:36	0:03:00
116	31/03/2013	22:04:06	0:13:00	0:04:17	0:01:26	0:07:13
117	31/03/2013	22:17:48	0:13:42	0:04:31	0:01:30	0:07:36
118	31/03/2013	22:19:49	0:02:01	0:00:40	0:00:13	0:01:07
119	31/03/2013	22:38:57	0:19:08	0:06:19	0:02:06	0:10:37
120	31/03/2013	22:50:13	0:11:16	0:03:43	0:01:14	0:06:15

121	31/03/2013	23:03:22	0:13:08	0:04:20	0:01:27	0:07:17
122	31/03/2013	23:08:03	0:04:42	0:01:33	0:00:31	0:02:36
123	31/03/2013	23:20:53	0:12:49	0:04:14	0:01:25	0:07:07
124	31/03/2013	23:35:57	0:15:05	0:04:58	0:01:39	0:08:22
125	31/03/2013	23:47:13	0:11:16	0:03:43	0:01:14	0:06:15
126	31/03/2013	23:59:10	0:11:57	0:03:57	0:01:19	0:06:38
127	01/04/2013	24:03:10	0:04:00	0:01:19	0:00:26	0:02:13
128	01/04/2013	24:15:35	0:12:25	0:04:06	0:01:22	0:06:54
129	01/04/2013	24:23:15	0:07:40	0:02:32	0:00:51	0:04:15
130	01/04/2013	24:25:17	0:02:02	0:00:40	0:00:13	0:01:08
131	01/04/2013	24:36:26	0:11:09	0:03:41	0:01:14	0:06:11
132	01/04/2013	24:38:16	0:01:51	0:00:37	0:00:12	0:01:01
133	01/04/2013	24:51:36	0:13:19	0:04:24	0:01:28	0:07:24
134	01/04/2013	25:08:51	0:17:15	0:05:42	0:01:54	0:09:34
136	01/04/2013	25:22:23	0:13:33	0:04:28	0:01:29	0:07:31
137	01/04/2013	25:36:44	0:14:21	0:04:44	0:01:35	0:07:58
138	01/04/2013	25:56:37	0:19:53	0:06:34	0:02:11	0:11:02
139	01/04/2013	26:04:32	0:07:55	0:02:37	0:00:52	0:04:24
140	01/04/2013	26:16:08	0:11:36	0:03:50	0:01:17	0:06:26
141	01/04/2013	26:26:59	0:10:51	0:03:35	0:01:12	0:06:01
142	01/04/2013	26:29:42	0:02:43	0:00:54	0:00:18	0:01:31
143	01/04/2013	26:31:14	0:01:32	0:00:30	0:00:10	0:00:51
144	01/04/2013	26:51:19	0:20:05	0:06:38	0:02:13	0:11:09
145	01/04/2013	27:11:09	0:19:50	0:06:33	0:02:11	0:11:01
146	01/04/2013	27:11:24	0:00:15	0:00:05	0:00:02	0:00:08
147	01/04/2013	27:22:13	0:10:49	0:03:34	0:01:11	0:06:00
148	01/04/2013	27:41:52	0:19:39	0:06:29	0:02:10	0:10:55
149	01/04/2013	27:49:54	0:08:02	0:02:39	0:00:53	0:04:27
150	01/04/2013	27:59:24	0:09:30	0:03:08	0:01:03	0:05:16
151	01/04/2013	28:09:56	0:10:32	0:03:29	0:01:10	0:05:51
152	01/04/2013	28:20:56	0:10:59	0:03:38	0:01:13	0:06:06
153	01/04/2013	28:20:57	0:00:01	0:00:00	0:00:00	0:00:00
154	01/04/2013	28:26:42	0:05:45	0:01:54	0:00:38	0:03:11
155	01/04/2013	28:31:18	0:04:37	0:01:31	0:00:30	0:02:33
156	01/04/2013	28:50:38	0:19:20	0:06:23	0:02:08	0:10:44
157	01/04/2013	29:03:19	0:12:41	0:04:11	0:01:24	0:07:03
158	01/04/2013	29:16:16	0:12:57	0:04:16	0:01:25	0:07:11
159	01/04/2013	29:27:24	0:11:09	0:03:41	0:01:14	0:06:11
160	01/04/2013	29:37:21	0:09:56	0:03:17	0:01:06	0:05:31
161	01/04/2013	29:48:53	0:11:33	0:03:49	0:01:16	0:06:25
162	01/04/2013	30:07:27	0:18:34	0:06:08	0:02:03	0:10:18
163	01/04/2013	30:08:36	0:01:09	0:00:23	0:00:08	0:00:38
164	01/04/2013	30:22:59	0:14:23	0:04:45	0:01:35	0:07:59

165	01/04/2013	30:31:45	0:08:46	0:02:54	0:00:58	0:04:52
166	01/04/2013	30:41:58	0:10:13	0:03:22	0:01:07	0:05:40
167	01/04/2013	31:00:28	0:18:30	0:06:06	0:02:02	0:10:16
168	01/04/2013	31:07:23	0:06:55	0:02:17	0:00:46	0:03:50
169	01/04/2013	31:17:56	0:10:33	0:03:29	0:01:10	0:05:51
170	01/04/2013	31:37:29	0:19:32	0:06:27	0:02:09	0:10:51
171	01/04/2013	31:50:25	0:12:57	0:04:16	0:01:25	0:07:11
172	01/04/2013	32:06:12	0:15:47	0:05:12	0:01:44	0:08:45
173	01/04/2013	32:15:05	0:08:53	0:02:56	0:00:59	0:04:56
174	01/04/2013	32:18:09	0:03:05	0:01:01	0:00:20	0:01:42
175	01/04/2013	32:18:47	0:00:38	0:00:12	0:00:04	0:00:21
176	01/04/2013	32:38:37	0:19:50	0:06:33	0:02:11	0:11:00
177	01/04/2013	32:50:12	0:11:35	0:03:49	0:01:16	0:06:26
178	01/04/2013	33:09:55	0:19:43	0:06:30	0:02:10	0:10:57
179	01/04/2013	33:22:39	0:12:44	0:04:12	0:01:24	0:07:04
180	01/04/2013	33:37:28	0:14:48	0:04:53	0:01:38	0:08:13
181	01/04/2013	33:53:51	0:16:23	0:05:24	0:01:48	0:09:06
182	01/04/2013	34:04:37	0:10:46	0:03:33	0:01:11	0:05:59
183	01/04/2013	34:04:44	0:00:07	0:00:02	0:00:01	0:00:04
184	01/04/2013	34:24:36	0:19:52	0:06:33	0:02:11	0:11:02
185	01/04/2013	34:42:38	0:18:01	0:05:57	0:01:59	0:10:00
186	01/04/2013	34:47:56	0:05:19	0:01:45	0:00:35	0:02:57
187	01/04/2013	34:54:33	0:06:37	0:02:11	0:00:44	0:03:40
188	01/04/2013	34:54:38	0:00:05	0:00:02	0:00:01	0:00:03
189	01/04/2013	35:07:42	0:13:04	0:04:19	0:01:26	0:07:15
190	01/04/2013	35:13:48	0:06:05	0:02:00	0:00:40	0:03:23
191	01/04/2013	35:30:43	0:16:55	0:05:35	0:01:52	0:09:23
192	01/04/2013	35:32:35	0:01:52	0:00:37	0:00:12	0:01:02
193	01/04/2013	35:50:01	0:17:26	0:05:45	0:01:55	0:09:41
194	01/04/2013	36:01:31	0:11:30	0:03:48	0:01:16	0:06:23
195	01/04/2013	36:05:19	0:03:49	0:01:15	0:00:25	0:02:07
196	01/04/2013	36:18:54	0:13:35	0:04:29	0:01:30	0:07:32
197	01/04/2013	36:26:49	0:07:55	0:02:37	0:00:52	0:04:24
198	01/04/2013	36:44:19	0:17:29	0:05:46	0:01:55	0:09:42
199	01/04/2013	36:50:07	0:05:49	0:01:55	0:00:38	0:03:14
200	01/04/2013	37:04:14	0:14:07	0:04:39	0:01:33	0:07:50
201	01/04/2013	37:23:14	0:19:00	0:06:16	0:02:05	0:10:33
202	01/04/2013	37:36:50	0:13:36	0:04:29	0:01:30	0:07:33
203	01/04/2013	37:53:35	0:16:45	0:05:32	0:01:51	0:09:18
204	01/04/2013	38:09:10	0:15:34	0:05:08	0:01:43	0:08:39
205	01/04/2013	38:27:05	0:17:56	0:05:55	0:01:58	0:09:57
206	01/04/2013	38:42:33	0:15:28	0:05:06	0:01:42	0:08:35
207	01/04/2013	38:50:44	0:08:11	0:02:42	0:00:54	0:04:33

208	01/04/2013	39:00:43	0:09:59	0:03:18	0:01:06	0:05:33
209	01/04/2013	39:16:47	0:16:03	0:05:18	0:01:46	0:08:55
210	01/04/2013	39:26:50	0:10:04	0:03:19	0:01:06	0:05:35
211	01/04/2013	39:27:48	0:00:58	0:00:19	0:00:06	0:00:32
212	01/04/2013	39:39:38	0:11:49	0:03:54	0:01:18	0:06:34
213	01/04/2013	39:51:08	0:11:31	0:03:48	0:01:16	0:06:23
214	01/04/2013	39:57:22	0:06:13	0:02:03	0:00:41	0:03:27
215	01/04/2013	40:10:43	0:13:21	0:04:24	0:01:28	0:07:25
216	01/04/2013	40:18:59	0:08:16	0:02:44	0:00:55	0:04:35
217	01/04/2013	40:35:27	0:16:29	0:05:26	0:01:49	0:09:09
218	01/04/2013	40:40:12	0:04:44	0:01:34	0:00:31	0:02:38
219	01/04/2013	40:51:54	0:11:42	0:03:52	0:01:17	0:06:30
220	01/04/2013	40:52:29	0:00:35	0:00:12	0:00:04	0:00:19
221	01/04/2013	41:11:48	0:19:19	0:06:22	0:02:07	0:10:43
222	01/04/2013	41:15:49	0:04:01	0:01:19	0:00:26	0:02:14
223	01/04/2013	41:29:09	0:13:21	0:04:24	0:01:28	0:07:24
224	01/04/2013	41:34:38	0:05:29	0:01:49	0:00:36	0:03:03
225	01/04/2013	41:49:59	0:15:21	0:05:04	0:01:41	0:08:31
226	01/04/2013	42:01:21	0:11:22	0:03:45	0:01:15	0:06:18
227	01/04/2013	42:03:43	0:02:22	0:00:47	0:00:16	0:01:19
228	01/04/2013	42:10:48	0:07:05	0:02:20	0:00:47	0:03:56
229	01/04/2013	42:22:45	0:11:57	0:03:57	0:01:19	0:06:38
230	01/04/2013	42:32:56	0:10:11	0:03:22	0:01:07	0:05:39
231	01/04/2013	42:41:04	0:08:08	0:02:41	0:00:54	0:04:31
232	01/04/2013	43:00:59	0:19:55	0:06:34	0:02:11	0:11:03
233	01/04/2013	43:11:46	0:10:48	0:03:34	0:01:11	0:05:59
234	01/04/2013	43:29:06	0:17:20	0:05:43	0:01:54	0:09:37
235	01/04/2013	43:30:44	0:01:38	0:00:32	0:00:11	0:00:55
236	01/04/2013	43:45:44	0:15:00	0:04:57	0:01:39	0:08:19
237	01/04/2013	44:00:44	0:15:00	0:04:57	0:01:39	0:08:19
238	01/04/2013	44:25:44	0:25:00	0:08:15	0:02:45	0:13:53
239	01/04/2013	44:45:44	0:20:00	0:06:36	0:02:12	0:11:06
240	01/04/2013	45:00:44	0:15:00	0:04:57	0:01:39	0:08:19
241	01/04/2013	45:07:44	0:07:00	0:02:19	0:00:46	0:03:53
242	01/04/2013	45:18:44	0:11:00	0:03:38	0:01:13	0:06:06
243	01/04/2013	45:32:44	0:14:00	0:04:37	0:01:32	0:07:46
244	01/04/2013	45:40:44	0:08:00	0:02:38	0:00:53	0:04:26
245	01/04/2013	45:58:44	0:18:00	0:05:56	0:01:59	0:09:59
246	01/04/2013	46:10:44	0:12:00	0:03:58	0:01:19	0:06:40
247	01/04/2013	46:24:44	0:14:00	0:04:37	0:01:32	0:07:46
248	01/04/2013	46:35:44	0:11:00	0:03:38	0:01:13	0:06:06
249	01/04/2013	46:48:44	0:13:00	0:04:17	0:01:26	0:07:13
250	01/04/2013	47:05:44	0:17:00	0:05:37	0:01:52	0:09:26

251	01/04/2013	47:21:44	0:16:00	0:05:17	0:01:46	0:08:53
252	01/04/2013	47:33:44	0:12:00	0:03:58	0:01:19	0:06:40
253	02/04/2013	48:01:44	0:28:00	0:09:14	0:03:05	0:15:32
254	02/04/2013	48:13:44	0:12:00	0:03:58	0:01:19	0:06:40
255	02/04/2013	48:29:44	0:16:00	0:05:17	0:01:46	0:08:53
256	02/04/2013	48:48:44	0:19:00	0:06:16	0:02:05	0:10:33
257	02/04/2013	49:12:44	0:24:00	0:07:55	0:02:38	0:13:19
258	02/04/2013	49:27:44	0:15:00	0:04:57	0:01:39	0:08:19
259	02/04/2013	49:34:44	0:07:00	0:02:19	0:00:46	0:03:53
260	02/04/2013	49:53:44	0:19:00	0:06:16	0:02:05	0:10:33
261	02/04/2013	50:25:44	0:32:00	0:10:34	0:03:31	0:17:46
262	02/04/2013	50:47:44	0:22:00	0:07:16	0:02:25	0:12:13

Anexo 2. Datos de carga/descarga en números enteros

MINUTOS / SEGUNDOS EN NÚMEROS ENTEROS

TIEMPO DE CARGA(TOLVA)	SEGUNDOS TOLVA	TIEMPO DE TRÁNSITO	SEGUNDOS TRANSITO	TIEMPO DE DESCARGA	SEGUNDOS DESCARGA	TIEMPO TOTAL MINUTOS	TIEMPO TOTAL SEGUNDOS
2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
7	420	2	120	11	660	**20**	**1200**
1	60	0	0	1	60	**2**	**120**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
0	0	0	0	1	60	**1**	**60**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
7	420	2	120	11	660	**20**	**1200**
6	360	2	120	9	540	**17**	**1020**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
3	180	1	60	6	360	**10**	**600**
2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
0	0	0	0	1	60	**1**	**60**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
3	180	1	60	6	360	**10**	**600**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**

0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
0	0	0	0	2	120	**2**	**120**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
1	60	0	0	1	60	**2**	**120**
0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
3	180	1	60	6	360	**10**	**600**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
7	420	2	120	11	660	**20**	**1200**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
3	180	1	60	4	240	**8**	**480**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
6	360	2	120	8	480	**16**	**960**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
2	120	1	60	5	300	**8**	**480**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
0	0	0	0	1	60	**1**	**60**
1	60	0	0	1	60	**2**	**120**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**

5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
1	60	0	0	1	60	**2**	**120**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
3	180	1	60	4	240	**8**	**480**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
7	420	2	120	11	660	**20**	**1200**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
3	180	1	60	6	360	**10**	**600**
2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
0	0	0	0	1	60	**1**	**60**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
1	60	0	0	1	60	**2**	**120**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
4	240	1	60	8	480	**13**	**780**

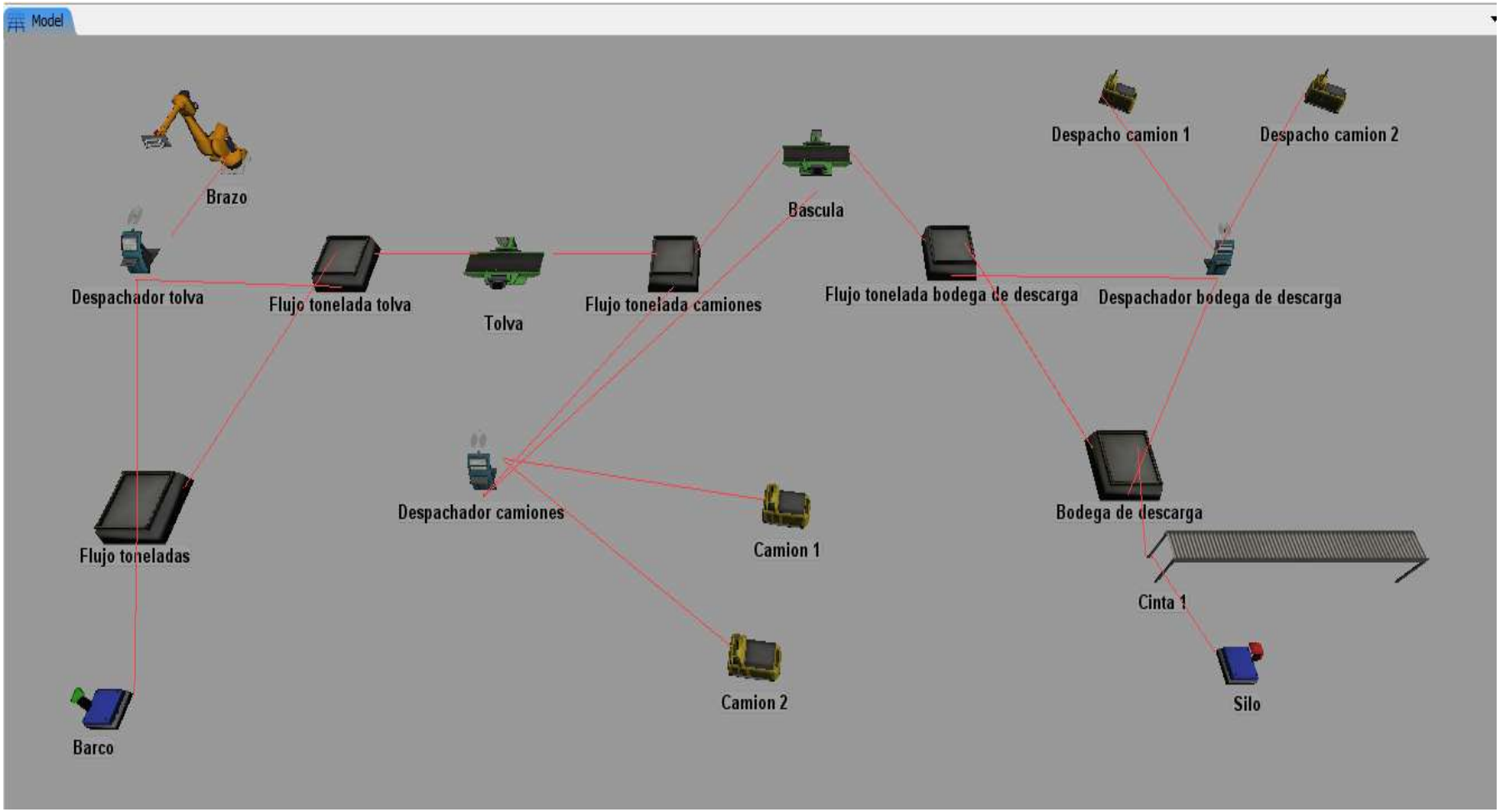
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
3	180	1	60	4	240	**8**	**480**
1	60	0	0	1	60	**2**	**120**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
1	60	0	0	1	60	**2**	**120**
4	240	0	0	7	420	**11**	**660**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
4	240	1	60	8	480	**13**	**780**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
7	420	2	120	11	660	**20**	**1200**
3	180	1	60	4	240	**8**	**480**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
1	60	0	0	1	60	**2**	**120**
7	420	2	120	11	660	**20**	**1200**
7	420	2	120	11	660	**20**	**1200**
0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
3	180	1	60	4	240	**8**	**480**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
3	180	1	60	6	360	**10**	**600**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
3	180	1	60	6	360	**10**	**600**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
0	0	0	0	1	60	**1**	**60**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
3	180	1	60	6	360	**10**	**600**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**

2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
3	180	1	60	6	360	**10**	**600**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
7	420	2	120	11	660	**20**	**1200**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
7	420	2	120	11	660	**20**	**1200**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
7	420	2	120	11	660	**20**	**1200**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
6	360	2	120	9	540	**17**	**1020**
1	60	0	0	1	60	**2**	**120**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
4	240	2	120	8	480	**14**	**840**
3	180	1	60	4	240	**8**	**480**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
4	240	2	120	8	480	**14**	**840**
6	360	2	120	9	540	**17**	**1020**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
1	60	1	60	6	360	**8**	**480**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
3	180	1	60	6	360	**10**	**600**

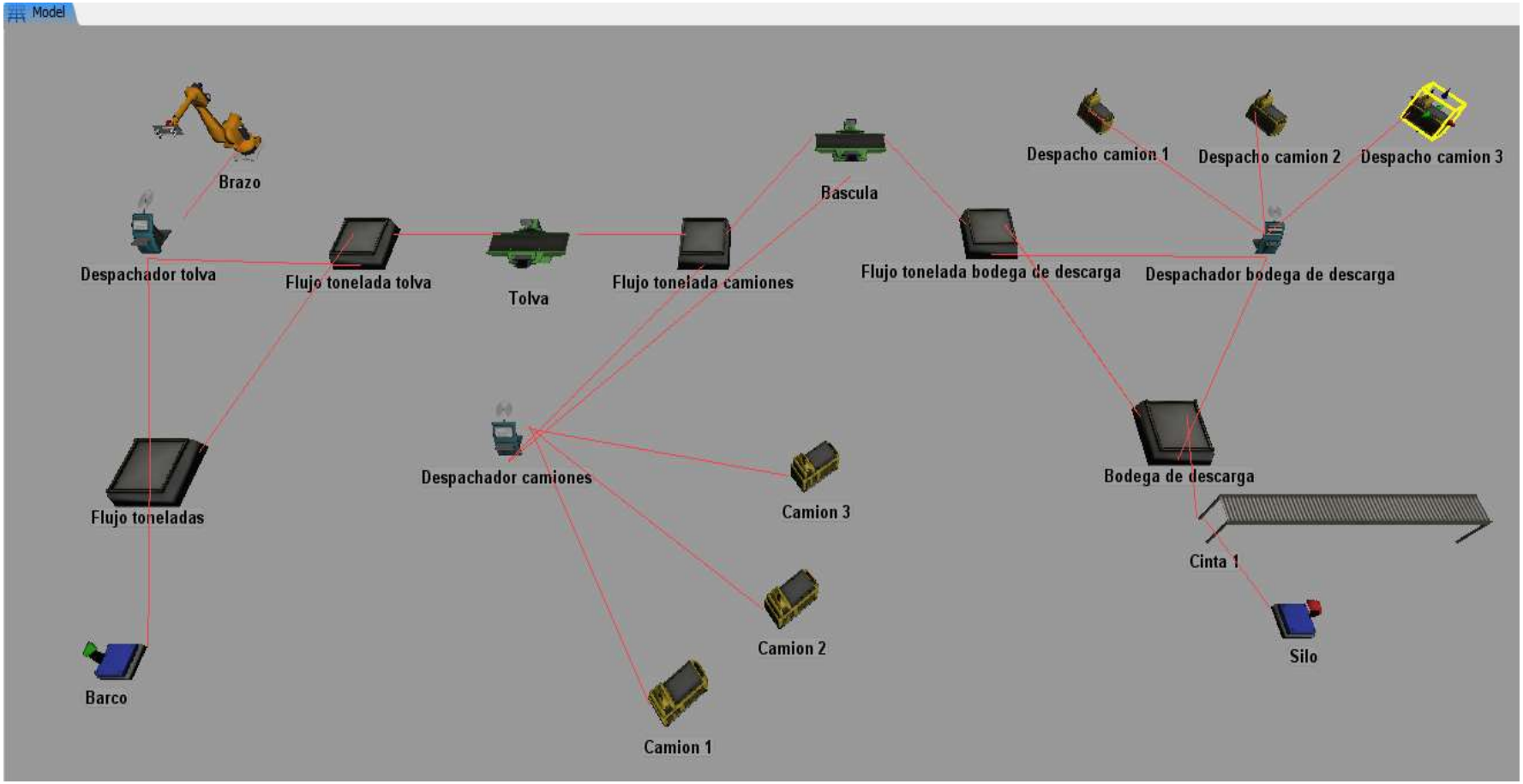
0	0	0	0	1	60	**1**	**60**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
1	60	0	0	2	120	**3**	**180**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
2	120	1	60	3	180	**6**	**360**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
1	60	0	0	1	60	**2**	**120**
2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
3	180	1	60	6	360	**10**	**600**
3	180	1	60	5	300	**9**	**540**
7	420	2	120	11	660	**20**	**1200**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
1	60	0	0	1	60	**2**	**120**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
8	480	3	180	14	840	**25**	**1500**
7	420	2	120	11	660	**20**	**1200**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
5	300	2	120	8	480	**14**	**840**
3	180	1	60	4	240	**8**	**480**
6	360	2	120	10	600	**18**	**1080**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
4	240	2	120	8	480	**14**	**840**
4	240	1	60	6	360	**11**	**660**
4	240	1	60	7	420	**13**	**780**
6	360	2	120	9	540	**17**	**1020**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
9	540	3	180	16	960	**28**	**1680**

4	240	1	60	7	420	**12**	**720**
5	300	2	120	9	540	**16**	**960**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
8	480	3	180	13	780	**24**	**1440**
5	300	2	120	8	480	**15**	**900**
2	120	1	60	4	240	**7**	**420**
6	360	2	120	11	660	**19**	**1140**
11	660	4	240	18	1080	**32**	**1920**
7	420	2	120	12	720	**22**	**1320**
962	**57720**	**316**	**18960**	**1626**	**97560**	**2904**	**174240**

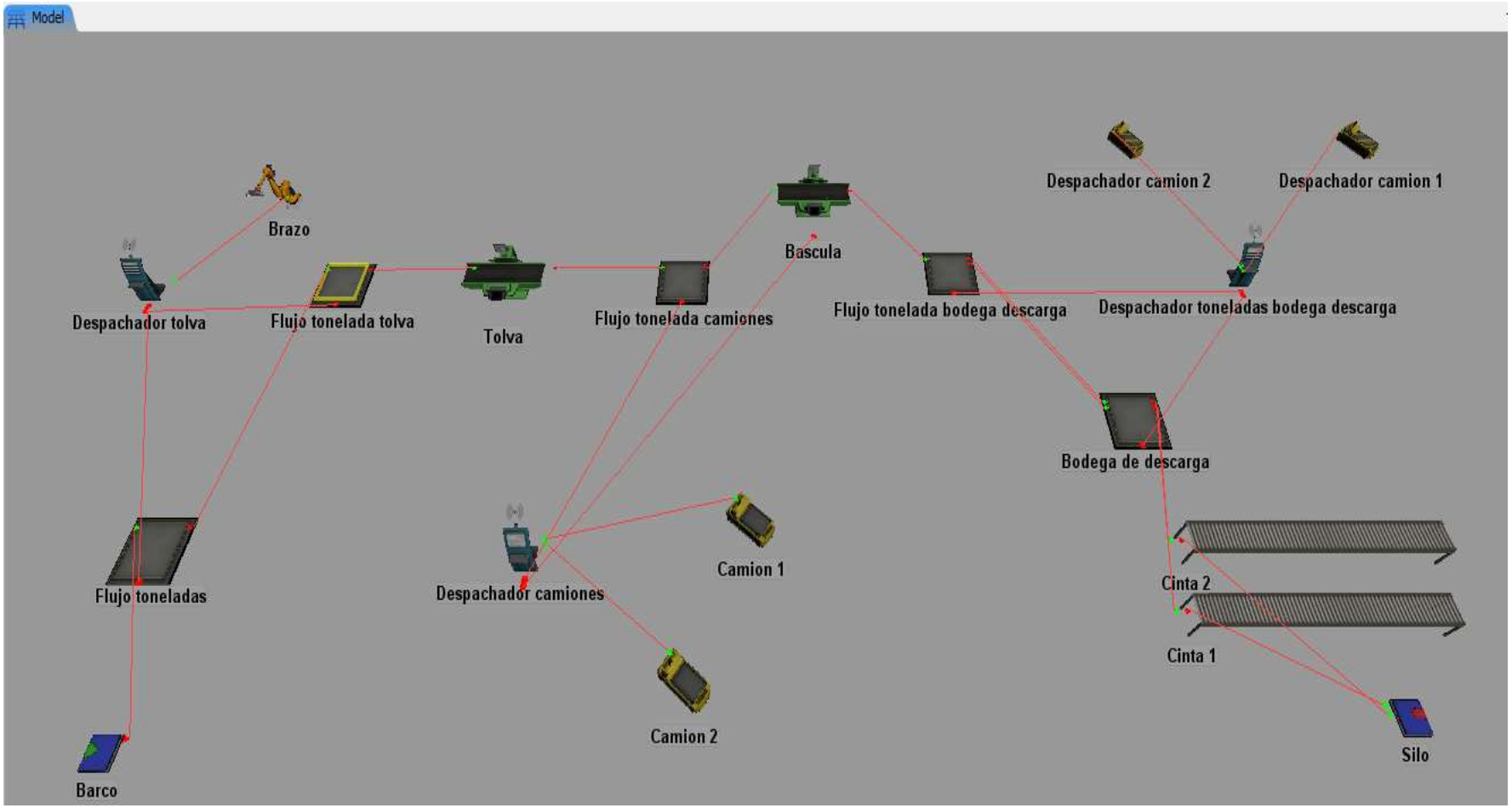
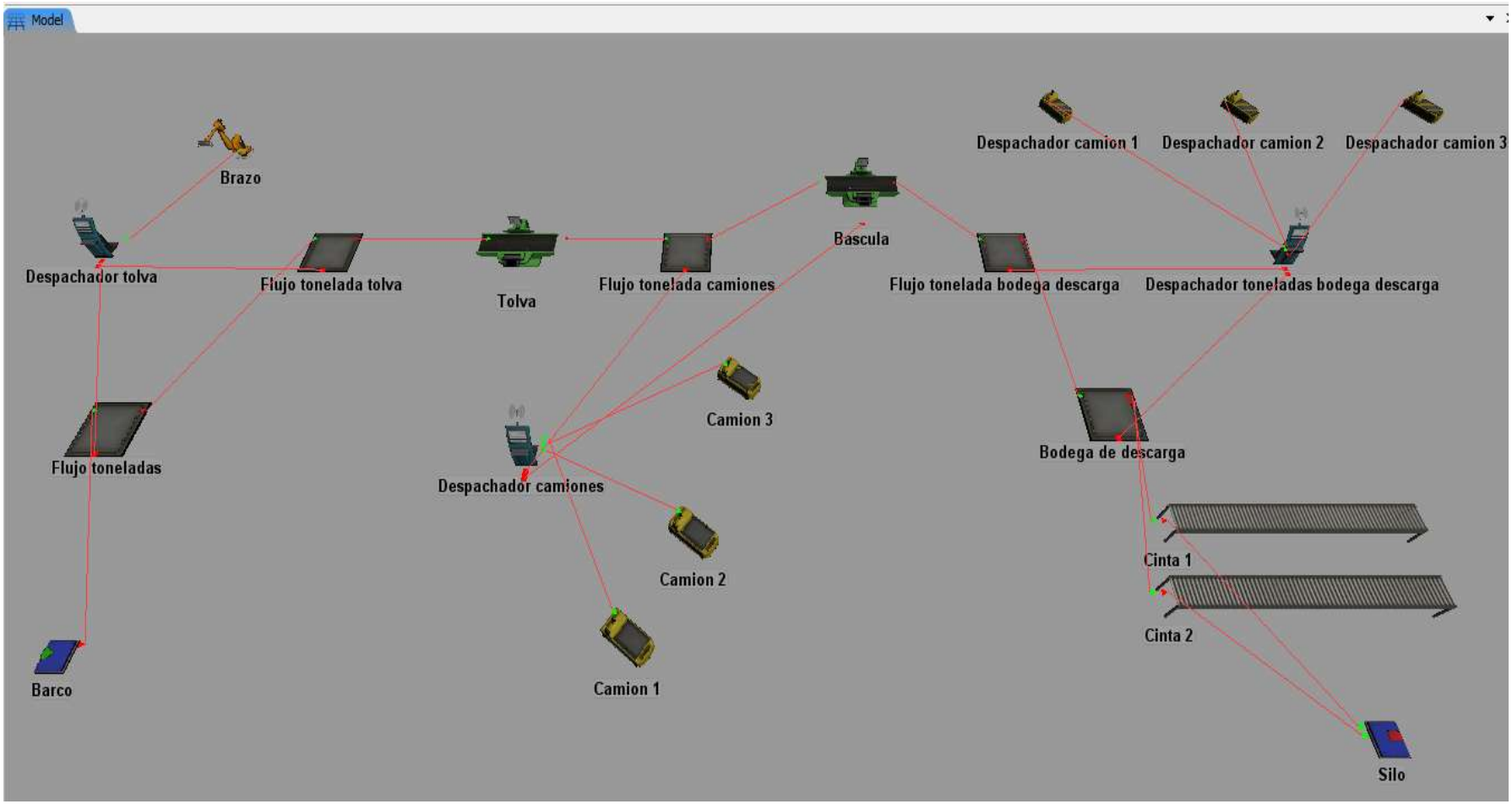
Anexo 3. Escenario 1 (actual) modelo con 2 camiones y 1 cinta transportadora



Anexo 4. Modelo escenario 2 actual con 3 camiones y 1 cinta transportadora



Anexo 5. Modelo escenario 3 actual con 2 camiones y 2 cintas transportadoras



Anexo 6. Modelo escenario 4 con 3 camiones y 2 cintas transportadoras