ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Identificación y Eliminación de restricciones en un Proceso de Ingreso y Salida de Contenedores de un puerto, empleando un Modelo de Simulación"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Presentada por:

Gladys Maricela Quirola Molina

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de alguna forma colaboraron con la realización de este trabajo.

Al Ing. Samuel Ramirez y el personal de Naportec por permitirme desarrollar mi tesis en la empresa y al Ing. Marcos Buestán Director de Tesis por su valiosa ayuda.

DEDICATORIA

A Dios,

Mis Padres

Y todas las personas que han contribuido para que esta meta se haga realidad

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Marcos Buestán B.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Denisse Rodríguez Z.
VOCAL

Ing. Jorge Abad M.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

_____

Gladys Maricela Quirola Molina

RESUMEN

El presente trabajo ha sido desarrollado en un puerto bananero de la ciudad de Guayaquil, el cual tiene como proceso principal la exportación de fruta al exterior.

Para que este proceso sea llevado a cabo es necesario que los contenedores vacíos salgan a las fincas, donde la fruta es cortada y colocada dentro del contenedor, para luego un transportista traer la carga hasta el puerto y que sea embarcada y exportada.

Los altos tiempos que mantienen los vehículos que desean dejar o recibir un contenedor en el puerto, es causa de reiteradas quejas por parte de los clientes, además de la frecuencia con la que se presentan largas colas fuera de la Terminal, impidiendo el paso de vehículos particulares y obstruyendo en tránsito vehicular a los habitantes del sector.

Es por esto que el presente trabajo se enfoca al proceso de ingreso y salida de contenedores del puerto que permita identificar el cuello de botella del

proceso para luego plantear mejoras que ayuden a disminuir o eliminar su acción

Para el desarrollo del análisis de las operaciones e identificación de la operación restrictiva, se ha dividido la tesis en tres etapas:

Toma de tiempos de la Situación Actual, donde la información que se obtenga servirá de input para un modelo de simulación que será elaborado por un experto contratado por la compañía y sirva como herramienta para identificar el cuello de botella.

Desarrollo de un Estudio de Movimientos que permita analizar la operación restrictiva y así establecer medidas correctivas que ayuden a eliminar la restricción identificada o al menos reducir su acción sobre el sistema

Validación de las Mejoras, esta etapa consistirá en incluir las mejoras al modelo de simulación previo para obtener nuevos resultados, que luego serán comparados con los resultados iniciales para finalmente elaborar pruebas de hipótesis que ayuden a comprobar estadísticamente que las mejoras planteadas han ayudado a la reducción de los tiempos y Eliminación del cuello de botella.

Con la aplicación de este estudio se pretende conseguir una mejor atención a los transportistas y clientes del puerto, que en muchas ocasiones se inclinan por una operación eficaz y que en la actualidad marca la diferencia frente a la gran competencia que existe en la ciudad.

ABREVIATURAS

RTG	Rubber Tired Granty - Grúa Pórtica de Llantas de Goma
EIR	Equipment Interchange Receipt – Recepción e Intercambio de Equipo
GENSET	Generation Set – Unidad de Generación de Corriente

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN..... II

ABREVIATURAS IV

ÍNDICE GENERAL..... V

ÍNDICE DE FIGURAS..... VIII

ÍNDICE DE TABLAS..... X

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN..... 2

    1.1. Antecedentes..... 2

    1.2. Objetivo general de la Tesis..... 4

    1.3. Objetivos Específicos..... 4

    1.4. Metodología 5

CAPITULO 2

2. PROCESO DE INGRESO Y SALIDA DE CONTENEDORES AL PUERTO 7

    2.1. Descripción del Proceso de Ingreso de Contenedores Llenos 9

    2.2. Descripción del Proceso de Salida de Contenedores Vacíos 15

    2.3. Conclusiones 21

CAPITULO 3

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL 22

3.1. Preparación para la toma de tiempos 23

3.2. Resultados de la toma de tiempos 25

3.2.1. Resultados del Ingreso de Contenedores Llenos 26

3.2.2. Resultados de la Salida de Contenedores vacíos 27

3.3. Descripción del Modelo de Simulación elaborado previamente .. 29

3.3.1. Descripción de la Herramienta de Simulación 29

3.3.2. Descripción del Modelo 31

3.4. Establecimiento del número de réplicas 33

3.4.1. Identificación de Indicadores y Estadísticos 36

3.4.2. Cálculo del número de réplicas 38

3.5. Análisis de los Resultados 40

3.6. Conclusiones 48

CAPITULO 4

4. ANÁLISIS DEL CUELLO DE BOTELLA 50

4.1. Descripción Detallada del Proceso de Atención de las Garitas ... 51

4.2. Análisis de Tiempos y Movimientos de la Situación Actual 55

4.2.1. Turnos del Personal 57

4.2.2. Documentos utilizados 57

4.3. Propuestas de Mejora 63

4.4. Análisis de Tiempos y Movimientos de la Situación propuesta … 67

4.5. Conclusiones ……. 70

CAPÍTULO 5

5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS MEJORAS, EMPLEANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN …….. 71

5.1. Aplicación de cambios en el Modelo de Simulación …….. 72

5.1.1. Análisis de las Distribuciones de Probabilidad del Tiempo de Servicio en la Garita de Ingreso ……. 72

5.2. Establecimiento del número de réplicas para el Modelo propuesto …… 74

5.3. Aplicación del Modelo y Análisis de los Resultados …….. 76

5.4. Comparación entre el modelo actual y el propuesto …….. 84

5.5. Conclusiones …… 93

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES …… 95

6.1. Conclusiones ……. 95

6.2. Recomendaciones …… 97

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Diagrama de Flujo del Proceso de Ingreso de Contenedores Llenos	9
Figura 2.2	Almacenamiento en Stacking	13
Figura 2.3	Almacenamiento sobre Chasis	14
Figura 2.4	Diagrama de Flujo del Proceso de Salida de Banano	15
Figura 2.5	Diagrama de Flujo del Proceso de Salida de Carga General	16
Figura 2.6	Diagrama de Recorrido para el Ingreso de Contenedores Cargados	20
Figura 3.1.	Gráfico del Modelo de Simulación Previo	32
Figura 3.2.	Gráfico de Concentración de Tiempos para el Escenario Con Buque – Día	41
Figura 3.3.	Gráfico de Concentración de Tiempos para el Escenario Con Buque – Noche	43
Figura 3.4.	Gráfico de Concentración de Tiempos para el Escenario Sin Buque – Día	45
Figura 3.5.	Gráfico de Concentración de Tiempos para el Escenario Sin Buque – Día	47
Figura 4.1.	Vista desde el exterior del puerto	51
Figura 4.2.	Diagrama de flujo del Micro-Proceso de atención de las garitas	54
Figura 4.3.	Diagrama de Actividades Simultáneas	56
Figura 4.4.	Formato Actual de EIR	59
Figura 4.5.	Formato de Hoja de Ruta	61
Figura 4.6.	Formato de Manifiesto de Producción	62
Figura 4.7.	Plano de Estaciones de Trabajo Actual y Propuesta	64
Figura 4.8.	Formato EIR Propuesto	66
Figura 4.9.	Frecuencia de arribos de contenedores al puerto	69
Figura 5.1.	Distribución de Probabilidad de la Atención de Garita de Entrada en el Turno de Día	73
Figura 5.2.	Distribución de Probabilidad de la Atención de Garita de Entrada en el Turno de Noche	73
Figura 5.3.	Nuevo Gráfico de Concentración de Tiempos para el Escenario Con Buque – Día	77
Figura 5.4.	Nuevo Gráfico de Concentración de Tiempos para el Escenario Con Buque – Noche	79
Figura 5.5.	Nuevo Gráfico de Concentración de Tiempos para el Escenario Sin Buque – Día	81

Figura 5.6. Nuevo Gráfico de Concentración de Tiempos para el Escenario Sin Buque – Noche …….. 83
Figura 6.1. Vista Superior de Garitas Actual …..……... 91
Figura 6.2. Vista Superior de Garitas Propuesta ……...…… 99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1.	Escenarios Planteados para el Modelo ……	26
Tabla 3.2.	Tiempos de Ciclo del Ingreso de Contenedores, Escenario Sin Buque ……	26
Tabla 3.3.	Tiempos de Ciclo del Ingreso de Contenedores Escenario Con Buque ……..……	27
Tabla 3.4.	Tiempos de Ciclo del Proceso de Salida de Contenedores Escenario Con Buque ……	28
Tabla 3.5.	Tiempos de Ciclo del Proceso de Salida de Contenedores Escenario Sin Buque ……..	28
Tabla 3.6.	Desviación Estándar por Escenario …….	39
Tabla 3.7.	Número de Réplicas por Escenario …….	39
Tabla 3.8.	Tiempos Promedio por Actividad del Escenario Con Buque Día ……..	41
Tabla 3.9.	Porcentaje de Utilización de la Operación para el Escenario Con Buque Día ……	42
Tabla 3.10.	Tiempos Promedio por Actividad del Escenario Con Buque Noche ……	43
Tabla 3.11.	Porcentaje de Utilización de la Operación para el Escenario Con Buque Noche ……..	44
Tabla 3.12.	Tiempos Promedio por Actividad del Escenario Sin Buque Día ……..	45
Tabla 3.13.	Porcentaje de Utilización de la Operación para el Escenario Con Buque Noche ……..	46
Tabla 3.14.	Tiempos Promedio por Actividad del Escenario Sin Buque Día ……..	47
Tabla 3.15.	Porcentaje de Utilización de la Operación para el Escenario Con Buque Noche ……..	48
Tabla 4.1.	Distribución del Personal por Turnos ……..	57
Tabla 4.2.	Distribución de Actividades por Digitador ……	63
Tabla 4.3.	Resultados de la segunda Toma de Tiempos ……	67
Tabla 4.4	Distribución Propuesta del Personal por Turnos ……	70
Tabla 5.1.	Nueva Desviación Estándar por Escenario ……	75

Tabla 5.2.	Nuevo Número de Réplicas por Escenario ……	76
Tabla 5.3.	Nuevos Tiempos Promedio por Actividad del Escenario Con Buque Día ……..……..	77
Tabla 5.4.	Nuevo Porcentaje de Utilización de la Operación para el Escenario Con Buque Día ……..……...	78
Tabla 5.5.	Nuevos Tiempos Promedio por Actividad del Escenario Con Buque Noche ……...	79
Tabla 5.6.	Nuevo Porcentaje de Utilización de la Operación para el Escenario Con Buque Noche ……...	80
Tabla 5.7.	Nuevos Tiempos Promedio por Actividad del Escenario Sin Buque Día ……..……..	81
Tabla 5.8.	Nuevo Porcentaje de Utilización de la Operación para el Escenario Sin Buque Día ……..	82
Tabla 5.9.	Nuevos Tiempos Promedio por Actividad del Escenario Sin Buque Noche ……...	83
Tabla 5.10.	Nuevo Porcentaje de Utilización de la Operación para el Escenario Sin Buque Noche …….	84
Tabla 5.11.	Comparación de Tiempos entre el Modelo Actual y Propuestos del Escenario Con Buque Día ……..	85
Tabla 5.12.	Comparación de Tiempos entre el Modelo Actual y Propuesto del Escenario Con Buque Noche ……..……..	86
Tabla 5.13.	Comparación de Tiempos entre el Modelo Actual y Propuesto del Escenario Sin Buque Día ……...	87
Tabla 5.14.	Comparación de Tiempos entre el Modelo Actual y Propuesto del Escenario Sin Buque Noche ……..	88
Tabla 5.15.	Diferencias entre Modelo Anterior y Propuesto …….	89
Tabla 5.16.	Resultados de la Prueba de Hipótesis del Escenario Con Buque Día ……..	90
Tabla 5.17.	Resultados de la Prueba de Hipótesis del Escenario Con Buque Noche ……...	91
Tabla 5.18.	Resultados de la Prueba de Hipótesis del Escenario Sin Buque Día ……..	91
Tabla 5.19.	Resultados de la Prueba de Hipótesis del Escenario Sin Buque Noche ……...	92
Tabla 5.20.	Diferencia de Tiempos entre Modelo Actual y Propuesto…..	94