

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas**



*Facultad de*  
**Ciencias Sociales  
y Humanísticas**



**“ANÁLISIS DEL EMBARQUE DE BANANO  
CONTENEDORIZADO DE EXPORTACIÓN”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa la obtención del Título de:**

**INGENIERA EN NEGOCIOS INTERNACIONALES**

**Presentado por:**

**SORAYA ISABEL RECALDE VERA**

**FANNY YAMEL SANABRIA QUIÑONEZ**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2015**

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios porque de Él proviene toda la sabiduría y sin Él nada de esto hubiera sido posible.

También a nuestro director de tesis M. Sc. Washington Martínez, por toda la dedicación, valioso tiempo y paciencia que nos ha brindado como guía principal para el desarrollo de este trabajo.

A nuestras familias por todo el apoyo incondicional que nos han dado durante toda nuestra vida.

Y a los SPSZ, amigos verdaderos porque siempre nos apoyamos los unos a los otros.

## DEDICATORIAS

A Dios por guiarme en todo momento, mis padres, hermano y prima por apoyarme siempre.

Soraya Isabel Recalde Vera

## DEDICATORIAS

A Dios y a mi familia.

Fanny Yamel Sanabria Quiñonez

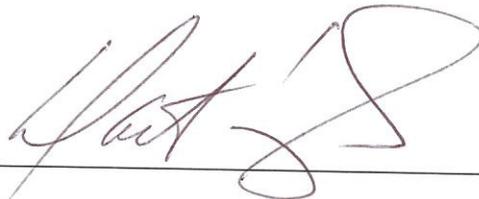
**TRIBUNAL DE TITULACIÓN**



---

M.Sc. Felipe Álvarez Ordoñez

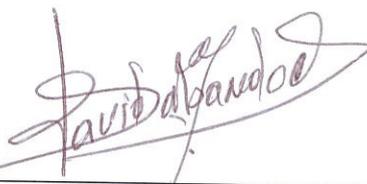
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



---

D. Sc. Washington Martínez García

**DIRECTOR DE TESIS**



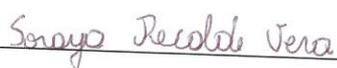
---

Ph. D. David Sabando Vera

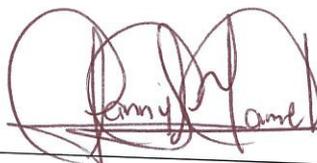
**VOCAL PRINCIPAL**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”



Soraya Isabel Recalde Vera



Fanny Yamel Sanabria Quiñonez

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	ii
DEDICATORIAS .....	iii
TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	v
DECLARACIÓN EXPRESA .....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	vii
RESUMEN .....	x
ÍNDICE DE CUADROS .....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ABREVIATURAS.....	xiv
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.1.1 Historia del banano en el Ecuador.....	1
1.1.2 El banano en la economía ecuatoriana .....	1
1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	3
1.2.1 Características operacionales de la empresa .....	4
1.2.2 Descripción de las actividades del procesamiento de pedido de la empresa.....	5
1.2.3 Actividades del procesamiento de pedido .....	9
1.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	10
1.3.1 Manejo de la información.....	10
1.3.2 Programas informáticos.....	11
1.4 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	12
1.5 IMPORTANCIA DEL TRABAJO .....	12
1.6 OBJETIVOS .....	13
1.6.1 Objetivo General .....	13
1.6.2 Objetivos específicos.....	13
1.7 ALCANCE DEL TRABAJO.....	13
CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA .....	15
2.1 MÉTODO DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS .....	15
2.1.1 Modelo PERT/CPM .....	16

2.1.2 Probabilidad/Niveles de confianza de terminación de un proyecto .....	18
2.2 GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS A USAR.....	19
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA .....	21
3.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO .....	21
3.2 MÉTODO PARA ENCONTRAR LAS ACTIVIDADES DEL PROCESAMIENTO DE PEDIDO .....	21
3.3 MÉTODO PERT/CPM.....	22
3.4 ACTIVIDADES DEL PROCESAMIENTO DE PEDIDO.....	25
3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES .....	26
3.6 NOTACIÓN DE LAS VARIABLES .....	30
3.7 ESQUEMA DEL MÉTODO PERT/CPM .....	31
3.8 ESQUEMA PARA OBTENER LA RED PERT PARA TIEMPOS INCIERTOS.....	32
3.9 ESQUEMA PARA OBTENER LOS TIEMPOS MÁS CERCANOS.....	33
3.10 ESQUEMA PARA OBTENER LOS TIEMPOS MÁS LEJANOS.....	33
3.11 ESQUEMA PARA OBTENER LOS TIEMPOS DE HOLGURA.....	34
3.12 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.13 TERMINOLOGÍA EMPLEADA.....	35
CAPÍTULO 4: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA .....	36
4.1 LINEAMIENTOS GENERALES.....	36
4.2 SELECCIÓN DE LAS OBSERVACIONES DE FORMA ALEATORIA.....	37
4.3 ESTIMACIÓN DE LOS DATOS DE TIEMPO DE LAS ACTIVIDADES .....	39
4.4 RED PERT PARA TIEMPOS INCIERTOS.....	42
4.5 RED PERT/CPM.....	43
4.6 CÁLCULO DE LA RUTA CRÍTICA.....	44
4.6.1 Tiempos más cercanos de terminación y tiempos más lejanos de iniciación.....	44
4.6.2 Tiempos de holgura .....	45
4.7 PROBABILIDAD EN EL TIEMPO DE CULMINACIÓN .....	46
4.8 INDICADOR DE GESTIÓN DE PEDIDO .....	47
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	48
5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS.....	48
5.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE TIENEN DEPENDENCIA DE FACTORES EXTERNOS .....	51
5.3 PORCENTAJE DE ENTREGAS COMPLETAS.....	52

5.4	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DIARIAS.....	52
5.5	DIAGRAMA DE GANTT .....	55
	CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES .....	57
	REFERENCIAS.....	58
	ANEXOS .....	60
	Anexo 1 Modelos de los documentos que se presentan en el procesamiento de pedido	60
	Anexo 2 Proceso de embalaje del banano .....	63
	Anexo 3 Productos que exporta Banaexpo S.A. al mercado estadounidense.....	64
	Anexo 4 Calendario de embarque por buque arribado .....	65
	Anexo 5 Datos de las variables .....	66

## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo en primer lugar describir las actividades del procesamiento de pedido del banano ecuatoriano contenedorizado de exportación para luego concretar los tiempos estas actividades. Para lograr esto, se aplica el modelo PERT/CPM, siglas que significan Técnica de Evaluación y Revisión de Programas y Método de la Ruta Crítica. Modelo que ha demostrado ser el ideal para diagramar actividades en orden, con relación de precedencias y estimación de tiempos, de manera que se puedan conocer las actividades que afectan en mayor nivel la duración total del proceso. En el primer capítulo se hace una explicación de la historia y la situación actual del banano, cómo ha sido su desarrollo como producto estrella de las exportaciones ecuatorianas y cifras que indican la importancia del banano en la economía actual. Así mismo, más específicamente se realiza un análisis de las actividades de la empresa objeto de estudio; luego se define el problema y los objetivos, en el segundo capítulo se realiza la revisión de literatura, es decir, se describen los diferentes trabajos que han realizado diferentes autores en cuanto al modelo PERT/CPM, el procesamiento de pedido y los sistemas de información, y de este modo en el tercer capítulo se procede a tomar esos conocimientos y explicar la metodología que se usa, es decir los pasos para formar la red y encontrar la ruta crítica y las variables para en el capítulo cuatro aplicar dicha metodología; se comienza explicando cómo se seleccionan las observaciones y así mediante diferentes cálculos realizados en tablas de excel se obtiene la ruta crítica y la probabilidad de terminar el proceso en tiempos determinados. Finalmente en el capítulo cinco se realiza el análisis de los resultados obtenidos y se realiza la descripción de las variables de la ruta crítica con un cronograma de actividades diarias planteando la situación real del procesamiento de pedido y se calcula el indicador de gestión de pedido para averiguar el porcentaje de embarques que no llevan pedidos completos. Como conclusión se obtuvo que para un embarque de banano con un promedio de 184 contenedores el tiempo del procesamiento de pedido para un contenedor es de 29 horas con 40 segundos siendo esto 3 días laborables con 5 horas, además se halló que las actividades críticas para las diecisiete actividades del procesamiento del pedido de Banaexpo S.A. son catorce.

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Destino de las exportaciones del banano ecuatoriano, 2014.....	2
Cuadro 2: Compañías exportadoras de banano en el Ecuador, 2014.....	3
Cuadro 3: Actividades del procesamiento de pedido de Banaexpo S.A.....	10
Cuadro 4: Actividades del procesamiento de Banaexpo S.A.....	26
Cuadro 5: Esquema de tiempos promedios de las actividades de Banaexpo S.A.....	31
Cuadro 6: Esquema de la red Pert para tiempos inciertos.....	32
Cuadro 7: Esquema de tiempos más cercanos.....	33
Cuadro 8: Esquema de tiempos más lejanos.....	34
Cuadro 9: Esquema de tiempos de holgura.....	35
Cuadro 10: Selección de las observaciones.....	37
Cuadro 11: Cantidad exportada de Banaexpo S.A.....	38
Cuadro 12: Tiempos promedios en horas de las actividades.....	41
Cuadro 13: Tiempos inciertos de las actividades en hora.....	42
Cuadro 14: Tiempo más cercano de terminación en horas.....	44
Cuadro 15: Tiempo más lejano de iniciación en horas.....	45
Cuadro 16: Tiempos de holgura para las actividades dadas en horas.....	46
Cuadro 17: Desviación estándar de las actividades de la ruta crítica.....	47
Cuadro 18: Probabilidad de tiempo en T.....	47
Cuadro 19: Cuadro de tiempos de Banaexpo S.A.....	55

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ejemplo de la red PERT/CPM.....	20
Ilustración 2: Red PERT/CPM del procesamiento de pedido de Banaexpo S.A.....	43
Ilustración 3: Distribución de la probabilidad de las actividades.....	48
Ilustración 4: Razones de entrega de pedidos incompletos.....	52
Ilustración 5: Cronograma de actividades diarias.....	54
Ilustración 6: Diagrama de Gantt de las actividades de Banaexpo S.A.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Puertos de donde se exporta el banano ecuatoriano, 2014.....	2
Tabla 2: Diferencia entre media y tiempo esperado.....	49

**ABREVIATURAS**

AEBE	Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador
AISV	Autorización de Ingreso y Salida Vehicular
AUCP	Autorización Única de Control Previo
BCE	Banco Central del Ecuador
CPM	Crithical Path Method
DAE	Declaración Aduanera de Exportación
FOB	Free on Board
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
PERT	Project Evaluation and Review Technique
SRI	Servicio de Rentas Internas
SENAE	Servicio Nacional de Aduana del Ecuador

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se indicará la importancia que tiene el banano en las exportaciones, se presentará la situación actual y el problema de la empresa objeto de estudio. También se mostrará los objetivos y alcance de la tesis.

### **1.1 ANTECEDENTES**

En ésta sección se conocerá la historia del banano ecuatoriano y sus inicios en el Ecuador, se presentará información estadística sobre las exportaciones del banano a través del volumen de exportación en número de cajas por destino de exportación, por puertos de donde se exporta la fruta y por compañías de exportación.

#### **1.1.1 Historia del banano en el Ecuador**

La Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador (2010) relata que en el Ecuador el boom bananero comenzó en 1944 a causa de un huracán en la Costa del Caribe que destruyó las plantaciones de banano en los países productores de Centro América, es así como el gobierno de Galo Plazo invirtió en los cultivos de esta fruta para la exportación

#### **1.1.2 El banano en la economía ecuatoriana**

Según los datos del Banco Central del Ecuador (2015) el banano y el plátano fueron componentes importantes de las exportaciones no petroleras del año 2014 con el 10.7% recaudando \$253.0 millones de dólares.

La Asociación de Exportadores de Banano Ecuatoriano (2014) reportó que en el año 2014 el sector bananero exportó la cantidad de 298'060.747 cajas de banano.

El cuadro 1.1 presenta el volumen de exportación por destino del banano ecuatoriano del año 2014, en donde el volumen está dado en número de cajas y se muestra el porcentaje de participación que tiene cada destino con respecto al total.

Cuadro 1.1 Destino de las exportaciones del banano ecuatoriano, 2014

	VOLUMEN	%
MAR DEL NORTE / BALTICO	76.391.274	25,63
RUSIA	66.553.529	22,33
ESTADOS UNIDOS	44.710.461	15,00
MEDIO ORIENTE	29.458.156	9,88
EUROPA DEL ESTE	23.250.549	7,80
CONO SUR	21.860.549	7,33
MEDITERRANEO	16.884.534	5,66
ORIENTE	13.442.386	4,51
AFRICA	3.191.207	1,07
OCEANIA	2.318.102	0,78
<b>TOTAL</b>	<b>298.060.747</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Asociación de Exportadores de Banano Ecuatoriano

El mayor destino de las exportaciones del banano ecuatoriano para el año 2014 es Mar del Norte / Báltico con una participación del 25,63% del total de las exportaciones.

Los puertos de donde se exporta el banano siendo los más representativos los que están situados en la provincia del Guayas y El Oro.

La tabla 1.1 muestra por puertos de donde se exporta el banano con el número de cajas exportadas y su porcentaje con respecto al total del año 2014

Tabla 1.1 Puertos de donde se exporta el banano ecuatoriano, 2014

Puerto	Pto. Guayaquil	Pto. Bolivar	Pto. Manta	TOTAL
Cajas	223.358.070	74.702.677	-	298.060.747
%	74,94	25,06	-	100

Fuente: Asociación de Exportadores de Banano Ecuatoriano

La mayor cantidad de cajas de banano se exporta por los puertos de Guayaquil teniendo una participación del 74,94% del total de las exportaciones.

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2012) en el Ecuador la cifra de las exportadoras de banano que estaban autorizadas para trabajar como tales eran 333 para el año 2012; pero es así como solo 181 compañías son las que han registrado operaciones.

El cuadro 1.2 presenta las exportaciones por compañías mostrando las veinte nueve primeras compañías exportadoras de un total aproximado de trecientas compañías, con el total de cajas exportadas y con su respectivo porcentaje con respecto al total del año 2014.

Cuadro 1.2 Compañías exportadoras de banano en el Ecuador, 2014

	COMPANIA	Total	%
1	Ubesa	29.860.061	10,02
2	Truisfruit	17.154.511	5,76
3	Reybanpac	14.349.195	4,81
4	Comersur	11.882.524	3,99
5	Asoagribal	10.198.921	3,42
6	Oro Banana	9.346.971	3,14
7	Coragrofrut	8.818.378	2,96
8	Ecuagreenprodex	7.671.652	2,57
9	Sabrostar Fruit	7.473.094	2,51
10	Brundicorpi	7.398.517	2,48
11	Exbafruc	6.042.437	2,03
12	Banacali	5.786.946	1,94
13	Tropical Fruit Export	5.181.171	1,74
14	Trinyfresh	5.009.522	1,68
15	Cabaqui	4.372.850	1,47
16	Sentilver	4.197.991	1,41
17	Exbaoro	4.085.020	1,37
18	Fanalba	4.075.384	1,37
19	Exportsweet	4.022.001	1,35
20	Frutadeli	3.842.077	1,29
21	Asisbane	3.698.535	1,24
22	Banadecsa	3.610.049	1,21
23	Delindecsa	3.580.178	1,20
24	Exp. Soprisa	3.560.192	1,19
25	Don Carlos Fruit	3.412.891	1,15
26	Banacalm	3.395.776	1,14
27	Fruta Rica	3.241.113	1,09
28	Jasafrut	2.932.106	0,98
29	Agroproban	2.770.495	0,93
30	Otras	97.090.189	32,57
	<b>TOTAL</b>	<b>298.060.747</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Asociación de Exportadores de Banano Ecuatoriano

La compañía Unión de Bananeros Ecuatorianos S.A. (UBESA) se constituyó originalmente en los años 40 con el nombre de Standard Fruit Company con la marca de DOLE para exportar la fruta. Esta empresa representa el 10,02% del mercado total de las exportaciones de banano del Ecuador, siendo la más importante respecto al volumen de exportaciones con 29'860.061 cajas de banano para el año 2014.

## 1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En ésta sección se encuentra la descripción de la parte operacional de la empresa, de manera general y de forma detallada se analizarán las actividades del procesamiento de pedido desde que el cliente realiza el pedido hasta su embarque en el buque.

Para la realización de ésta tesis por razones de confidencialidad se cambiará información relacionada a nombres de la empresa que es caso de estudio. Para denominar la empresa se utilizará el nombre de Banaexpo S.A. que exporta banano y sus musáceas a Estados Unidos con la marca de Tropiban.

### **1.2.1 Características operacionales de la empresa**

La empresa posee cinco departamentos importantes, para los cuales se describirán las funciones que tengan relación con el procesamiento de pedido. Los departamentos son: logística, comercio exterior, transporte, operaciones y compras.

#### **1.2.1.1 Funciones del departamento de logística**

- i. Receptar el pedido.
- ii. Crear el archivo provisional de volumen.
- iii. Crear los bookings para los contenedores.
- iv. Asignar los cupos de las fincas para el corte de la fruta.
- v. Iniciar los trámites aduaneros Autorización Única de Control Previo (AUCP) y Declaración Aduanera de Exportación (DAE).
- vi. Crear la factura provisional.
- vii. Asociar los números de los contenedores a la DAE.
- viii. Controlar el estado de salida autorizada de la DAE.

#### **1.2.1.2 Funciones del departamento de comercio exterior**

- i. Crear la factura comercial.
- ii. Generar el Bill of Lading (BL).
- iii. Generar documentos para desaduanizar la fruta en el exterior: certificados fitosanitarios y certificados de origen.
- iv. Liquidar la DAE.
- v. Regularizar la DAE.
- vi. Compensar los materiales de las cajas que se exportan bajo el régimen aduanero de transformación de activos.

#### **1.2.1.3 Funciones del departamento de transporte**

- i. Generar el despacho de los contenedores.
- ii. Elaborar la documentación para el transportista.
- iii. Despachar los contenedores.
- iv. Monitorear los contenedores vacíos y llenos.

- v. Supervisar las garitas de patio de contenedores y las del puerto.

#### **1.2.1.4 Funciones del departamento de operaciones**

- i. Monitorear el contenedor en el puerto.
- ii. Designar los espacios de almacenamiento donde serán colocados los contenedores.
- iii. Asignar los espacios en las bahías de carga del buque para colocar los contenedores.
- iv. Revisar la temperatura de los contenedores llenos almacenados.
- v. Supervisar los buques que ingresan al puerto.
- vi. Controlar las embarcaciones de los contenedores al buque.
- vii. Coordinar el zarpe del buque.

#### **1.2.1.5 Funciones del departamento de compras**

- i. Comprar la materia prima para el embalaje.
- ii. Actualizar los contratos de las fincas.
- iii. Planificar las requisiciones o nuevas órdenes de compra a través de información histórica.
- iv. Registrar las mermas y desperdicios del material de embalaje de las fincas.

### **1.2.2 Descripción de las actividades del procesamiento de pedido de la empresa**

La preparación del pedido inicia cuando el cliente visita el sitio web de Tropiban para conocer los tipos de banano y plátano que vende la empresa, también se encuentra la sección de contactos, en donde el cliente llena sus datos para pedir información sobre: precios, tiempos de entrega del pedido en el puerto de destino final, detalle sobre los tipos de fruta, tipo de embalaje y documentación para la exportación y desaduanización de la fruta en el país de destino final, ésta información es facilitada por el departamento de atención al cliente.

Cuando el cliente desea realizar el pedido es asignado a un asistente de logística para realizar el pedido.

El cliente realiza el pedido por correo electrónico indicando el tipo de fruta, la cantidad y el embalaje.

El asistente de logística con la información del pedido crea el archivo Provisional de Volumen con la siguiente información: puerto de embarque, compañía exportadora, fecha

de corte, cantidad de DAE, número de solicitud de la AUCP<sup>1</sup>, número de DAE<sup>2</sup>, puerto de llegada, país de destino final, tipo de producto, número de contenedores, número de cajas, peso en libras y peso en kilos.

El asistente de logística envía el archivo Provisional de Volumen al analista de zona.

Los analistas de zonas partiendo del archivo Provisional de Volumen crean el archivo Distribución de Cupos con la siguiente información: número de la semana, día de la semana, código de las fincas, zona, tipo de productos, número de cajas, tipo de cajas, total de pallets, total de contenedores, puerto de llegada y país de destino final.

El analista de zona envía el archivo Distribución de Cupos al asistente de logística y un resumen del mismo archivo lo pasa al almacén temporal donde se guarda el material de embalaje para que envíen el material a la finca para su posterior preparación.

La requisición del material de embalaje lo realiza el asistente de compras por medio de información histórica para predecir el material que se va a usar durante cinco semanas y la emisión del pedido se realiza cada tres semanas a la cartonera, a la empresa de plásticos y a la de etiquetas, teniendo de esta manera dos semanas de inventario de seguridad para cualquier imprevisto.

El asistente de logística inicia los trámites aduaneros con el archivo de Distribución de Cupos con el cual genera la AUCP, que es un documento de control previo para la autorización de cupos para la exportación del banano y sus musáceas a través de la Ventanilla Única de Exportación (VUE) que se encuentra en el sitio web ecuapass que es administrado por el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE). La aprobación de la AUCP es generada por el ecuapass y sale de manera casi automática.

También, crea la factura provisional con los datos que se encuentran en el Provisional de Volumen de acuerdo al tipo de fruta y cantidad. En el anexo 1.A se puede visualizar una factura electrónica.

Luego, en el ecuapass se genera la DAE que es un documento de control de exportación, el cual cuenta con ocho secciones: número de DAE, información general, información del exportador, información de carga, totales, ítem, despacho precedente,

---

<sup>1</sup> La columna de número de solicitud de AUCP se la envía vacía debido que se necesita conocer el número de finca que va a cortar cada fruta para colocarlo cuando se realiza el trámite de solicitud de control previo en la VUE del ecuapass.

<sup>2</sup> La columna de número de DAE se la envía vacía debido que se necesita conocer el número de solicitud de la AUCP para generar la DAE en el ecuapass.

observaciones de Operador de Comercio Exterior (OCE) – ítem y documentos. En el anexo 1.B se puede visualizar el documento.

El asistente de logística con el archivo de Distribución de Cupos también crea el archivo Booking de Contenedores con la siguiente información: número de booking, tipo de contenedor (HR40 – High Reefer 40 pies), número del contenedor, nombre del buque, número de viaje del buque, fecha de corte, nombre del puerto de embarque, nombre del puerto de desembarque, país de destino final, nombre de la empresa exportadora, código de la finca, nombre de la planta empacadora y la zona.

Luego con el archivo Provisional de Volumen incluido el número de DAE se asocia en el ecuapass el número de contenedor con el número de DAE.

El archivo Booking de Contenedores se pasa al asistente de transporte el cual genera el archivo Programa de Despacho con la siguiente información: número de booking, tipo de contenedor, nombre del buque, número de viaje, zona, código de finca, código de caja y fecha de corte.

El asistente de transporte envía el archivo Programa de Despacho al personal de garitas quienes son los encargados de realizar el despacho de los contenedores a finca, también se reparte a cada transportista de acuerdo a la zona que abarque cada uno.

El transportista asigna a cada chofer/cabecal un booking para que se dirija al patio de contenedores a retirar el contenedor vacío y llevarlo a su respectiva finca para el proceso de corte de fruta del día siguiente.

El personal de garita con el archivo Programa de Despacho elabora para el despacho de los contenedores los documentos de transporte: Hoja de ruta (incluye: nombre del chofer, placas del cabezal, código del transportista, cantidad de fruta y tipos de cajas por códigos de finca, fecha y hora de cierre del contenedor en finca, fecha y hora de salida del contenedor de la finca, fecha y hora de llegada al puerto, número de sello, número de contenedor, número de chasis, nombre y firma del digitador), Equipment Identify Register (EIR), kit de sellos, carta de temperatura (es un documento donde se especifica la temperatura que debe tener el contenedor durante todo el viaje, los que van a Estados Unidos tienen una temperatura de 57°F o 14°C) y Autorización de Ingreso y Salida Vehicular (AISV). Estos documentos son entregados al chofer para que se dirija a la finca. En el anexo 1.C se puede visualizar un modelo de AISV generado por Contecon Guayaquil S.A.

Una vez posicionados los contenedores en las respectivas fincas, los supervisores de fincas hacen llenar los contenedores de acuerdo al tipo de caja y fruta solicitada para dicho booking/contenedor.

Para el embalaje de la fruta previamente con un máximo de veinticuatro horas antes del corte de la fruta en finca se comienza a armar los fondos y tapas del cartón. Para este proceso el encargado despliega el cartón y le pone goma o pegamento para su sellado y coloca presión sobre este para un buen pegado.

El proceso de embalaje comienza cuando la fruta en clusters o en manos es colocada en una bandeja de llenado, los clusters o manos que son colocados en una bandeja son los mismos que serán colocados en una caja.

Para Estados Unidos la especificación más común de llenado es una caja tipo 22XU en la cual se coloca la fruta en cuatro filas, en la primera fila se colocan los clusters más pequeños, en la segunda fila los clusters más curvos, en la tercera fila los clusters más largos y en la cuarta fila los clusters medianos.

Este proceso tiene ocho pasos secuenciales, los cuales se pueden apreciar gráficamente en el anexo 2.

- i. Aplicar el fungicida a la fruta en la bandeja de llenado.
- ii. Proteger la corona, si la fruta es convencional se pinta la corona con un químico de no maduración llamado Mertec, y si es orgánica se coloca Parafilm en la corona de la fruta con una cinta blanca.
- iii. Colocar las etiquetas en los clusters.
- iv. Colocar dentro del fondo de la caja, una funda, una lámina de papel y un plástico protector.
- v. Poner la fruta dentro del plástico en cuatro filas separadas por la lámina de papel con el plástico protector.
- vi. Pesarse la caja y sacar el aire al vacío para cerrar la funda.
- vii. Colocar un plástico protector por encima de la funda cerrada y colocar la tapa de la caja.
- viii. Preparar los pallets de seis cajas de base por nueve cajas de alto, colocar los esquineros y amarrar las cajas entre ellas por filas con zunchos.

Para embarcar los pallets al contenedor se lo hace a través de montacargas. En un contenedor entran 1080 cajas en paletizado y 1200 al granel esto quiere decir que no llevan pallets.

El supervisor de finca despacha el contenedor lleno, cerrado con los sellos desde la finca con la documentación correspondiente, hoja de ruta llenada, EIR llenado y el manifiesto de la carga.

El contenedor es llevado al puerto de embarque, en donde pasa por cuatro etapas, la primera es en garita en donde el digitador registra la información del contenedor en el ecuapass, la información de la hoja de ruta y emite el adhesivo con la información del buque, tipo de fruta y la temperatura a la que debe conectarse. Luego el inspector realiza la inspección del contenedor y chasis, detallando en el EIR las condiciones físicas en que ingresa el equipo, código de finca, fecha, nombre del chofer, tipo de carga y cajas, esto es firmado por el chofer y el inspector.

Una DAE puede tener asociado  $n$  cantidad de contenedores, cuando todos los contenedores ingresan al puerto y el digitador de garita registra la información de los contenedores en el ecuapass, la DAE obtiene el estado de salida autorizada, esto quiere decir que se puede exportar la fruta.

La segunda etapa es el lavado, el cabezal lleva el contenedor a la lavadora y se desengancha del chasis, luego del lavado un cabezal interno es quien lo mueve.

La tercera etapa es la revisión de calidad, en caso de que el contenedor sea seleccionado el cabezal interno lleva al contenedor al andén para su inspección.

La cuarta etapa es el almacenamiento, el cabezal interno lo dirige a la zona de conexión eléctrica para refrigeración mientras llega al buque.

El contenedor debe estar veinticuatro horas antes que comience el embarque al buque.

De esta manera cuando comienzan las operaciones de embarque al buque, se genera la orden de desconexión del contenedor, la grúa portacontenedores traslada el contenedor hasta el muelle y otra grúa portacontenedores que se encuentra en el buque sube el contenedor al buque y lo coloca en el puesto ya designado previamente.

Las obligaciones de la empresa terminan cuando el contenedor es colocado en el buque, debido a que estas son ventas libre a bordo (FOB).

### **1.2.3 Actividades del procesamiento de pedido**

El cuadro 1.3 enuncia las actividades principales del procesamiento de pedido de Banaexpo S.A.

Cuadro 1.3 Actividades del procesamiento de pedido de Banaexpo S.A.

Tareas	Actividades
1	Receptar el pedido de la fruta.
2	Elaborar y enviar el Provisional de Volumen.
3	Elaborar y enviar la Distribución de Cupos.
4	Crear la AUCP
5	Crear la factura provisional.
6	Crear la DAE
7	Preparar el material de embalaje.
8	Elaborar y enviar el Booking de Contenedores.
9	Elaborar y enviar el Programa de Despacho.
10	Retirar el contenedor del patio de contenedores.
11	Trasladar el contenedor a la finca.
12	Embalar la fruta y llenar el contenedor en finca.
13	Trasladar el contenedor al puerto.
14	Procesar el ingreso del contenedor en el puerto.
15	Revisar el estado de la DAE para la salida autorizada.
16	Trasladar el contenedor al muelle.
17	Embarcar el contenedor al buque.

Elaborado: Por las autoras

### **1.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

En este capítulo se realizará una descripción sobre el manejo de la información y los programas que maneja la empresa de como ingresan y obtienen la información en el procesamiento de pedido.

#### **1.3.1 Manejo de la información**

Para el procesamiento de pedido la información comienza con el pedido de cada cliente, pero debido a que el producto es una fruta de ciclo corto, se realiza una estimación anual de los pedidos, de esta manera se tiene control sobre el corte de la fruta y sobre el servicio de transporte.

A mediados de cada año el Gerente General y el Director de Logística elaboran un presupuesto para el año siguiente, el cual contempla el volumen total de la fruta requerida para el siguiente año y por cada período<sup>3</sup>, en base a lo cual se programa el gasto de servicio de transporte que se requerirá para trasladar la fruta desde las fincas hasta el puerto.

<sup>3</sup> Un año con aproximadamente 52 semanas tiene 13 períodos de 4 semanas cada uno.

En función al número de contenedores programados que se van a movilizar el siguiente año, los valores presupuestados en el año anterior y con los valores reales ejecutados hasta ese momento, se ejecuta la estimación del gasto de servicio de transporte.

### **1.3.1.1 Formas de manejo de la información**

La información se pasa en forma de reporte ya sea en un documento de Word o Excel y se lo puede hacer de dos maneras:

- i. Correo electrónico: se usa este medio cuando se conoce exactamente los destinatarios o las personas que necesitan la información siempre y cuando el archivo no pese más de 30 MB que es la capacidad del servidor.
- ii. Acceso a los drivers compartidos: se guarda la información en un drive compartido, esto puede ser cuando el archivo pesa más de 30 MB o cuando la información es revisada por muchas personas que no lo hacen de manera constante.

### **1.3.2 Programas informáticos**

La empresa posee dos programas de uso masivo para ingresar y obtener información:

- i. Transbordo: el programa fue diseñado por los ingenieros de sistemas computacionales en función de base datos y posee dos módulos: bookings-embarque y facturación.

En el módulo de bookings-embarque se ingresa por buque y su viaje información como número de booking, tipo de contenedor, número de contenedor, fecha de corte, carga, descarga, nombre del puerto final, nombre del embarcador, código de la finca, nombre de la empacadora, zona de corte, nombre de la empresa de transporte asignada, cantidad de cajas, descripción de la fruta, descripción del pallet, materiales, entre otras.

En el módulo de facturación se ingresa la información de los productores, tipos de cajas, descripción de la fruta, precio de la fruta, entre otras con el fin de que los departamentos contables y de facturación puedan emitir sus registros contables, facturas, liquidaciones, elaboración de pagos, entre otros.

- ii. Query: este término hace referencia a una consulta en una base de datos.

Toda información que es registrada en el programa de transbordo se genera como una base de datos global para el cual se puede bajar información específica a través de un Query, este se presenta en forma de un archivo de excel y según para lo que haya sido

diseñado genera información importada del programa de transbordo y que se puede refrescar de manera automática.

El modo de uso es colocando las siglas del nombre del buque y su viaje, dado que toda información que se requiera va ser entorno a un embarque.

#### **1.4 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En Banaexpo S.A. el procesamiento de pedido es una cadena de actividades sucesivas y continuas que deben realizarse en un tiempo establecido para que no existan atrasos.

Para el cumplimiento del procesamiento de pedido es importante que se cumpla con las normas de embarque al buque, el mismo que establece que el contenedor debe estar veinticuatro horas antes en el puerto de embarque para ser exportada.

El problema se genera al momento que una de las actividades del procesamiento de pedido se atrasa haciendo que las horas previas que debe estar un contenedor en el puerto de embarque sean menos de veinticuatro horas generando una serie de problemas al embarcar los contenedores, debido a que su ubicación en el buque se genera con anterioridad por causa de que no todos los contenedores se descargan en el mismo puerto.

Cada embarque tiene un costo que ya está asumido dentro del precio de venta FOB, dado esto si un contenedor se mueve más de una vez, esto puede causar un embarque-desembarque-embarque o embarque-cambio de puesto, generando un costo adicional que es asumido por la empresa.

#### **1.5 IMPORTANCIA DEL TRABAJO**

En el mundo empresarial globalizado de hoy en día, cada vez es más común para las empresas invertir dinero en mejores procesos para satisfacer al cliente; ya no sólo basta con tener un buen producto, sino entregar dicho producto en el momento y lugar oportuno, es decir, la distribución del producto juega un papel preponderante en la satisfacción del cliente, ya que el retraso en las entregas de un producto es la queja más importante que los mismos tienen.

El procesamiento de pedido forma parte fundamental del ciclo de pedido, y para la empresa a analizar es una cuestión crucial, ya que las actividades que conforman el procesamiento de pedido son las que determinan que los contenedores de banano se encuentren a tiempo en el puerto para ser exportados.

Por tanto, el presente estudio se lo lleva a cabo para que se pueda tener conocimiento de cuáles son las actividades detalladas del procesamiento de pedido de banano, sus tiempos y sus actividades críticas, para que de esta manera la empresa pueda tomar decisiones que puedan hacer que el proceso sea más eficiente.

El trabajo pretende mostrar a la empresa, que la aplicación de un modelo ordenado que pueda contribuir notablemente para identificar las actividades del procesamiento de pedido que necesitan especial atención, para que el proceso sea optimizado.

## **1.6 OBJETIVOS**

En ésta sección se encuentra un objetivo general y cuatro objetivos específicos que detallan la manera de cómo se va a dar solución al problema antes mencionado.

### **1.6.1 Objetivo General**

Estimar las actividades críticas y sus características en el procesamiento de pedido del banano de exportación, usando el método Project Evaluation and Review Technique (PERT) / Crithical Path Method (CPM).

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- i. Describir las actividades del procesamiento del pedido del banano de exportación.
- ii. Estimar los tiempos en horas de las actividades del procesamiento del pedido del banano de exportación.
- iii. Encontrar la probabilidad de que el procesamiento de pedido termine en un tiempo particular mínimo.
- iv. Analizar las actividades de la ruta crítica para conocer cuales no son afectadas por factores externos que afecten directamente su tiempo de duración.

## **1.7 ALCANCE DEL TRABAJO**

Ésta tesis tiene un alcance explicativo, ya que se pretende explicar las actividades del procesamiento de pedido y la ruta crítica que se obtenga utilizando el modelo PERT/CPM.

El estudio abarca en primer lugar el estudio de las actividades de procesamiento de pedido y el análisis PERT/CPM para luego realizar el análisis de las actividades del proceso de pedido aplicado específicamente al banano ecuatoriano que se exporta hacia Estados Unidos.

El estudio está limitado por las actividades comprendidas desde que se realiza el pedido por parte del cliente hasta que el contenedor del banano es colocado en el buque con destino a los diferentes puertos estadounidenses.

Se espera que al desarrollar este estudio y al obtener las actividades críticas del procesamiento de pedido, a través de una serie de análisis matemáticos y estadísticos, se pueda encontrar la probabilidad de que el proceso termine en un tiempo particular mínimo, que cumpla con el tiempo requerido para que el contenedor se encuentre en el puerto de embarque.

## CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA

En este capítulo se realizará una descripción de cómo ciertos autores han descrito la importancia del procesamiento de pedido y su tiempo de duración, para el cual se usa el modelo PERT/CPM, para conocer el tiempo de terminación del procesamiento de pedido, usando de manera conjunta niveles de confianza. Además se presentará un glosario de términos técnicos.

Según Ballou (2004, pp.130-131), que cita a Bernard, LaLonde & Zinszer (1976) determinó:

El tiempo requerido para completar las actividades del ciclo del pedido está en el núcleo del servicio al cliente. Se ha estimado que las actividades relacionadas con la preparación, transmisión, entrada y levantamiento de un pedido representan del 50 al 70% del tiempo total del ciclo del pedido en muchas industrias.

Y establece que para que una empresa brinde un alto nivel de servicio al cliente con tiempos cortos, es importante que las actividades del procesamiento de pedido se administren con cuidado y diligencia. También denota la importancia de los sistemas logísticos de información que se usan para mejorar el proceso de la cadena de suministros.

### **2.1 MÉTODO DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

En esta sección se detallará cómo algunos autores de libros, trabajos de investigación y tesis usaron y explicaron el procesamiento de pedido a través de los métodos de PERT, CPM y niveles de confianza.

Zülch & Strate (1999) describen un ejemplo que utiliza la evaluación de una cadena de procesos en el procesamiento de pedidos de una fábrica de aluminio. Mediante un análisis de las actividades en conjunto con la implementación de sistemas de información con el cual encuentran las actividades que tienen retrasos por mal manejo de la información y obtienen como resultado una reducción del tiempo de procesamiento de pedidos.

Voortman (2004) explica que la importancia del procesamiento de pedido recae en el personal que lo ejecuta es por eso que ciertas empresas como I & J South Africa tienen a estos trabajadores en un alto nivel dentro de la organización. También expone que los posibles problemas que tendría una empresa donde el pedido es mal transmitido serían

problemas internos en la producción, en la compra de materiales y hasta con el cliente por un pedido mal enviado.

Establece el ciclo del procesamiento de pedido como todas las actividades desde que la información entra hasta la entrega final del producto al cliente.

### **2.1.1 Modelo PERT/CPM**

Según Brito (2004, p. 15),

El método PERT fue desarrollado por la Armada de Estados Unidos, en 1957, para controlar los tiempos de ejecución de las diversas actividades de los proyectos espaciales, por la necesidad de terminar cada una de ellas dentro de los intervalos de tiempo disponibles. Fue utilizado originalmente por el control de tiempos del proyecto Polaris y actualmente se utiliza en todo el programa espacial.

De acuerdo con Schoderbek (1965) en su estudio de las aplicaciones del método PERT describe que el objetivo principal es generar un análisis de las actividades en cualquier punto en el tiempo y en el nivel organizativo adecuado a través de un sistema integrado.

El Dr. Punmia (2006) relata en su libro que el método PERT es preferido para proyectos de naturaleza no repetitiva o para aquellos que la determinación de los tiempos de las actividades no pueden ser fijada con exactitud y que no tiene bases históricas para guiarse.

Según Brito (2004, p. 15) el CPM también

Fue desarrollado en 1957 en los Estados Unidos, por un centro de investigación de operaciones para la firma Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos de operación mediante la planeación adecuada de las actividades que componen el proyecto.

Este método es comúnmente usado para determinar el tiempo de realización de un proyecto, a través de establecer una secuencia de actividades que se relacionan entre sí; estableciendo precedencias y donde cada actividad tiene un tiempo estimado de duración conocido, es decir sin incertidumbre.

Según Paramés (1988) el CPM es un método para planificar, fijar etapas y coordinar proyectos, esto lo realiza a través de un modelo matemático que incorpora información secuencial acerca del tiempo de ejecución y los costes de cada componente del proyecto. Hace referencia al camino o ruta crítica en la cual hay actividades que cuentan con cierto margen es decir que se produzcan ciertos días antes o después no conlleva demoras en la totalidad de la ejecución del proyecto.

Heizer & Render (2004) Determinan que el marco de trabajo de PERT/CPM consiste en seis pasos, en los cuales se define el proyecto, se desarrolla las relaciones entre las actividades, se elabora la red con un conjunto de nodos que corresponden al inicio o

terminación de las actividades, y la terminación de todas las actividades que conducen a un nodo se denomina evento. Luego de esto las actividades serán representadas por medio de flechas en dirección de izquierda a derecha, y cuyo inicio y fin serán representados por los nodos. La concurrencia en un nodo del fin de una actividad y el inicio de otra significará por tanto una relación de precedencia entre dichas actividades, algunas veces se necesitarán introducir actividades ficticias, ya que se debe respetar la presentación de las precedencias.

Una vez dibujada la red, se debe seguir un proceso en donde a cada nodo se le designa una fecha o tiempo de ocurrencia más temprana de inicio y de fin, y una fecha o tiempo de ocurrencia más lejana de inicio y fin. Para obtener los tiempos cercanos se realiza el proceso de un paso hacia adelante a través de la red desde el nodo inicial, empezando con 0 y luego de haber obtenido el último tiempo cercano en el último nodo, se realiza el proceso de un paso hacia atrás a través de la red hasta llegar al primer nodo para encontrar los tiempos lejanos.

Teniendo los tiempos cercanos y los lejanos, restando el tiempo lejano del cercano y tiempo esperado para cada actividad, se puede obtener la holgura para cada actividad, que no es sino el tiempo que una actividad puede retrasarse sin afectar el tiempo de terminación del proyecto. Cuando la holgura es 0, esto quiere decir que dicha actividad forma parte de la ruta crítica ya que no puede demorarse más de lo establecido, pues si lo hace, todo el proyecto se demorará más; si la holgura de una actividad es diferente de 0, eso significa que dicha actividad podrá demorarse su tiempo más el de la holgura sin retrasar en ningún modo al proyecto.

El modelo PERT sigue una distribución de tiempo beta, que está definida por 3 estimados de tiempo, los cuales describen Anderson, Sweeney & Williams (1993):

- i. Tiempo optimista, que es el tiempo de actividad si todo marcha de manera ideal.
- ii. Tiempo más probable, que es el tiempo con más probabilidad de una actividad en condiciones normales.
- iii. Tiempo pesimista, se refiere al tiempo de actividad cuando se afrontan demoras considerables.

La ruta crítica, Anderson et al. (1993, p.451) lo describen como:

La ruta más larga en una red PERT/CPM. El tiempo que se requiere para describir este trayecto es el que se requiere para terminar el proyecto.

Esto quiere decir que una de las maneras para obtener la ruta crítica del proyecto es viendo cual es el camino más largo de la red PERT/CPM, por camino más largo nos referimos a la suma de todas las actividades de los diferentes caminos y aquella que se demoran más, son las actividades de la ruta crítica.

Brito (2004), en su aplicación del método PERT/CPM para optimizar tiempo y costo de un proyecto de pavimentación concluye que aplicarlo “mejora el proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas las actividades componentes de un proyecto”, pues para su caso específico el menor tiempo y el costo óptimo de realización son primordiales. Además aplicar el método permite proponer un diagrama en el que se identifican las actividades críticas, las cuales rigen la duración de las obras y se pueden programar los recursos con anticipación.

Con estas pautas se puede verificar la gran utilidad que tiene el modelo conjunto de PERT/CPM para poder realizar una planificación, programación y control de actividades eficiente y eficaz, no sólo para proyectos, sino también para un proceso, como lo es el procesamiento de pedido, que se analizará en este caso para Banaexpo.

P. Poggioli (1976) concluye que la utilización del PERT resulta posible desde el momento que para realizar un proyecto se realiza varias actividades y que su campo de aplicación es muy vasto y variado ya que se lo puede usar en todos los campos.

### **2.1.2 Probabilidad/Niveles de confianza de terminación de un proyecto**

Walpole, Myers, Myers & Ye (2007) explican el uso de la distribución normal con su gráfico denominado curva normal. Usa una variable aleatoria continua, la cual se denomina variable aleatoria normal. Para conocer la probabilidad de la variable normal se utilizan parámetros como media y desviación estándar.

El área bajo la curva sirve para conocer la probabilidad de que ciertos eventos ocurran dado sucesos determinados, para esto se usa la fórmula del estadístico Z, la cual es igual a  $x$  menos la media dividido para la desviación estándar, donde  $x$  es un valor dado con el cual se desea saber la probabilidad de ocurrencia y el valor de Z se busca en la tabla normal estándar para sacar el porcentaje de probabilidad.

Otra forma de usar el método es aplicando un nivel de confianza para hallar el valor de  $x$  que haría posible que ese evento pasara con la probabilidad dada.

Render, Stair & Hanna (2009) explican el empleo de la tabla normal estándar, para la cual se obtiene el valor de Z, este valor se separa en el número entero con el primer decimal y se lo busca en la columna izquierda y el segundo decimal se lo busca en la fila superior de

la tabla y la intersección es la probabilidad, se debe multiplicar el valor por 100 para obtener el valor en porcentaje.

Brito (2004) muestra en los resultados de su trabajo de pavimentación la utilización del estadístico  $Z$  para calcular el tiempo de terminación del proyecto que tenga una probabilidad del 90.3%, teniendo un valor de  $Z$  de 1.3, una media de 49 días y una desviación estándar de 1.54 obtienen un tiempo de terminación de 54 días.

## **2.2 GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS A USAR**

A lo largo del desarrollo de la revisión de literatura que involucra el Procesamiento de Pedido y el modelo PERT/CPM, se utilizan los siguientes términos y en esta sección se presentan sus respectivos significados tomados de Anderson et al. (1993) para su mejor comprensión:

Actividad ficticia.- Actividad no real con tiempo cero que se utiliza para crear una Red PERT/CPM.

Arcos.- Señalan las actividades del proyecto.

Distribución beta.- Distribución de probabilidad que se utiliza para describir los tiempos de actividades en el PERT.

Holgura.- Tiempo que se puede retrasar o demorar una actividad sin demorar el tiempo de terminación del proyecto.

Nodos.- Corresponden al inicio y a la terminación de las actividades.

Paso hacia adelante.- Parte del procedimiento de cálculo de PERT/CPM que se refiere al avance sobre la red para determinar los tiempos más cercanos de inicio y de terminación de cada actividad.

Paso hacia atrás.- Parte del procedimiento de cálculo de PERT/CPM que se refiere a retroceder en la red para determinar los tiempos más lejanos de inicio y de terminación de cada actividad.

Ruta crítica.- La ruta más larga en una red PERT/CPM. El tiempo que se requiere para describir este trayecto es el que se requiere para terminar el proyecto.

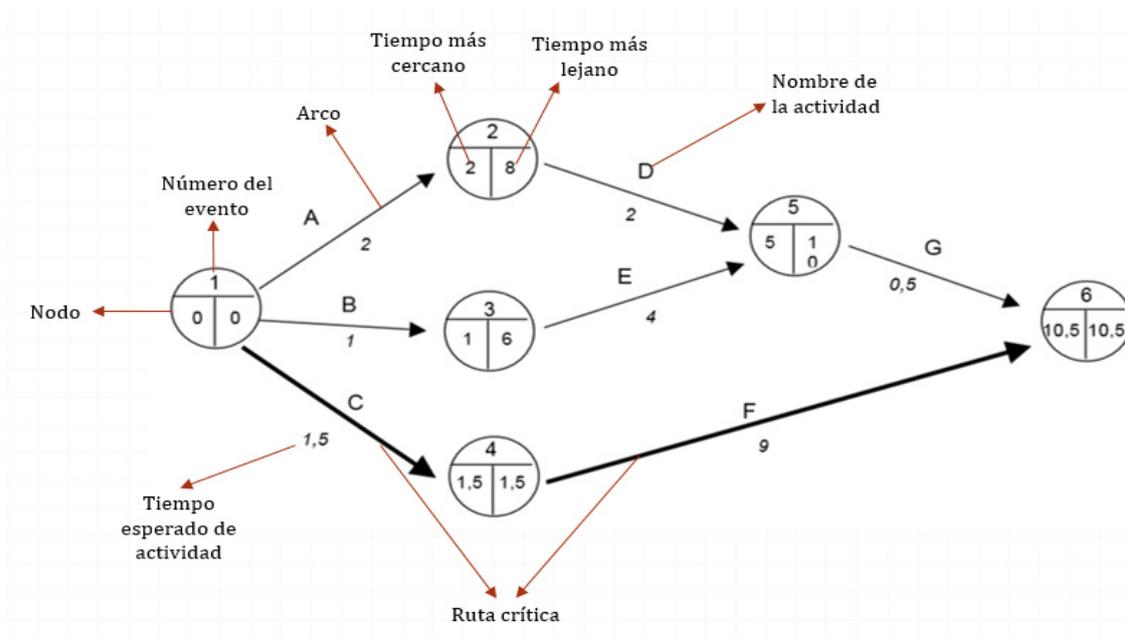
Tiempo esperado.- Es el tiempo promedio que se obtiene de haber establecido los tiempos optimista, normal y pesimista.

Tiempo más cercano.- El tiempo más cercano en que puede iniciarse una actividad.

Tiempo más lejano.- el tiempo más tardío en que puede terminar una actividad sin demorar todo el proyecto.

La figura 2.1 muestra la construcción de una red PERT y posteriormente la aplicación del CPM para poder hallar la ruta crítica, de esta manera se puede apreciar mejor los términos usados.

Figura 2.1 Ejemplo de la red Pert/CPM



Fuente: Base de datos Weebly.

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA**

En este capítulo se describirá el método a usar para lograr los objetivos planteados, las variables que influyen en el procesamiento de pedido de Banaexpo S.A., así como la terminología técnica a usar.

Los datos referentes a los tiempos de duración de cada actividad del procesamiento de pedido se recogerán de manera aleatoria.

### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO**

Se describirán las actividades que conforman el procesamiento de pedido descritas por Ballou (2004), ya que estas son las actividades objeto de estudio y que serán desglosadas para formar la red PERT.

El modelo que se usará es de PERT/CPM con el cual se quiere detallar las actividades del procesamiento de pedido de Banaexpo S.A., estableciendo precedencias, tiempos de duración y encontrar las actividades críticas del proceso.

### **3.2 MÉTODO PARA ENCONTRAR LAS ACTIVIDADES DEL PROCESAMIENTO DE PEDIDO**

Según Ballou (2004, p. 131) el procesamiento de pedido está representado por el número de actividades incluidas en el ciclo de pedido del cliente, las cuales aplicadas al presente estudio de la empresa Banaexpo S.A. serán:

#### **3.2.1 Preparación del pedido**

Las actividades de preparación de pedido se refieren a aquellas actividades en las que se reúne información necesaria sobre los productos que se ofrece al mercado para la venta.

En esta fase del procesamiento del pedido se establece qué información es necesaria que se ubique en el sitio web, para que el cliente pueda acceder a ella de manera que se le facilite realizar su pedido.

#### **3.2.2 Transmisión del pedido**

Luego de realizar la preparación del pedido se hace la transmisión del pedido para el cual se describirá qué departamento se encargará de recibir el pedido, cómo lo recibirá, es

decir a través de qué medio de comunicación, y qué actividades se llevarán a cabo para realizar la confirmación de dicho pedido.

### **3.2.3 Entrada del pedido**

Para la fase de entrada del pedido se describirán las actividades que tendrán lugar antes de efectuar el levantamiento real del pedido y quienes las realizarán.

Entre las actividades están:

- i. Verificar la información del pedido como son el tipo de fruta del artículo, número de cajas y precio.
- ii. Describir el departamento encargado de elaborar los documentos necesarios para asignar los cupos en las fincas.

### **3.2.4 Levantamiento del pedido**

En la fase de levantamiento del pedido se requiere:

- i. Describir la información que el analista de transporte debe pasar al personal de embarque, al analista de comercio exterior y a la empresa de transporte para que la actividad de trasladar el contenedor desde el patio de contenedores al puerto sea eficiente.
- ii. Detallar la documentación de transporte para que el transportista pueda retirar el contenedor del patio de contenedores y dirigirse a la finca.
- iii. Describir las actividades de preparación de material de embalaje del banano, para su posterior armado en finca.
- iv. Detallar las actividades que abarcan el ingreso del contenedor en el puerto.
- v. Describir las actividades de almacenaje del contenedor en el puerto, así como las actividades para trasladar el contenedor desde la zona de almacenamiento hasta el buque.

## **3.3 MÉTODO PERT/CPM**

El modelo PERT tiene como objetivo utilizar las incertidumbres en los tiempos de terminación de las actividades.

El modelo CPM se creó para elaborar y dirigir proyectos industriales en el cual se puedan conocer los tiempos de las actividades y permitan realizar intercambios entre tiempos y costos para las diversas actividades de los proyectos.

### **3.3.1 Características de la redes PERT**

El PERT se utiliza comúnmente para:

- i. Determinar la probabilidad de cumplir con fechas de entrega específicas.
- ii. Identificar cuellos de botella en los procesos.

iii. Evaluar el efecto de los cambios en un programa.

### 3.3.2 Redes PERT con tiempos inciertos en las actividades

Cuando en un proceso los tiempos de las actividades no se conocen con exactitud como es el caso del presente estudio, es mejor describir estos tiempos con un intervalo de tiempo, más no con una estimación específica del tiempo de cada actividad para poder obtener una mejor apreciación del tiempo más probable como variables aleatorias.

Según Anderson et al., (1993) para obtener el tiempo esperado o promedio ( $t$ ) de terminación de cada actividad se usa la siguiente fórmula:

$$t_i = \frac{a_i + 4m_i + b_i}{6} \quad (3.1)$$

Dónde,  $a_i$ ,  $m_i$  y  $b_i$  representan las estimaciones de tiempo.

Se tiene las tres estimaciones que son:

$a_i$  = Tiempo optimista, que es el tiempo de actividad si todo marcha de manera ideal.

$m_i$  = Tiempo más probable, que es el tiempo con más probabilidad de una actividad en condiciones normales.

$b_i$  = Tiempo pesimista, se refiere al tiempo de actividad cuando se afrontan demoras considerables.

Donde  $i$  representa una actividad,  $i = a, b, c, \dots, n$

Luego de calcular el tiempo esperado o promedio para cada actividad, se puede calcular la varianza para describir la dispersión en los tiempos de cada actividad, con la siguiente fórmula Anderson et al., (1993):

$$\sigma_i^2 = \left( \frac{b_i - a_i}{6} \right)^2 \quad (3.2)$$

Las ecuaciones (3.1) y (3.2) se basan en la suposición de que es posible describir la incertidumbre en los tiempos de las actividades.

### 3.3.3 Cálculo de la ruta crítica

Una vez que se tiene la lista de actividades y sus predecesoras y los cálculos mencionados en la sección anterior, se puede proceder a realizar los cálculos necesarios de la ruta crítica para determinar el tiempo esperado que se requiere para acabar el proyecto siguiendo los pasos:

i. Determinar el tiempo más cercanos de inicio (CI) y de terminación (CT) para cada actividad realizando el paso hacia adelante en la red. Comenzando con 0 en la primera actividad y teniendo el tiempo promedio, para obtener el tiempo cercano de terminación de cada actividad se usa la fórmula (3.3), descrita en Heizer & Render (2004). El tiempo más cercano de terminación para la última actividad del proyecto establece el tiempo que se requiere para terminar el proyecto.

$$CT = CI + t \quad (3.3)$$

ii. Calcular el tiempo más lejano de finalización para la última actividad efectuando un paso hacia atrás sobre la red para evaluar los tiempos más lejanos de iniciación (LI) y de terminación (LT) para cada actividad con la fórmula (3.4), descrita en Heizer & Render (2004).

$$LI = LT - t \quad (3.4)$$

iii. Utilizar la diferencia entre los tiempos más lejano y más cercano de iniciación para cada actividad con objeto de obtener el margen u holgura disponible para esa actividad usando la fórmula (3.5), descrita en Heizer & Render (2004), donde (L) representa los tiempos más lejanos, (E) representa los tiempos más cercanos y (T) representa el tiempo esperado para cada actividad. Aquellas actividades que tienen holgura de 0 son las que pertenecen a la ruta crítica indicando que no se pueden retrasar porque retrasarían todo el proyecto.

$$H_{ij} = Li - (Ei + Tij) \quad (3.5)$$

Dónde i/j representa una actividad, i/j = a, b, c, ..., n, siendo i las actividades de inicio y siendo j las actividades de terminación.

Las actividades que no tienen holgura de cero, no son parte de la ruta crítica indicando que se pueden retrasar hasta el valor que les salga de holgura en unidades de tiempo sin que afecten al tiempo total del proyecto.

### 3.3.4 Probabilidad/Niveles de confianza en el tiempo de culminación del proceso

Luego que se determinan las actividades críticas y el tiempo esperado se puede analizar la probabilidad de que el procesamiento de pedido termine en el tiempo más cercano

de terminación o dado un nivel de confianza hallar el tiempo estimado de duración del procesamiento de pedido.

Se encuentra la varianza total de la ruta crítica que es la suma de las varianzas de las actividades críticas, con la siguiente fórmula descrita en Walpole et al., (2007):

$$\sigma^2 = \sum \sigma_i^2 \quad (3.6)$$

Dónde  $i$  representa una actividad,  $i = a, b, c, \dots, n$

Después se calcula la desviación estándar que indica cuánto se puede alejar los valores con respecto a su media.

Se asume que la distribución del tiempo de culminación del proceso sigue una distribución normal, con la que se puede calcular la probabilidad de cumplir con un tiempo especificado para la culminación del mismo. Para esto se puede definir un tiempo para conocer la probabilidad de que el proceso acabe en un tiempo menor  $p(T \leq x)$  o mayor  $p(T \geq x)$  al que se obtiene siguiendo el método.

Se encuentra el valor de  $Z$  con la siguiente fórmula descrita en Walpole et al., (2007):

$$Z = \frac{T - x}{\sigma} \quad (3.7)$$

Dónde:  $T$ : representa un tiempo para calcular.

$x$ : es el tiempo estimado de duración de la ruta crítica.

$\sigma$ : es la desviación estándar de la ruta crítica.

El resultado de  $z$  se los busca en la tabla de distribución normal  $Z$  y se obtiene la probabilidad, que refleja cual es el porcentaje de probabilidad que existe de que el proyecto se termine en el tiempo ( $T$ ) dado.

Si este porcentaje es muy bajo quiere decir que la posibilidad que ocurra es mínima y si el porcentaje es alto la posibilidad que ocurra es alta.

### **3.4 ACTIVIDADES DEL PROCESAMIENTO DE PEDIDO**

El cuadro 3.1 presenta las actividades del procesamiento de pedido. El cuadro muestra en la columna (1) las actividades enumeradas con letras del alfabeto, en la columna (2) se encuentran las actividades en orden cronológico y en la columna (3) se observa la letra que representa a la actividad que es precedida.

Cuadro 3.1 Actividades de procesamiento de pedido de Banaexpo S.A.

Tareas (1)	Actividades (2)	Predecesoras (3)
A	Receptar el pedido de la fruta.	-
B	Elaborar y enviar el Provisional de Volumen.	A
C	Elaborar y enviar la Distribución de Cupos.	B
D	Crear la AUCP.	C
E	Crear la factura provisional.	B
F	Crear la DAE.	D, E
G	Preparar el material de embalaje.	C
H	Elaborar y enviar el Booking de Contenedores.	C, F
I	Elaborar y enviar el Programa de Despacho.	H
J	Retirar el contenedor del patio de contenedores.	I
K	Trasladar el contenedor a la finca.	J
L	Embalar la fruta y llenar el contenedor en finca.	G, K
M	Trasladar el contenedor al puerto.	L
N	Procesar el ingreso del contenedor en el puerto.	M
O	Revisar el estado de la DAE para la salida autorizada.	N
P	Trasladar el contenedor al muelle.	N
Q	Embarcar el contenedor al buque.	O, P

Elaborado: Por las autoras

### 3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

Las variables están determinadas por el tiempo en horas que toma realizar cada actividad dentro del procesamiento de pedido.

Estas variables son de naturaleza continua y medidas cuantitativamente.

Se coleccionarán los datos por medio de estimaciones para los tiempos optimista, normal y pesimista.

A continuación se describen las variables que son tomadas de las actividades que conforman el procesamiento de pedido y que forman la red PERT.

#### 3.5.1. Tiempo de receptar el pedido de la fruta ( $T_a$ )

Es el tiempo que se demora el personal del departamento de logística en receptar y contestar el correo electrónico del cliente confirmando la venta.

#### 3.5.2. Tiempo de elaborar y enviar el Provisional de Volumen ( $T_b$ )

Es el tiempo que se demora el departamento de logística en crear y pasar al analista de zona un archivo de excel con la siguiente información: puerto de embarque, compañía exportadora, fecha de corte, cantidad de DAE, número de solicitud de la AUCP, número de

DAE, puerto de llegada, país de destino final, tipo de producto, número de contenedores, número de cajas, peso en libras y peso en kilos.

### **3.5.3. Tiempo de elaborar y enviar la Distribución de Cupos ( $T_c$ )**

Es el tiempo que se demora el analista de zona en crear y enviar el archivo de excel al asistente de logística y un resumen del mismo al almacén temporal donde se guarda el material de embalaje. El archivo contiene información sobre: número de la semana, día de la semana, código de las fincas, zona, tipo de productos, número de cajas, tipo de cajas, total de pallets, total de contenedores, puerto de llegada y país de destino final.

Esta actividad tiene dos sub-actividades que son:

$T_{c1}$ : Elaborar el archivo.

$T_{c2}$ : Elaborar un correo electrónico dirigido al almacén solicitando el material de embalaje.

### **3.5.4. Tiempo de crear la AUCP ( $T_d$ )**

Es el tiempo que se demora el asistente de logística en generar la solicitud en el ecuapass y que el sistema la valide automáticamente.

### **3.5.5. Tiempo de crear la factura provisional ( $T_e$ )**

Es el tiempo que se demora el asistente de logística en crear la factura provisional con los datos del Provisional de Volumen.

### **3.5.6. Tiempo de crear la DAE ( $T_f$ )**

Es el tiempo que se demora el asistente de logística en crear la solicitud en el ecuapass.

### **3.5.7. Tiempo de preparar el material de embalaje ( $T_g$ )**

Es el tiempo que el encargado se demora en armar las tapas y fondos para tener lista las cajas.

### **3.5.8. Tiempo de elaborar y enviar el Booking de Contenedores ( $T_h$ )**

Es el tiempo que se demora el asistente de transporte en elaborar un archivo de excel y pasarlo al personal de garitas y un resumen del mismo a cada transportista. El archivo tiene la siguiente información: número de booking, tipo de contenedor (HR40), número del contenedor, nombre del buque, número de viaje del buque, fecha de corte, nombre del puerto de embarque, nombre del puerto de desembarque, país de destino final, nombre de la empresa exportadora, código de la finca, nombre de la planta empacadora y la zona.

Esta actividad tiene dos sub-actividades que son:

Th<sub>1</sub>: Elaborar el archivo.

Th<sub>2</sub>: Asociar en el ecuapass el número de contenedor con el número de DAE.

### **3.5.9. Tiempo de elaborar y enviar el Programa de Despacho (T<sub>i</sub>)**

Es el tiempo que se demora el personal de garita en elaborar los documentos de transporte. Dentro de los documentos se encuentran: Hoja de ruta<sup>4</sup> (incluye: nombre del chofer, placas del cabezal, código del transportista, cantidad de fruta por código de finca y tipos de cajas, fecha y hora de cierre del contenedor en finca, fecha y hora de salida del contenedor de la finca, fecha y hora de llegada al puerto, número de sello, número de contenedor, número de chasis, nombre y firma del digitador), EIR, kit de sellos, carta de temperatura (es un documento donde se especifica la temperatura que debe tener el contenedor durante todo el viaje, los que van a Estados Unidos tienen una temperatura de 57°F o 14°C) y AISV, estos documentos son entregados al chofer para que se dirija a la finca.

### **3.5.10. Tiempo de retirar el contenedor del patio de contenedores (T<sub>j</sub>)**

Es el tiempo que transcurre desde que el cabezal llega al patio de contenedores hasta que sale enganchado al chasis y con el contenedor del patio de contenedores.

Esta actividad tiene siete sub-actividades que son:

Tj<sub>1</sub>: Revisar el número de booking.

Tj<sub>2</sub>: Inspeccionar físicamente el contenedor cedido.

Tj<sub>3</sub>: Colocar el candado al contenedor.

Tj<sub>4</sub>: Enganchar el chasis al cabezal.

Tj<sub>5</sub>: Colocar el contenedor en el chasis.

Tj<sub>6</sub>: Llenar los documentos de transporte.

Tj<sub>7</sub>: Entregar los documentos de transporte.

### **3.5.11. Tiempo de trasladar el contenedor a la finca (T<sub>k</sub>)**

Es el tiempo que se demora el transportista en llevar el contenedor desde el patio de contenedores hasta la finca respectiva.

---

<sup>4</sup> En la hoja de ruta los campos de fecha y hora de cierre del contenedor en finca y hora de salida del contenedor de la finca se los llenan en la finca y el campo de fecha y hora de llegada al puerto se lo llena en la garita del puerto.

### **3.5.12. Tiempo de embalar la fruta y llenar el contenedor en finca (T<sub>i</sub>)**

Es el tiempo que se demora la cuadrilla desde la preparación de la fruta hasta que es embarcada en el contenedor.

Esta actividad tiene diez sub-actividades que son:

T<sub>1</sub>: Aplicar el fungicida a la fruta en la bandeja.

T<sub>2</sub>: Proteger la corona, si la fruta es convencional se pinta la corona con un químico de no maduración llamado Mertec, y si es orgánica se coloca Parafilm en la corona de la fruta con una cinta blanca.

T<sub>3</sub>: Colocar las etiquetas en los clusters.

T<sub>4</sub>: Colocar dentro del fondo de la caja la funda, lámina de papel y plástico protector.

T<sub>5</sub>: Poner la fruta dentro del plástico en cuatro filas separadas por la lámina de papel con el plástico protector.

T<sub>6</sub>: Pesar la caja y sacar el aire al vacío para cerrar la funda.

T<sub>7</sub>: Colocar un plástico protector por encima de la funda cerrada y colocar la tapa de la caja.

T<sub>8</sub>: Preparar los pallets de seis cajas de base por nueve cajas de alto, colocar los esquineros y amarrar las cajas entre ellas por filas con zunchos.

T<sub>9</sub>: Embarcar las cajas al contenedor por medio del montacargas.

T<sub>10</sub>: Colocar el sello en las puertas del contenedor cuando el último pallet haya entrado.

### **3.5.13. Tiempo de trasladar el contenedor al puerto (T<sub>m</sub>)**

Es el tiempo que se demora el transportista en llevar el contenedor desde la finca hasta el puerto.

### **3.5.14. Tiempo de procesar el ingreso del contenedor en el puerto (T<sub>n</sub>)**

Es el tiempo de las actividades que transcurren desde que el contenedor está en garita, pasa a la lavadora, por los procesos de calidad hasta su almacenamiento.

Esta actividad tiene trece sub-actividades que son:

T<sub>n1</sub>: Ingresar los datos de la carga en el sistema por parte del digitador de garita.

T<sub>n2</sub>: Registrar la información del contenedor en el ecuapass.

T<sub>n3</sub>: Abrir el contenedor, colocar una esponja cerca de la puerta cerrarlo y colocar un sello de seguridad por parte de calidad.

Tn<sub>4</sub>: Revisar el contenedor y el equipo por parte de los inspectores.

Tn<sub>5</sub>: Dirigir el contenedor a la estación de lavado.

Tn<sub>6</sub>: Desenganchar el contenedor por el transportista.

Tn<sub>7</sub>: Lavar exteriormente el contenedor.

Tn<sub>8</sub>: Enganchar el contenedor ya lavado a un cabezal interno.

Tn<sub>9</sub>: Dirigir el contenedor al andén en caso de inspección de calidad.

Tn<sub>10</sub>: Realizar la inspección de calidad de la fruta.

Tn<sub>11</sub>: Dirigir el contenedor a la zona de almacenamiento.

Tn<sub>12</sub>: Enganchar el contenedor por la grúa portacontenedores y ubicarlo en la zona.

Tn<sub>13</sub>: Conectar el contenedor a la fuente de poder.

### **3.5.15. Tiempo de revisar el estado de la D.A.E para la salida autorizada (T<sub>o</sub>)**

Es el tiempo que se demora el asistente de logística revisando en el sistema de ecuapass que las DAE tengan el estado de salida autorizada. El sistema valida todos los contenedores designados a una misma DAE, cuando el último contenedor haya ingresado al puerto el ecuapass automáticamente cambia el estado de esa DAE por el de salida autorizada, ésta revisión se la realiza veinticuatro horas antes del zarpe de la nave para asegurarse que todos los contenedores hayan ingresado al puerto.

### **3.5.16. Tiempo de trasladar el contenedor al muelle (T<sub>p</sub>)**

Es el tiempo que se demora desde desconectar el contenedor de la fuente eléctrica de la refrigeración hasta que el portacontenedores lo traslada al muelle.

### **3.5.17. Tiempo de embarcar el contenedor al buque (T<sub>q</sub>)**

Es el tiempo que se demora el portacontenedores del buque en subir el contenedor al buque y colocarlo en el puesto ya designado.

## **3.6 NOTACIÓN DE LAS VARIABLES**

Se presentan las notaciones de las diecisiete variables, donde la “T” representa el tiempo y cada letra en subíndice desde la a hasta la q representa una actividad.

Notación	Descripción de las variables
----------	------------------------------

T <sub>a</sub>	Tiempo de receptor el pedido de la fruta.
----------------	---

T <sub>b</sub>	Tiempo de elaborar y enviar el Provisional de Volumen.
----------------	--

T <sub>c</sub>	Tiempo de elaborar y enviar la Distribución de Cupos.
----------------	---

T <sub>d</sub>	Tiempo de crear la AUCP.
----------------	--------------------------

T <sub>e</sub>	Tiempo de crear la factura provisional.
T <sub>f</sub>	Tiempo de crear la DAE.
T <sub>g</sub>	Tiempo de preparar el material de embalaje.
T <sub>h</sub>	Tiempo de elaborar y enviar el Booking de Contenedores.
T <sub>i</sub>	Tiempo de elaborar y enviar el Programa de Despacho.
T <sub>j</sub>	Tiempo de retirar el contenedor del patio de contenedores.
T <sub>k</sub>	Tiempo de trasladar el contenedor a la finca.
T <sub>l</sub>	Tiempo de embalar la fruta y llenar el contenedor en finca.
T <sub>m</sub>	Tiempo de trasladar el contenedor al puerto.
T <sub>n</sub>	Tiempo de procesar el ingreso del contenedor en el puerto.
T <sub>o</sub>	Tiempo de revisar el estado de la DAE para la salida autorizada.
T <sub>p</sub>	Tiempo de trasladar el contenedor al muelle.
T <sub>q</sub>	Tiempo de embarcar el contenedor al buque.

### 3.7 ESQUEMA DEL MÉTODO PERT/CPM

El cuadro 3.2 es un ejemplo del esquema que se seguirá para insertar los tiempos promedios a cada actividad y al final realizar el cálculo de media, varianza y desviación estándar que permitirán aplicar el método PERT/CPM.

El cuadro presenta en la columna (1) el número de las observaciones, para el desarrollo de este trabajo son treinta y en la columna (2) están las actividades, en las cuales se colocan los tiempos promedios de cada actividad para cada observación y posteriormente obtener la media usando la fórmula de PROMEDIO(número1;número2;...), la varianza usando la fórmula VAR.S(número1;número2;...) y la desviación estándar usando la fórmula =DESVEST.M(número1;número2;...), todas las fórmulas son usando el programa de excel.

Cuadro 3.2 Esquema de tiempos promedios de las actividades de Banaexpo S.A.

Observaciones (1)	Tiempos promedio (horas) de las actividades (2)																	
	T <sub>a</sub>	T <sub>b</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>d</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>f</sub>	T <sub>g</sub>	T <sub>h</sub>	T <sub>i</sub>	T <sub>j</sub>	T <sub>k</sub>	T <sub>l</sub>	T <sub>m</sub>	T <sub>n</sub>	T <sub>o</sub>	T <sub>p</sub>	T <sub>q</sub>	
1																		
⋮																		
30																		
Media																		
Varianza																		
Desviación estándar																		

Elaborado: Por las autoras

### 3.8 ESQUEMA PARA OBTENER LA RED PERT PARA TIEMPOS INCIERTOS

Dada las características de las variables en no tener tiempos que se conocen con exactitud y al ser aleatorias se utiliza el método de tiempos inciertos, para esto se obtiene tres tiempos, el tiempo optimista, el tiempo probable y el tiempo pesimista.

El cuadro 3.3 es un ejemplo del esquema que se seguirá para obtener los tiempos inciertos de cada actividad del procesamiento de pedido.

El cuadro presenta en la columna (1) las actividades enumeradas con la letra mayúscula del alfabeto, en la columna (2) la actividad predecesora de la que se encuentra en la columna (1), en la columna (3) estará el tiempo optimista que se lo encontrará utilizando la función  $\text{MIN}(\text{número1};\text{número2};\dots)$  de excel para hallar el valor mínimo el cual sería el ideal, en la columna (4) estará el tiempo probable que se lo encontrará utilizando la función  $\text{PROMEDIO}(\text{número1};\text{número2};\dots)$  de excel que es un valor que representa a todas las observaciones, en la columna (5) estará el tiempo pesimista que se lo encontrará con la función  $\text{MAX}(\text{número1};\text{número2};\dots)$  de excel siendo el tiempo que más se demora la actividad por la ocurrencia de un factor adicional, en la columna (6) estará el tiempo esperado que se lo obtiene mediante la fórmula (3.1) explicada en la sección 3.3.2 y en la columna (7) se encontrará la varianza que se la obtendrá mediante la fórmula (3.2) explicada en la sección 3.3.2, los valores están dados en horas.

Cuadro 3.3 Esquema de la red PERT para tiempos inciertos

Actividad (1)	Predecesora (2)	Tiempo optimista (3)	Tiempo probable (4)	Tiempo pesimista (5)	Tiempo esperado (6)	Varianza (7)
A	-					
B						
C						
D						
E						
F						
G						
H						
I						
J						
K						
L						
M						
N						
O						
P						
Q						

Elaborado por: las autoras

### 3.9 ESQUEMA PARA OBTENER LOS TIEMPOS MÁS CERCANOS

El cuadro 3.4 es un ejemplo del esquema que se seguirá para obtener los tiempos más cercanos de terminación de cada actividad del procesamiento de pedido.

El cuadro presenta en la columna (1) el número de nodos que se representarán en la red, en la columna (2) estará el número del nodo anterior o predecesor de la primera columna, en la columna (3) se coloca el tiempo más cercano de terminación del nodo, en la columna (4) es el tiempo esperado del nodo y luego en la columna (5) estará el resultado de la suma de los valores en las columnas (3) y (4), dando como resultado los tiempos más cercanos de terminación de las actividades.

Cuadro 3.4 Esquema de tiempos más cercanos

Nodo(1)	Nodo anterior(2)	Tiempo más cercano inicio(3)	Tiempo de la actividad(4)	Tiempo más cercano de terminación(5)
1	-	-	-	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

Elaborado por: las autoras

### 3.10 ESQUEMA PARA OBTENER LOS TIEMPOS MÁS LEJANOS

El cuadro 3.5 es un ejemplo del esquema que se seguirá para calcular los tiempos más lejanos de inicio y de terminación de cada actividad del procesamiento de pedido.

El cuadro presenta en la columna (1) el número de nodos que se representarán en la red, esta vez en forma descendente ya que para obtener los tiempos lejanos se realiza el paso hacia atrás, es decir se calculan los tiempos desde la última hasta la primera actividad en la red, en la columna (2) estará el número del nodo posterior al de la primera columna, en la columna (3) se coloca el tiempo más lejano de terminación del nodo, en la columna (4) se coloca el tiempo esperado del nodo y luego la columna (5) será el resultado de la resta de los valores en las columnas (3) y (4), lo que resultará en los tiempos lejanos de iniciación.

Cuadro 3.5 Esquema de tiempos más lejanos

Nodo(1)	Nodo posterior(2)	Tiempo más lejano terminación(3)	Tiempo de la actividad(4)	Tiempo más lejano de iniciación(5)
18	-	-	-	
17				
16				
15				
14				
13				
12				
11				
10				
9				
8				
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				

Elaborado por: las autoras

### 3.11 *ESQUEMA PARA OBTENER LOS TIEMPOS DE HOLGURA*

El cuadro 3.6 es un ejemplo del esquema que se seguirá para calcular los tiempos de holgura para cada actividad que conforma el procesamiento de pedido.

El cuadro presenta en la columna (1) la letra de cada actividad que conforma el procesamiento de pedido, en la columna (2) estarán representados los números de los nodos de inicio y de terminación para cada actividad, en la columna (3) estarán los tiempos más lejanos de iniciación de cada actividad, los cuales se obtendrán de la columna (5) del cuadro 3.5, en la columna (4) estarán los tiempos más cercanos de terminación, los cuales se obtendrán de la columna (5) del cuadro 3.4, en la columna (5) se anotarán los tiempos esperados para cada actividad, los cuales se obtendrán de la columna (6) del cuadro 3.3 y la columna (6) será el resultado de realizar la siguiente operación:  $L_j - (E_i + T_{ij})$ , y con esto se obtendrá la holgura de cada actividad.

Cuadro 3.6 Esquema de tiempos de holgura

Actividad (1)	Actividad (i,j) (2)	Lj (3)	Ei (4)	Tij (5)	Holgura (Hij) (6)
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					
H					
I					
J					
K					
L					
M					
N					
O					
P					
Q					

Elaborado por: las autoras

### **3.12 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

El enfoque de la investigación será exclusivamente cuantitativo ya que se utilizará la recolección y el análisis de datos, en este caso, tiempos de actividades, números de buques, contenedores y cajas. Esto es para dar solución al problema planteado pues se realizarán cálculos numéricos y se usará la estadística para establecer con precisión la ruta crítica que permita conocer las actividades que requieren especial atención por parte de la empresa.

### **3.13 TERMINOLOGÍA EMPLEADA**

A lo largo del desarrollo de la metodología que involucra el Procesamiento de Pedido y la aplicación del método PERT/CPM, se utilizan los siguientes términos y en esta sección se presentan sus respectivos significados para su mejor comprensión:

Booking.- Reservación.

Carta de temperatura.- cuando se embarca una carga perecedera, se debe enviar instrucciones escritas, dirigidas al Capitán del barco acerca de cómo proceder con su mercadería, a qué temperatura transportarla y que variación de la misma admite.

## **CAPÍTULO 4: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

En este capítulo se aplicará el modelo de PERT/CPM a los datos obtenidos de la empresa con los cuales se obtendrán las actividades de la ruta crítica y el porcentaje de probabilidad de que el procesamiento de pedido termine en el tiempo dado, con lo cual se espera dar solución al objetivo general de ésta tesis.

### **4.1 LINEAMIENTOS GENERALES**

Para la ejecución de esta tesis se hace referencia a aspectos que la empresa posee.

Banaexpo S.A. exporta bajo la marca de Tropiban cinco productos a los cuales se les da la misma importancia y peso para la ejecución de las actividades y son: banano convencional, banano orgánico, orito, banano morado y plátano, los cuales se pueden apreciar en el anexo 3.

Todas las semanas zarpa un buque con destino a Estados Unidos, el cual tiene cuatro puertos de destino final, San Diego, Freeport, Wilmington y Gulfport.

La empresa posee tres buques los cuales van de Ecuador a Estados Unidos y regresan. Cada tres semanas dan una vuelta completa y por razones de mantenimiento cada quince vueltas se reemplaza a los tres buques con tres buques diferentes, los nombres de los buques principales serán cambiados por B.E. Pacific, B.E. Ecuador y B.E. América y los nombres de los buques de reemplazo serán cambiados por Nautilus, Pontif y Galatea.

En el anexo 4 se puede observar qué buque es asignado para cada semana.

Todas las semanas se receiptan los pedidos para el cual hemos cambiado los nombres de las empresas compradoras, siendo una para cada destino, es así que para San Diego se llamará Levelan, para Wilmington será Atitex, para Freeport será Viloy y para Gulfport será Intersec.

Por razones de confidencialidad toda información adicional con respecto a nombres que se muestren en el resto del trabajo y que no sea especificada como real, se tomará en cuenta que es un nombre ficticio y se aclara que toda información numérica que se muestra es real de la compañía original.

Para la realización de este trabajo nos basamos en los siguientes supuestos:

- i. La empresa no brinda servicios a terceros para exportar.
- ii. Todas las semanas llegan los pedidos de cuatro clientes fijos.

iii. Se tiene como relación, un pedido es igual a un contenedor.

#### 4.2 SELECCIÓN DE LAS OBSERVACIONES DE FORMA ALEATORIA

La selección de las treinta observaciones se las realizó de forma aleatoria teniendo en cuenta el número de semana, debido a que escogemos el procesamiento de pedido por buque zarpado. Las observaciones son del 2014 con un total de cincuenta y tres semanas, iniciando la semana uno con fecha de domingo 29 de Diciembre del 2013 y terminando la semana cincuenta y tres con fecha de sábado 3 de Enero del 2015.

Los números de la semana fueron sacados de forma aleatoria usando excel con la fórmula ALEATORIO.ENTRE(inferior; superior).

El cuadro 4.1 presenta las treinta semanas a ser observadas para obtener los datos requeridos. El cuadro presenta en la columna (1) el número de las observaciones, en la columna (2) el número de la semana seleccionada y los mismos datos ordenados se muestran en la columna (3).

Cuadro 4.1 Selección de las observaciones

# Observaciones (1)	# de Semana (2)	Orden de los datos (3)
1	47	6
2	26	12
3	39	13
4	13	14
5	38	15
6	14	17
7	15	22
8	31	23
9	29	24
10	40	25
11	52	26
12	48	27
13	53	28
14	12	29
15	37	30
16	28	31
17	41	32
18	6	35
19	17	37
20	23	38
21	24	39
22	22	40
23	45	41
24	49	43
25	30	45
26	25	47
27	27	48
28	43	49
29	32	52
30	35	53

Elaborado: Por las autoras

Para el procesamiento de pedido, se toma en cuenta que el seguimiento de un pedido es para un contenedor, es así que toda la información está calculada en horas por contenedor.

El cuadro 4.2 presenta la cantidad exportada. El cuadro muestra en la columna (1) las observaciones, en la columna (2) se encuentran los números de las semanas que son observadas, en la columna (3) se encuentra el nombre del buque zarpado para dicha semana, en la columna (4) está la cantidad de contenedores exportados y la columna (5) está la cantidad de DAE que se crearon para exportar dichos contenedores.

Cuadro 4.2 Cantidad exportada de Banaexpo S.A.

# Observaciones (1)	# Semana (2)	Nombre del buque (3)	Cantidad de contenedores (4)	Cantidad de D.A.E. (5)
1	6	B.E América	200	21
2	12	B.E América	190	17
3	13	B.E Pacific	181	16
4	14	B.E Ecuador	192	17
5	15	B.E América	205	19
6	17	B.E Ecuador	209	21
7	22	B.E Pacific	191	15
8	23	B.E Ecuador	172	15
9	24	B.E América	170	13
10	25	B.E Pacific	167	15
11	26	B.E Ecuador	169	14
12	27	B.E América	175	17
13	28	B.E Pacific	174	17
14	29	B.E Ecuador	178	19
15	30	B.E América	168	16
16	31	B.E Pacific	166	15
17	32	B.E Ecuador	166	17
18	35	B.E Ecuador	160	15
19	37	B.E Pacific	171	19
20	38	B.E Ecuador	174	15
21	39	B.E América	177	16
22	40	B.E Pacific	185	18
23	41	B.E Ecuador	182	14
24	43	B.E Pacific	186	16
25	45	B.E América	207	19
26	47	Pontif	209	18
27	48	Galatea	172	15
28	49	B.E Pacific	190	18
29	52	B.E Pacific	212	17
30	53	B.E Ecuador	210	19

Fuente: Banaexpo S.A.

### **4.3 ESTIMACIÓN DE LOS DATOS DE TIEMPO DE LAS ACTIVIDADES**

El Pert/Cpm requiere conocer la media, la varianza y la desviación estándar de todas las actividades.

Los datos colectados de los tiempos observados en cada semana seleccionada están incluidas en el anexo 5, este anexo presenta un cuadro por cada actividad, o sea, del 4.A al 4.Q para las actividades observadas.

El anexo 5.A presenta los datos del Tiempo de receptor el pedido de la fruta para los treinta embarques observados.

El anexo 5.B presenta los datos del Tiempo de elaborar y enviar el Provisional de Volumen para los treinta embarques observados.

El anexo 5.C presenta los datos de los Tiempo de elaborar y enviar la Distribución de Cupos para los treinta embarques observados.

El anexo 5.D presenta los datos del Tiempo de crear la AUCP para los treinta embarques observados.

El anexo 5.E presenta los datos del Tiempo de crear la factura provisional para los treinta embarques observados.

El anexo 5.F presenta los datos del Tiempo de crear la DAE para los treinta embarques observados.

El anexo 5.G presenta los datos del Tiempo de preparar el material de embalaje para los treinta embarques observados.

El anexo 5.H presenta los datos del Tiempo de elaborar y enviar el Booking de Contenedores para los treinta embarques observados.

El anexo 5.I presenta los datos del Tiempo de elaborar y enviar el Programa de Despacho para los treinta embarques observados.

El anexo 5.J presenta los datos del Tiempo de retirar el contenedor del patio de contenedores para los treinta embarques observados.

El anexo 5.K presenta los datos del Tiempo de trasladar el contenedor a la finca para los treinta embarques observados.

El anexo 5.L presenta los datos del Tiempo de embalar la fruta y llenar el contenedor en finca para los treinta embarques observados.

El anexo 5.M presenta los datos del Tiempo de trasladar el contenedor al puerto para los treinta embarques observados.

El anexo 5.N presenta los datos del Tiempo de procesar el ingreso del contenedor en el puerto para los treinta embarques observados.

El anexo 5.O presenta los datos del Tiempo de revisar el estado de la DAE para la salida autorizada para los treinta embarques observados.

El anexo 5.P presenta los datos del Tiempo de trasladar el contenedor al muelle para los treinta embarques observados.

El anexo 5.Q presenta los datos del Tiempo de embarcar el contenedor al buque para los treinta embarques observados.

Del conjunto de treinta observaciones, las actividades  $T_a$ ,  $T_b$ ,  $T_d$ ,  $T_e$  y  $T_f$  no poseen una relación directa con la cantidad de contenedores que se exportan para cada semana, es por ese motivo que se asume que a cada contenedor se le da la misma importancia y el mismo tiempo, para todas las demás actividades las observaciones ya estaban dadas por contenedor.

La información para las actividades  $T_j$ ,  $T_k$ ,  $T_l$ ,  $T_m$  y  $T_n$  son dadas por cantidad de contenedores exportados de los cuales para estas se escogió una muestra de cincuenta datos para sacar su promedio por observación, para toda las demás variables es un dato por observación.

Para las actividades  $T_g$  y  $T_p$  no se consiguió respaldo estadístico del tiempo de duración, es así que se usa un promedio referencial de la actividad para las treinta observaciones.

El cuadro 4.3 presenta los tiempos promedios en horas de las actividades. El cuadro muestra en la columna (1) el número de las observaciones, la media, la varianza y la desviación estándar para cada actividad y en la columna (2) presenta los datos y resultados de las observaciones.

Cuadro 4.3 Tiempos promedio en horas de las actividades

Observaciones (1)	Tiempos promedio (horas) de las actividades (2)																
	T <sub>a</sub>	T <sub>b</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>d</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>f</sub>	T <sub>g</sub>	T <sub>h</sub>	T <sub>i</sub>	T <sub>j</sub>	T <sub>k</sub>	T <sub>l</sub>	T <sub>m</sub>	T <sub>n</sub>	T <sub>o</sub>	T <sub>p</sub>	T <sub>q</sub>
1	0,05	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,07	2,28	5,71	6,82	6,38	4,56	0,00	0,25	0,07
2	0,10	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	6,00	0,02	0,07	2,25	6,09	6,83	6,76	4,51	0,00	0,25	0,07
3	0,12	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,02	0,07	2,30	6,50	6,95	7,17	4,61	0,00	0,25	0,07
4	0,06	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,06	2,35	7,00	7,01	7,67	4,70	0,00	0,25	0,06
5	0,05	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01	6,00	0,04	0,07	2,40	7,16	7,16	7,83	4,81	0,00	0,25	0,07
6	0,03	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01	6,00	0,04	0,06	2,45	7,51	7,19	8,18	4,90	0,00	0,25	0,07
7	0,13	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,07	2,53	6,91	7,30	7,58	5,06	0,00	0,25	0,08
8	0,07	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,02	0,07	2,46	6,49	7,20	7,16	4,92	0,00	0,25	0,07
9	0,08	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,02	0,07	2,47	6,48	7,16	7,15	4,95	0,00	0,25	0,07
10	0,13	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	6,00	0,02	0,06	2,48	6,20	7,06	6,86	4,97	0,00	0,25	0,07
11	0,08	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,02	0,06	2,60	6,99	6,75	7,66	5,21	0,00	0,25	0,07
12	0,05	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,02	0,07	2,63	6,88	6,73	7,55	5,27	0,00	0,25	0,08
13	0,07	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,07	2,67	6,91	6,62	7,58	5,34	0,00	0,25	0,08
14	0,05	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,02	0,07	2,35	6,97	6,73	7,64	4,69	0,00	0,25	0,07
15	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	6,00	0,02	0,06	2,12	6,02	6,59	6,68	4,23	0,00	0,25	0,07
16	0,08	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	6,00	0,02	0,06	2,12	6,27	6,53	6,94	4,23	0,00	0,25	0,07
17	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,06	2,21	5,74	6,56	6,40	4,41	0,00	0,25	0,07
18	0,07	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,06	1,94	5,75	6,44	6,42	3,88	0,00	0,25	0,07
19	0,03	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	6,00	0,01	0,07	2,13	6,13	6,63	6,80	4,26	0,00	0,25	0,08
20	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,07	2,11	7,36	6,59	8,03	4,23	0,00	0,25	0,07
21	0,03	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	6,00	0,02	0,07	2,22	8,23	6,61	8,90	4,45	0,00	0,25	0,07
22	0,09	0,04	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,07	2,28	8,92	6,77	9,59	4,57	0,00	0,25	0,07
23	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,07	2,20	8,56	6,62	9,23	4,39	0,00	0,25	0,07
24	0,03	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,07	2,14	8,46	6,54	9,13	4,29	0,00	0,25	0,07
25	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	6,00	0,03	0,06	2,28	8,80	6,64	9,47	4,57	0,00	0,25	0,07
26	0,01	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,06	2,42	8,89	6,73	9,56	4,85	0,00	0,25	0,07
27	0,04	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	6,00	0,02	0,07	2,42	8,86	6,51	9,53	4,84	0,00	0,25	0,07
28	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,07	2,39	7,45	6,35	8,12	4,78	0,00	0,25	0,08
29	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,06	2,21	5,68	6,62	6,34	4,41	0,00	0,25	0,07
30	0,03	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01	6,00	0,04	0,07	1,91	5,37	6,34	6,04	3,83	0,00	0,25	0,07
Media	0,06	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	6,00	0,03	0,07	2,31	7,01	6,75	7,68	4,62	0,00	0,25	0,07
Varianza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1,19	0,07	1,19	0,14	0,00	0,00	0,00
Desviación estándar	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,19	1,09	0,26	1,09	0,38	0,00	0,00	0,00

Elaborado: Por las autoras

#### 4.4 RED PERT PARA TIEMPOS INCIERTOS

Dada la naturaleza de las variables se utiliza el método de tiempos inciertos con el fin de obtener el tiempo esperado y la varianza de cada actividad.

El cuadro 4.4 muestra los tiempos inciertos de las actividades.

El cuadro presenta en la columna (1) las actividades, en la columna (2) están las actividades predecesoras, en las columnas (3), (4) y (5) están los tiempos optimistas, los tiempos probables y los tiempos pesimistas que fueron hallados de las treinta observaciones para cada actividad que se encuentran en la columna (2) del cuadro 4.3, en la columna (6) está el tiempo esperado para cada actividad y en la columna (7) está la varianza para cada actividad.

Cuadro 4.4 Tiempos inciertos de las actividades en hora

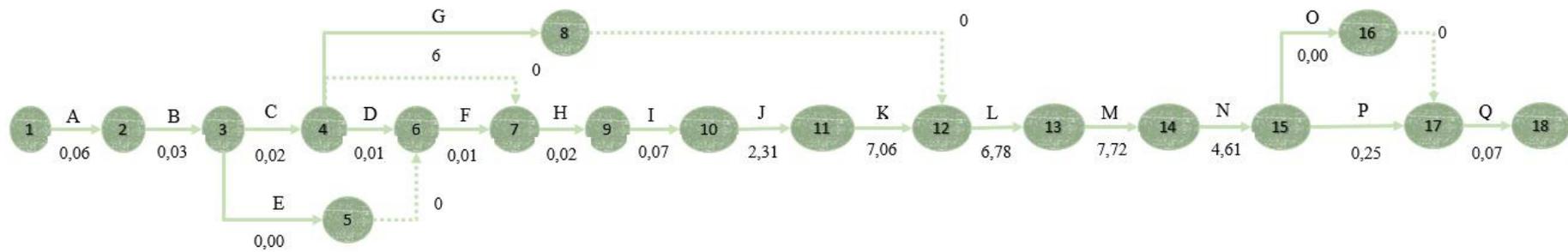
Actividad (1)	Predecesora (2)	Tiempo optimista (3)	Tiempo probable (4)	Tiempo pesimista (5)	Tiempo esperado (6)	Varianza (7)
A	-	0,013	0,057	0,134	0,062	0,0004
B	A	0,019	0,029	0,038	0,029	0,0000
C	B	0,009	0,020	0,030	0,020	0,0000
D	C	0,005	0,008	0,011	0,008	0,0000
E	B	0,002	0,003	0,004	0,003	0,0000
F	D, E	0,006	0,008	0,012	0,008	0,0000
G	C	6,000	6,000	6,000	6,000	0,0000
H	C, F	0,015	0,026	0,038	0,026	0,0000
I	H	0,057	0,066	0,075	0,066	0,0000
J	I	1,914	2,312	2,670	2,305	0,0159
K	J	5,370	7,011	8,922	7,056	0,3505
L	G, K	6,343	6,753	7,297	6,775	0,0252
M	L	6,037	7,677	9,589	7,722	0,3505
N	M	3,829	4,623	5,340	4,610	0,0634
O	N	0,001	0,002	0,003	0,002	0,0000
P	N	0,250	0,250	0,250	0,250	0,0000
Q	O, P	0,065	0,072	0,081	0,072	0,0000

Elaborado: Por las autoras

#### 4.5 RED PERT/CPM

La figura 4.1 presenta la red pert/cpm con dieciocho nodos con sus respectivas actividades y sus tiempos esperados los mismos que fueron sacados de la columna (6) del cuadro 4.4

Figura 4.1 Red PERT/CPM del procesamiento de pedido de Banaexpo S.A.



Elaborado: Por las autoras

## 4.6 CÁLCULO DE LA RUTA CRÍTICA

Para el cálculo de la ruta crítica se obtiene las tablas de los tiempos más cercanos de terminación y más lejanos de iniciación para de esta manera obtener la holgura de las actividades.

### 4.6.1 Tiempos más cercanos de terminación y tiempos más lejanos de iniciación

Para el cálculo de la ruta crítica se debe hallar el tiempo más cercano de terminación que es el tiempo en hora que demora el procesamiento de pedido para un contenedor y también se calcula el tiempo más lejano de iniciación que es el máximo tiempo en hora que se puede demorar para iniciar el procesamiento de pedido para un contenedor.

El cuadro 4.5 presenta el tiempo más cercano de terminación, los valores por nodos están dados en horas. El cuadro muestra en la columna (3) el tiempo más cercano de inicio en relación al nodo anterior, en la columna (4) el tiempo de la actividad que es el tiempo esperado y en la columna (5) el tiempo más cercano de terminación que es la suma del tiempo más cercano de inicio más el tiempo de la actividad.

Cuadro 4.5 Tiempo más cercano de terminación en horas

Nodo (1)	Nodo anterior (2)	Tiempo más cercano inicio (3)	Tiempo de la actividad (4)	Tiempo más cercano de terminación (5)
1	-	-	-	0,000
2	1	0,000	0,062	0,062
3	2	0,062	0,029	0,091
4	3	0,091	0,020	0,111
5	3	0,091	0,003	0,094
6	4	0,111	0,008	0,119
6	5	0,094	0,000	0,094
7	4	0,111	0,000	0,111
7	6	0,119	0,008	0,128
8	4	0,111	6,000	6,111
9	7	0,128	0,026	0,154
10	9	0,154	0,066	0,221
11	10	0,221	2,305	2,526
12	8	6,111	0,000	6,111
12	11	2,526	7,056	9,581
13	12	9,581	6,775	16,357
14	13	16,357	7,722	24,079
15	14	24,079	4,610	28,689
16	15	28,689	0,002	28,691
17	15	28,689	0,250	28,939
17	16	28,691	0,000	28,691
18	17	28,939	0,072	29,011

Elaborado: Por las autoras

El cuadro 4.6 presenta el tiempo más lejano de iniciación, los valores por nodos están dados en horas. El cuadro muestra en la columna (3) el tiempo más lejano de

terminación en relación al nodo posterior, en la columna (4) el tiempo de la actividad que es el tiempo esperado y en la columna (5) el tiempo más lejano de iniciación que es la resta del tiempo más lejano de terminación menos el tiempo de la actividad.

Cuadro 4.6 Tiempo más lejano de iniciación en horas

Nodo (1)	Nodo posterior (2)	Tiempo más lejano terminación (3)	Tiempo de la actividad (4)	Tiempo más lejano de iniciación (5)
18	-	-	-	29,011
17	18	29,011	0,072	28,939
16	17	28,939	0,000	28,939
15	17	28,939	0,250	28,689
15	16	28,939	0,002	28,937
14	15	28,689	4,610	24,079
13	14	24,079	7,722	16,357
12	13	16,357	6,775	9,581
11	12	9,581	7,056	2,526
10	11	2,526	2,305	0,221
9	10	0,221	0,066	0,154
8	12	9,581	0,000	9,581
7	9	0,154	0,026	0,128
6	7	0,128	0,008	0,119
5	6	0,119	0,000	0,119
4	8	9,581	6,000	3,581
4	7	0,128	0,000	0,128
4	6	0,119	0,008	0,111
3	5	0,119	0,003	0,116
3	4	0,111	0,020	0,091
2	3	0,091	0,029	0,062
1	2	0,062	0,062	0,000

Elaborado: Por las autoras

#### 4.6.2 Tiempos de holgura

Los tiempos de holgura sirven para conocer cuáles son las actividades de la ruta crítica, aquellas actividades que tienen holgura de cero pertenecen a la ruta crítica y no pueden tener un retraso en el inicio de sus actividades ya que esto haría que se retrase todo el proceso.

Las actividades que tienen una holgura mayor a cero son aquellas que pueden demorarse en iniciar hasta lo que su valor de holgura indique sin que afecte al tiempo de terminación del procesamiento de pedido.

El cuadro 4.7 presenta los tiempos de holgura para las actividades en horas. El cuadro muestra en la columna (2) las actividades ij que son los nodos de inicio y fin, en la columna (3) los tiempos más lejanos de iniciación con respecto al nodo j, en la columna (4) los tiempos más cercanos de terminación con respecto al nodo i, la columna (5) los tiempos esperados de la actividad que se encuentra entre los nodos ij y en la columna (6) los tiempos

de holgura que se obtiene restando los tiempos más lejanos de iniciación menos los tiempos más cercanos de terminación menos el tiempo esperado.

Cuadro 4.7 Tiempos de holgura para las actividades en horas

Actividad (1)	Actividad (i,j) (2)	Lj (3)	Ei (4)	Tij (5)	Holgura (Hij) (6)
A	1, 2	0,062	0,000	0,062	0,000
B	2, 3	0,091	0,062	0,029	0,000
C	3, 4	0,111	0,091	0,020	0,000
D	4, 6	0,119	0,111	0,008	0,000
E	3, 5	0,119	0,091	0,003	0,025
F	6, 7	0,128	0,119	0,008	0,000
G	4, 8	9,581	0,111	6,000	3,470
H	7, 9	0,154	0,128	0,026	0,000
I	9, 10	0,221	0,154	0,066	0,000
J	10, 11	2,526	0,221	2,305	0,000
K	11, 12	9,581	2,526	7,056	0,000
L	12, 13	16,357	9,581	6,775	0,000
M	13, 14	24,079	16,357	7,722	0,000
N	14, 15	28,689	24,079	4,610	0,000
O	15, 16	28,939	28,689	0,002	0,248
P	15, 17	28,939	28,689	0,250	0,000
Q	17, 18	29,011	28,939	0,072	0,000

Elaborado: Por las autoras

#### 4.7 PROBABILIDAD EN EL TIEMPO DE CULMINACIÓN

Las observaciones responden una distribución normal Z, es por ello que podemos encontrar cuál es la probabilidad de que el proyecto se termine en un tiempo mayor o menor al que se obtiene en el tiempo más cercano de terminación.

Primero se obtiene la sumatoria de las varianzas de las actividades de la ruta crítica, luego se halla el valor de Z que está explicado en la fórmula (3.7) de la sección 3.3.4.

Se muestran tres escenarios con tiempos T dados para conocer cuál sería la probabilidad de que el proyecto termine antes y después de su tiempo más cercano de terminación.

El valor de  $x = 29,011 \approx 29:00:40$

Escenario	T
1	$p=(T=24 \text{ horas})$
2	$p=(T>29 \text{ horas})$
3	$p=(T>34 \text{ horas})$

El cuadro 4.8 presenta la desviación estándar de las actividades de la ruta crítica. El cuadro muestra en la columna (2) los nodos de las actividades críticas, en la columna (3) se encuentran las varianzas que fueron sacadas en el cuadro 4.4 y en la columna (4) se saca la desviación estándar usando la fórmula  $RAIZ(\text{varianza})$ .

Cuadro 4.8 Desviación estándar de las actividades de la ruta crítica

Actividades críticas (1)	Actividad (i,j) (2)	Varianza (3)	Desviación estándar (4)
A	1, 2	0,0004	0,0202
B	2, 3	0,0000	0,0032
C	3, 4	0,0000	0,0035
D	4, 6	0,0000	0,0011
F	6, 7	0,0000	0,0010
H	7, 9	0,0000	0,0038
I	9, 10	0,0000	0,0029
J	10, 11	0,0159	0,1259
K	11, 12	0,3505	0,5920
L	12, 13	0,0252	0,1589
M	13, 14	0,3505	0,5920
N	14, 15	0,0634	0,2519
P	15, 17	0,0000	0,0000
Q	17, 18	0,0000	0,0027
		$\Sigma$	1,7591

Elaborado: Por las autoras

El cuadro 4.9 presenta la probabilidad de tiempo en T. El cuadro muestra la probabilidad de que el procesamiento de pedido termine en un tiempo T dado, en la columna (1) se presenta los posibles escenarios de T, en la columna (2) se encuentra los valores de Z y en la columna (3) es la probabilidad hallada en la tabla de distribución normal Z.

Cuadro 4.9 Probabilidad de tiempo en T

Escenario (1)	Z (2)	% (3)
1	-2,849	0,22%
2	-0,006	49,60%
3	2,8359	99,77%

Elaborado: Por las autoras

## 4.8 INDICADOR DE GESTIÓN DE PEDIDO

Dentro de los indicadores de desempeño logístico se encuentran los de gestión de pedido, los mismos que tienen como objetivo relacionarse con la estrategia corporativa y factores de competitividad de la empresa.

### 4.8.1. Entregas completas

Este indicador sirve para conocer el porcentaje de las entregas que son enviadas completas.

$$\text{Entregas completas: } \frac{\text{entregas completas}}{\text{total de entregas}} \times 100$$

$$\text{Entregas completas: } \frac{29}{30} \times 100 = 96.67\%$$

## CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se realizará un análisis de los resultados descritos en el capítulo anterior con el fin de hallar cuales son las actividades de la ruta crítica para realizar un análisis de dichas actividades y poder establecer un cronograma de las actividades y así cumplir con el objetivo general de ésta tesis.

### 5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS

El método PERT/CPM indica la media, varianza y desviación estándar de todas las variables como se aprecia en el cuadro 4.3, al ser una muestra los valores son obtenidos como muestrales para hacer referencia a la población, en este caso la media muestral representa el promedio de cada actividad, la varianza muestral es dada en horas al cuadrado de su esperanza y la desviación estándar da la dispersión de los datos.

La gráfica 5.1 distribución estadística de las actividades muestra los valores de media, varianza y desviación estándar de cada actividad.

Se puede apreciar que las actividades que están relacionadas directamente con el manipuleo de los contenedores poseen mayor dispersión de los datos como son el caso de las actividades de  $T_k$  y  $T_m$  con 1,090 horas para ambas, seguidas de  $T_n$ ,  $T_l$  y  $T_j$  con 0,376, 0,263 y 0,188 horas.

Figura 5.1 Distribución de los tiempos de las actividades



Elaborado: Por las autoras

Dadas las características de las actividades se asume que sus tiempos son inciertos y se obtiene el tiempo esperado de cada actividad, este tiempo refleja cuanto se espera que

La actividad, es decir según las estadísticas históricas cada variable tiene un tiempo medio de duración y al obtener el tiempo esperado se establece, si esa media representa o no lo que matemáticamente fija que debe demorarse cada actividad.

La tabla 5.1 presenta las diferencias entre las medias y el tiempo esperado para cada variable.

Tabla 5.1 Diferencia entre media y tiempo esperado

Observaciones	T <sub>a</sub>	T <sub>b</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>d</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>f</sub>	T <sub>g</sub>	T <sub>h</sub>	T <sub>i</sub>	T <sub>j</sub>	T <sub>k</sub>	T <sub>l</sub>	T <sub>m</sub>	T <sub>n</sub>	T <sub>o</sub>	T <sub>p</sub>	T <sub>q</sub>
Media	1:21	0:41	0:28	0:11	0:04	0:12	6:00	0:38	1:35	7:28	0:15	18:03	16:15	14:57	0:02	6:00	1:43
Tiempo esperado	1:29	0:41	0:28	0:11	0:04	0:12	6:00	0:38	1:35	7:19	1:20	18:36	17:20	14:38	0:03	6:00	1:43
Diferencia	0:08	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:09	1:05	0:32	1:05	0:18	0:00	0:00	0:00

Elaborado: Por las autoras

Los valores que se encuentran en rojo son valores negativos, establecen que las actividades T<sub>a</sub>, T<sub>k</sub>, T<sub>l</sub>, y T<sub>m</sub> tienen un mayor tiempo de duración de lo que se espera que la actividad dure.

Las demoras de la actividad se pueden dar por dos tipos de problemas, los externos que son ajenos a la empresa y los internos que bien pueden ser por problema del responsable o de departamentos relacionados.

### 5.1.1. Descripción de la ruta crítica

Con la red PERT/CPM podemos observar que tenemos dieciocho nodos con actividades secuenciales y consecutivas.

Para conocer el tiempo del procesamiento de pedido se conoce el tiempo más lejano de iniciación que es 0,000 ≈ 0:00:00 es decir, no hay como demorarse en iniciar el procesamiento de pedido, este tiempo indica que tan tarde en horas se puede iniciar sin que afecte al tiempo de terminación.

También se conoce el tiempo más cercano de terminación es decir que con el tiempo más cercano de iniciación y el tiempo de cada actividad se llega a saber el tiempo del procesamiento de pedido que es 29,011 ≈ 29:00:40.

La ruta crítica se obtiene con el tiempo más cercano de terminación del procesamiento de pedido. Esto quiere decir que si todas las actividades duran el tiempo esperado el procesamiento de pedido de un contenedor es de 29 horas con 40 segundos que en días laborables sería 3 días con 5 horas de manera continua para un contenedor.

Con los tiempos más cercanos de terminación y más lejanos de iniciación se pueden obtener los tiempos de holgura de las variables, para aquellas que el tiempo es de 0, son parte de la ruta crítica y durante el procesamiento de pedido no se pueden demorar más del tiempo esperado ya que retrasaría el tiempo de terminación.

De esta manera se concluye que de las diecisiete actividades, catorce son parte de la ruta crítica siendo:

- T<sub>a</sub> Tiempo de recepcionar el pedido de la fruta.
- T<sub>b</sub> Tiempo de elaborar y enviar el Provisional de Volumen.
- T<sub>c</sub> Tiempo de elaborar y enviar la Distribución de Cupos.
- T<sub>d</sub> Tiempo de crear la AUCP.
- T<sub>f</sub> Tiempo de crear la DAE.
- T<sub>h</sub> Tiempo de elaborar y enviar el Booking de Contenedores.
- T<sub>i</sub> Tiempo de elaborar y enviar el Programa de Despacho.
- T<sub>j</sub> Tiempo de retirar el contenedor del patio de contenedores.
- T<sub>k</sub> Tiempo de trasladar el contenedor a la finca.
- T<sub>l</sub> Tiempo de embalar la fruta y llenar el contenedor en finca.
- T<sub>m</sub> Tiempo de trasladar el contenedor al puerto.
- T<sub>n</sub> Tiempo de procesar el ingreso del contenedor en el puerto.
- T<sub>p</sub> Tiempo de trasladar el contenedor al muelle.
- T<sub>q</sub> Tiempo de embarcar el contenedor al buque.

Dentro de las actividades, las que no pertenece a la ruta crítica son:

- T<sub>e</sub> Tiempo de crear la factura provisional.
- T<sub>g</sub> Tiempo de preparar el material de embalaje.
- T<sub>o</sub> Tiempo de revisar el estado de la DAE para la salida autorizada.

La cual T<sub>e</sub> tiene una holgura de 6 minutos, T<sub>g</sub> tiene una holgura de 3 horas con 11 minutos y 28 segundos y T<sub>o</sub> tiene una holgura de 5 minutos con 22 segundos. Esto quiere decir que todas estas actividades tienen como demorarse en ser ejecutadas o en finalizar tanto como su tiempo de holgura les dé sin que afecte al tiempo total de terminación del procesamiento de pedido. Los tiempos de holgura están dados para un contenedor.

### 5.1.2. Probabilidad de culminación

Es así como utilizando la distribucional normal z, se obtuvo la posibilidad que el proyecto termine en el mismo tiempo que se concluye mediante el tiempo más cercano de terminación con 29 horas y se obtuvo una probabilidad de 49,60% siendo un porcentaje bajo

en cambio cuando se aumenta las horas a 34 la probabilidad es casi de 99,77% de que en ese tiempo se termine el proyecto.

Si partimos de la fórmula 3.7 y para obtener un tiempo estimado, es así que con un nivel de confianza el 95%, tenemos un valor de Z: 1,64 y despejando T, tenemos un total de 31 horas con 21 minutos, esto quiere decir que aplicando una confianza del 95% el procesamiento de pedido duraría en días laborables 3 días con 7 horas y 52 segundos para un contenedor.

## **5.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE TIENEN DEPENDENCIA DE FACTORES EXTERNOS**

Existen actividades que para su correcto funcionamiento depende de factores externos los cuales son los principales actores en el retraso de una actividad y es por este motivo que se identifican dichas actividades.

Las actividades que dependen que un sistema que apruebe su solicitud para seguir el proceso, como lo es en el caso del ecuapass un sistema administrado por la SENA que presenta problemas como caída del sistema, lentitud en la aprobación por parte del aforador, dentro de estas actividades tenemos:

$T_c$  Tiempo de crear la AUCP.

$T_e$  Tiempo de crear la DAE.

$T_o$  Tiempo de revisar el estado de la DAE para la salida autorizada.

Las actividades que su tiempo depende de una distancia en kilómetros, como lo es el caso de aquellas que deben de ir a la finca y al puerto, en el cuadro 4.3 se aprecia la dispersión de estas actividades que es alta y es debido porque hay fincas que se encuentran a tres horas y otras que se encuentran hasta trece horas de distancia, dentro de estas actividades tenemos:

$T_k$  Tiempo de trasladar el contenedor a la finca.

$T_m$  Tiempo de trasladar el contenedor al puerto.

Las actividades que su tiempo depende de la hora de llegada como en el caso del patio de contenedores y en el puerto donde se realizan filas esperando su turno para ser atendidos se encuentran las siguientes actividades:

$T_j$  Tiempo de retirar el contenedor del patio de contenedores.

$T_n$  Tiempo de procesar el ingreso del contenedor en el puerto.

### 5.3 **PORCENTAJE DE ENTREGAS COMPLETAS**

De las treinta observaciones se determinó que el 96.67% de los embarques llevaba el pedido completo, es decir para un año de 52 semanas el 5,77% de los embarques no llevaran los pedidos completos.

Dentro de las razones para que un embarque no se vaya completo están:

- i. Que la aduana haya hecho una revisión antinarcóticos.
- ii. Que el contenedor no haya llegado al puerto.
- iii. Que el contenedor se haya caído.

Figura 5.2 Razones de entregas de pedidos incompletos



Fuente: Banaexpo S.A.

Con el mayor porcentaje se encuentra la revisión antinarcótico, cuando esto ocurre, los policías antinarcóticos escogen contenedores al azar para hacerles la revisión, la cual consta de abrir el contenedor y abrir ciertas cajas las mismas que ya no serán embarcadas como también puede darse el caso que se abra el contenedor y no se dañe ninguna caja.

### 5.4 **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DIARIAS**

Todos los análisis y tiempos anteriores son dados para un contenedor.

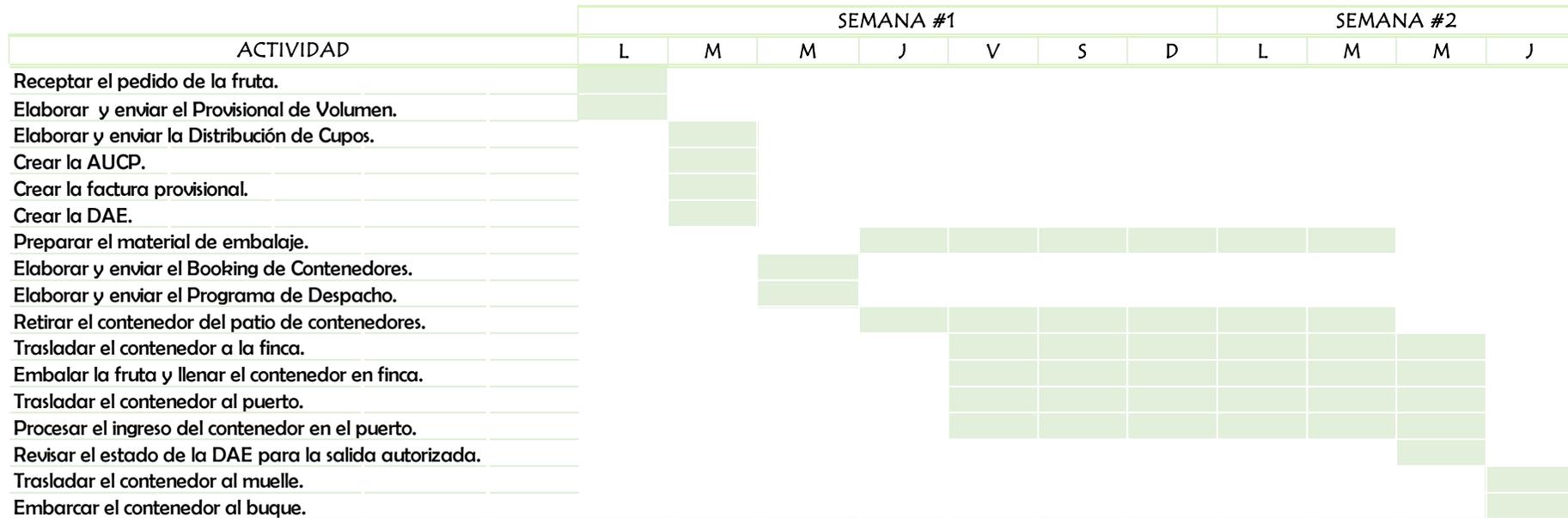
Para un embarque de un buque tenemos en promedio 184 contenedores los cuales llevarían un aproximado de 220800 cajas, aunque la empresa posea un contrato con 120 fincas repartidas en la zonas de Los Ríos, Guayas, El Oro y Manabí, es imposible realizar esto de manera consecutiva es decir todos los contenedores al mismo tiempo, debido a que no hay transporte suficiente para cubrir todos los 184 viajes al mismo tiempo y las fincas no

van a tener capacidad ni en su planta empacadora ni personal humano para realizar esa magnitud de corte de fruta de una sola vez.

Por estas razones el corte de fruta para llenar un contenedor es de 6 días y todo el procesamiento de pedido dura 11 días.

En la Gráfica 5.3 Cronograma de actividades diarias se aprecia los días que se realizan cada actividad.

Figura 5.3 Cronograma de actividades diarias



Elaborado: Por las autoras

Las actividades que se realizan durante los seis días son  $T_g$ ,  $T_j$ ,  $T_k$ ,  $T_l$ ,  $T_m$  y  $T_n$  para los cuales se comienza desde el día jueves hasta el miércoles de la siguiente semana, los días de mayor corte son lunes a miércoles con el 80% de la carga.

La modalidad de trabajo es con el pre-corte, en la semana actual se embarca la fruta que se cortó la semana anterior, así mismo en la semana actual se realiza el pedido de la fruta que será embarcada la semana siguiente.

## 5.5 *DIAGRAMA DE GANTT*

El diagrama de Gantt nos muestra la duración de las actividades dado su tiempo en un tiempo total determinado, en este caso en horas laborables de ocho horas cada día.

Para realizar el diagrama se escogieron los tiempos promedio de las actividades por buque zarpado.

En el cuadro 5.1 se aprecia la fecha<sup>5</sup> y el tiempo en hora y convertida a decimal equivalente a un día laboral de ocho horas

En la gráfica 5.3 diagrama de Gantt de las actividades de Banaexpo S.A. se aprecia los tiempos de duración de cada actividad de manera consecutiva sin hacer referencia a que esas actividades consecutivas también tienen un comportamiento secuencial por la cantidad de contenedores que se embarcan en un buque.

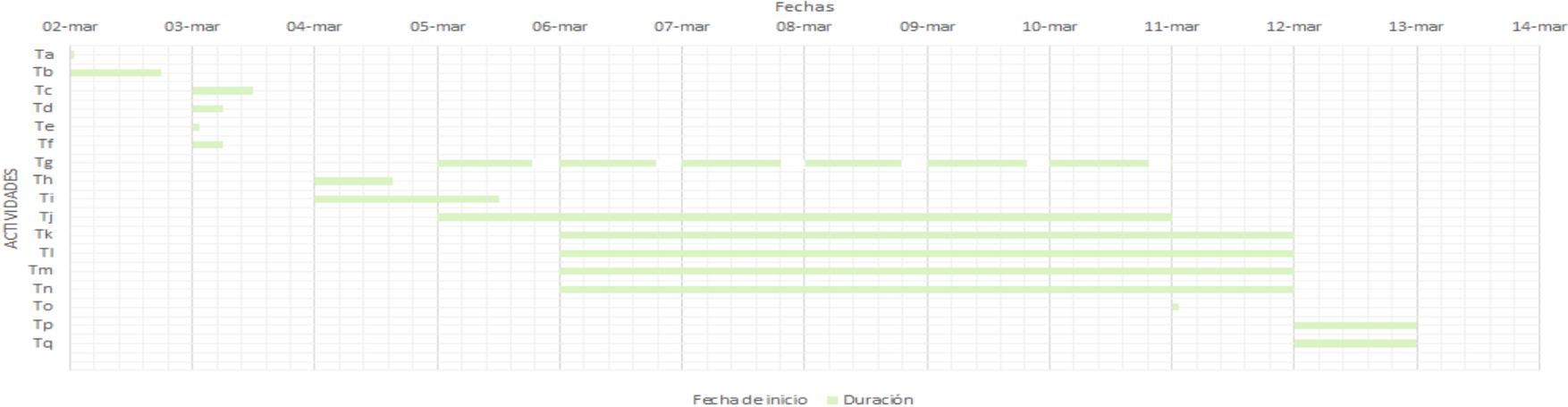
Cuadro 5.1 Cuadro de tiempos de Banaexpo S.A.

Actividades	Fecha de inicio	Duración	tiempo en decimal
T <sub>a</sub>	02-mar	0:15:27	0,03
T <sub>b</sub>	02-mar	5:22:08	0,75
T <sub>c</sub>	03-mar	3:42:28	0,50
T <sub>d</sub>	03-mar	1:27:38	0,25
T <sub>e</sub>	03-mar	0:34:48	0,06
T <sub>f</sub>	03-mar	1:31:30	0,25
T <sub>g</sub>	05-mar	6:00:00	6,00
T <sub>h</sub>	04-mar	4:55:52	0,63
T <sub>i</sub>	04-mar	12:12:28	1,50
T <sub>j</sub>	05-mar	2:18:55	6,00
T <sub>k</sub>	06-mar	7:00:29	6,00
T <sub>l</sub>	06-mar	6:45:18	6,00
T <sub>m</sub>	06-mar	7:40:13	6,00
T <sub>n</sub>	06-mar	4:38:11	6,00
T <sub>o</sub>	11-mar	0:22:48	0,06
T <sub>p</sub>	12-mar	0:15:00	1,00
T <sub>q</sub>	12-mar	13:08:38	1,00

Elaborado: Por las autoras

<sup>5</sup> La fecha se la escogió al azar solo de manera demostrativa.

Figura 5.4 Diagrama de Gantt de las actividades de Banaexpo S.A.



Elaborado: Por las autoras

## CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

La presente tesis tuvo como objetivo general estimar las actividades críticas del procesamiento de pedido del banano de exportación de la empresa Banaexpo S.A. y se concluye:

1. Las actividades del procesamiento de pedido del banano de exportación de Banaexpo S.A. son diecisiete desde que el cliente realiza el pedido hasta que el contenedor es embarcado al buque, las mismas que están descritas en la sección 3.4.

2. Mediante el método PERT/CPM se encontró que el tiempo del procesamiento de pedido para un contenedor es de 29 horas con 40 segundos siendo 3 días laborables con 5 horas, el mismo que se encuentra detallado en el cuadro 4.5.

3. Las actividades críticas del procesamiento de pedido son catorce, las cuales son: Receptar el pedido de la fruta, Elaborar y enviar el provisional de volumen, Elaborar y enviar la distribución de cupos, Crear la AUCP, Crear la DAE, Elaborar y enviar el booking de contenedores, Elaborar y enviar el programa de despacho, Retirar el contenedor del patio de contenedores, Trasladar el contenedor a la finca, Embalar la fruta y llenar el contenedor en finca, Trasladar el contenedor al puerto, Procesar el ingreso del contenedor en el puerto, Trasladar el contenedor al muelle y Embarcar el contenedor al buque; las mismas que están descritas en la sección 5.1.1.

4. Con el estadístico Z se encontró que la probabilidad de que el procesamiento de pedido para que un contenedor termine en 29:00:40 es de 49.60%, la misma que está en el cuadro 4.9.

5. Mediante el nivel de confianza del 95% se obtuvo que el tiempo de terminación del procesamiento de pedido para un contenedor es de 31:21:00, la misma que se encuentra en la sección 5.1.2.

6. Por medio del indicador de entregas completas se determinó que el 3.33% de los embarques no llevan el pedido completo, la misma que se encuentra en la sección 5.3.

## REFERENCIAS

- Anderson, Sweeney & Williams. (1993). *Introducción a los Modelos Cuantitativos para Administración*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador. (2014). *Estadísticas*. Obtenido el 25 de noviembre de 2014, de <http://www.aebe.com.ec/Desktop.aspx?Id=174>.
- Ballou R. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministros (5ª ed.)*. México: Pearson & Prentice Hall.
- Banco Central del Ecuador. (2015). *Boletines de prensa: La Balanza de bienes mejora en el 2014*. Obtenido el 1 de abril de 2015, de <http://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/783-la-balanza-de-bienes-mejora-su-desempe%C3%B1o-en-el-2014>.
- Brito Ramos, R. (2004). *Aplicación de los métodos de ruta crítica pert y cpm para la optimización del tiempo y costo en la ejecución del proyecto "pavimentación de 10,000 m2 de calles en la villa vicente guerrero, céntla, tabasco"*. Instituto Tecnológico de la Construcción, México.
- Clemons, E. K. & Row, M. (1998). *McKesson Drug Company: A Case Study of Economost—A Strategic Information System*. *Journal of Management Information Systems*, (Vol 5), (pp. 36-50).
- Haizer, J. & Render, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones (5ª ed.)*. México: Pearson Educación.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2012). *Sinagap*. Obtenido el 30 de noviembre de 2014, de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/site-map/3-comercio-exterior>.
- Paramés, C. (1988). *Introducción al Management (4ª ed.)*. España: Imprenta Nacional del Boletín Oficial del Estado.
- Poggioli, P. (1976). *Aplicación Práctica del Método P.E.R.T. (2ª ed.)*. España: Editores Técnicos Asociados S.A.
- Punmia, B. C. (2006). *Project Planning and Control with PERT and CPM (4ª ed.)*. India: Laxmi Publications (P) LTD.
- Render, B., Stair, R. M. & Hanna M. E. (2009). *Métodos cuantitativos para los negocios (9ª ed.)*. México: Pearson & Prentice Hall.
- Schoderbek, P. P. (1965). *A Study of the Applications of PERT*. *The Academy of Management Journal*, (Vol. 8), (pp. 199-210).
- Voortman, C. (2004). *Global Logistics Management*. South Africa: Juta and Co Ltda.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L. & Ye, K. (2007). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias (8ª ed.)*. México: Pearson & Prentice Hall.

Zülch, G., & Strate, O. (1999). *A simulation based approach for analysing benefits of workflow system integration in customer order processing*. *The International Federation for Information Processing*, (Vol. 24), (pp. 565-571).

## ANEXOS

## Anexo 1 Modelos de los documentos que se presentan en el procesamiento de pedido

## Anexo 1.A Declaración aduanera de exportación

Número de DAE							
Información de general							
Código de la distrito	Código de régimen						
Tipo de Despacho	Código del declarante						
Información de Exportador							
Nombre del exportador	Telefono del exportador						
Dirección del exportador							
Numero de documento de	Ciudad del exportador						
CIU	Numero de documento de						
Nombre del declarante							
Dirección del declarante							
Código de forma de pago	Código de moneda						
Información de carga							
Puerto de carga	Puerto privado desde						
Puerto de llegada o de	Fecha de la carta de						
Nombre del consignatario							
Dirección del							
Ciudad del contribuyente	Tipo de carga						
Almacen de lugar de	Medio de transporte						
Pais de destino final							
Totales							
Código de moneda	Tipo de cambio						
Total moneda transacción (FOB)	Cantidad de ítem						
Peso neto total	Peso total						
Cantidad total de bultos	Cantidad de contenedores						
Cantidad total de unidades físicas	Cantidad total de unidades comerciales						
Código de la mercancía de despacho urgente	Código de solicitud de aforo						
Fecha de primer ingreso	Fecha de primer embarque						
Item							
No. Item	Código Subpartida	Código Complementario	Código Suplementario	Descripción de Mercancías	País de Origen	Peso Neto	Cantidad de U. Comerciales
Despacho precedente							
Numero de secuencia	Distrito precedente	Año precedente	Régimen precedente	Secuencial precedente	Numero Item		
Observaciones de oce - Item							
Numero de Item	Tipo Observación	Contenido					
Documentos							
Numero de item	Numero de documento	Tipo de documento	Fecha de fin de vigencia	Fecha de emisión			

Firma del

Firma del Declarante

## Anexo 1.B Modelo de factura electrónica dada por el S.R.I

**NO TIENE LOGO**

R.U.C.: 1713532503001

**FACTURA**

No. 001-001-000000001

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN

NO ENVIADO

FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN NO ENVIADO

AMBIENTE: PRUEBAS

EMISIÓN: NORMAL

CLAVE DE ACCESO



1003201301171353250300110010010000000011234567811

LYDA MARCELA GOMEZ SANCHEZ

QBECSERVICIOS

Dirección Matriz: NUÑO DE VALDERRAMA 227 Y MARIANA DE JESUS

Dirección Sucursal: NUÑO DE VALDERRAMA 227 Y MARIANA DE JESUS

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD NO

Razón Social / Nombres y Apellidos: CAFE VELEZ RUC / CI: 1706891023001

Fecha Emisión: 10/03/2013 Guía Remisión:

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cent	Descripción	Detalle Adicional	Detalle Adicional	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
01 ventas	SERVICIO CONTABLE	1.00	SERVICIO CONTABLE	ENERO		500.00	0.00	500.00
SUBTOTAL 12%								500.00
SUBTOTAL 0%								0
SUBTOTAL No objeto de IVA								0
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS								500.00
DESCUENTO								0.00
ICE								0
IVA 12%								60.00
PROPINA								0.00
VALOR TOTAL								560.00

Información Adicional

Dirección VALLADOLID N24-296 Y F.

Teléfono 3227508

Email info@cafevelez.com

## Anexo 1.C Modelo de AISV

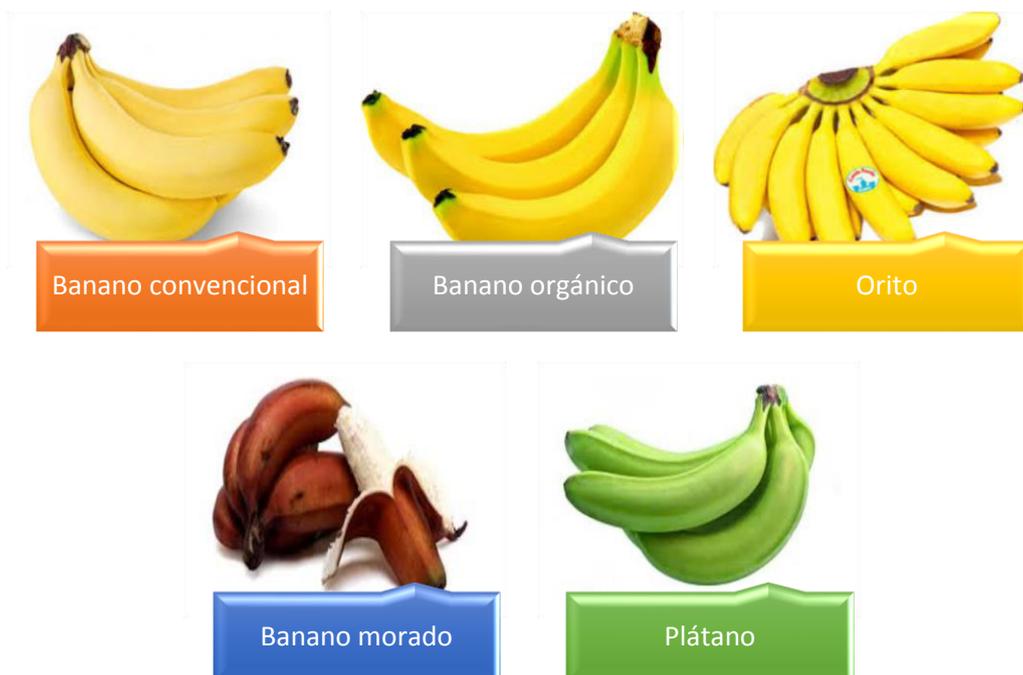
					
<b>AUTORIZACIÓN DE INGRESO Y SALIDA DE VEHÍCULOS</b>					
<b>Servicio #</b>		<b>320140000009</b>		Contenedor lleno	( X )
				Carga suelta	( )
				Carga a consolidar	( )
<b>DATOS DEL BOOKING</b>					
Referencia CONTECON	CGS2010001	Nombre de la nave	CANCELADAS		
Fecha estimada de arribo [ETA]	02/12/2027 00:00	Fecha límite [CutOff]	01/12/2027 12:00	Último ingreso sugerido [UIS]	01/12/2027 00:00
Nombre de la agencia Naviera	STAR REEFERS POOL, INC				
Puerto de descarga	RULED	Puerto de descarga Final	RULED	Sobre Cubierta	NO
Producto declarado en Booking					
Tamaño de contenedor	40'	Tipo de contenedor (ISO)	4530	IMO ( ) Reefer ( X ) Sobredimensionado ( )	
Notas del Booking					
<b>DATOS DE ADUANA (SENAE)</b>					
Nombre de agente afianzado	COMPANIA CHENSUS TRADING CIA. LTDA.				
Documento de Aduana No	028201440000123456 (DAE)	Mercadería susceptible a cupo	MAGAP. Banano sin palas (7.4%)		
<b>DATOS DEL CONTENEDOR / CARGAS</b>					
Número del contenedor	MRKU7030213	Tara del contenedor (ton)	4.00		
Max. Payload	39.80	Peso declarado	28.75 ton.		
Cant. Bultos (U)	0 u.	Peligrosidad	-		
Embalaje	-				
<b>DATOS SOBRE REFRIGERACIÓN DEL CONTENEDOR (SI APLICA)</b>					
Tipo de refrigeración	Atmósfera controlada	Humedad [CBM]	0 CBM		
Temperatura [°C]	15.0°C	Ventilación [%]	0%		
Depósito:	MULTIMODAL	Fecha entrega:	08/07/2014 09:07		
<b>DETALLE DE LOS SELLOS DEL CONTENEDOR (SI APLICA)</b>					
Sello de agencia	STR45579		Sello de ventilación	0001958	
Sello adicional 1			Sello adicional 2		
<b>DETALLE DEL EXCESO DE DIMENSIONES DEL CONTENEDOR (SI APLICA)</b>					
Excesos izquierda(cm)	0	Frontal (cm)	0	Derecha (cm)	0
				Posterior (cm)	0
				Superior (cm)	0
<b>DATOS DEL TRANSPORTE</b>					
Ubicación de la planta	El Oro, El Guebe				
Fecha y hora de salida de planta	11/07/2014 09:07		Tiempo estimado de viaje (horas)	5 hrs.	
Nombre del conductor	JOSE CARRILLO				
Documento de identidad	0919585885		Placa de camión	GSA4551	
Certificado de cabezal			Certificado de chasis		
Certificado especial					
<b>Responsabilidad de la información</b>					
Los datos proporcionados son de entera responsabilidad de quien los consigna, por lo que CONTECON GUAYAQUIL S.A. no se responsabiliza por cualquier error o falsedad que los mismos pudieren tener, siendo de cuenta del cliente todos los gastos y perjuicios que por dicho error se ocasionen a la carga.					

Fuente: Contecon Guayaquil S.A.

## Anexo 2 Proceso de embalaje del banano



### Anexo 3 Productos que exporta Banaexpo S.A. al mercado estadounidense



Elaborado: Por las autoras

Anexo 4 Calendario de embarque por buque arribado



2014

Enero

	D	L	M	M	J	V	S
1	29						4
2	5						11
3	12						18
4	19						25
5	26						1

Febrero

	D	L	M	M	J	V	S
5	26						1
6	2						8
7	9						15
8	16						22
9	23						1

Marzo

	D	L	M	M	J	V	S
9	23						1
10	2						8
11	9						15
12	16						22
13	23/30						29

Abril

	D	L	M	M	J	V	S
14	30						5
15	6						12
16	13						19
17	20						26
	18	27					3

Mayo

	D	L	M	M	J	V	S
18	27						3
19	4						10
20	11						17
21	18						24
22	25						31

Junio

	D	L	M	M	J	V	S
23	1						7
24	8						14
25	15						21
26	22						28
27	29						5

Julio

	D	L	M	M	J	V	S
27	29						5
28	6						12
29	13						19
30	20						26
31	27						2

Agosto

	D	L	M	M	J	V	S
31	27						2
32	3						9
33	10						16
34	17						23
35	24/31						30

Septiembre

	D	L	M	M	J	V	S
36	31						6
37	7						13
38	14						20
39	21						27
40	28						4

Octubre

	D	L	M	M	J	V	S
40	28						4
41	5						11
42	12						18
43	19						25
44	26						1

Noviembre

	D	L	M	M	J	V	S
44	26						1
45	2						8
46	9						15
47	16						22
48	23/30						29

Diciembre

	D	L	M	M	J	V	S
49	30						6
50	7						13
51	14						20
52	21						27
53	28						3

Elaborado: Por las autoras

## Anexo 5 Datos de las variables

### Anexo 5.A Tiempo de receptor el pedido de la fruta (Ta)

Tiempo de receptor el pedido de la fruta (Ta)						
# Observaciones	# Semana	Cliente	# Contenedores	Diferencia de tiempo	Tiempo en horas	Tiempo promedio por contenedor (horas)
1	6	Promedio	200	0:22:45	0,38	0,053
2	12	Promedio	190	0:20:00	0,33	0,100
3	13	Promedio	181	0:19:45	0,33	0,116
4	14	Promedio	192	0:12:00	0,20	0,057
5	15	Promedio	205	0:21:00	0,35	0,046
6	17	Promedio	209	0:14:45	0,25	0,029
7	22	Promedio	191	0:23:15	0,39	0,133
8	23	Promedio	172	0:17:00	0,28	0,065
9	24	Promedio	170	0:16:00	0,27	0,082
10	25	Promedio	167	0:24:15	0,40	0,134
11	26	Promedio	169	0:12:45	0,21	0,078
12	27	Promedio	175	0:18:15	0,30	0,052
13	28	Promedio	174	0:15:00	0,25	0,066
14	29	Promedio	178	0:19:00	0,32	0,050
15	30	Promedio	168	0:13:15	0,22	0,047
16	31	Promedio	166	0:14:15	0,24	0,077
17	32	Promedio	166	0:09:45	0,16	0,029
18	35	Promedio	160	0:11:00	0,18	0,075
19	37	Promedio	171	0:09:30	0,16	0,030
20	38	Promedio	174	0:09:00	0,15	0,029
21	39	Promedio	177	0:11:15	0,19	0,030
22	40	Promedio	185	0:23:30	0,39	0,092
23	41	Promedio	182	0:11:30	0,19	0,027
24	43	Promedio	186	0:12:30	0,21	0,031
25	45	Promedio	207	0:17:00	0,28	0,024
26	47	Promedio	209	0:10:15	0,17	0,013
27	48	Promedio	172	0:11:15	0,19	0,036
28	49	Promedio	190	0:16:30	0,27	0,040
29	52	Promedio	212	0:13:15	0,22	0,030
30	53	Promedio	210	0:14:15	0,24	0,029

Elaborado: Por las autoras

## Anexo 5.B Tiempo de elaborar y enviar el Provisional de Volumen (Tb)

Tiempo de elaborar y enviar el Provisional de Volumen (Tb)							
# Observaciones	# Semana	Cantidad de contenedores	Tiempo en horas de elaboración de archivo	Tiempo en horas de elaboración correo	Suma de tiempos	Tiempo en horas	Tiempo promedio por contenedor (horas)
1	6	200	6:15:00	0:05:00	6:20:00	6,33	0,032
2	12	190	5:48:00	0:10:00	5:58:00	5,97	0,031
3	13	181	5:10:00	0:08:00	5:18:00	5,30	0,029
4	14	192	6:10:00	0:06:00	6:16:00	6,27	0,033
5	15	205	6:47:00	0:02:00	6:49:00	6,82	0,033
6	17	209	6:59:00	0:03:00	7:02:00	7,03	0,034
7	22	191	6:01:00	0:05:00	6:06:00	6,10	0,032
8	23	172	4:30:00	0:06:00	4:36:00	4,60	0,027
9	24	170	4:14:00	0:05:00	4:19:00	4,32	0,025
10	25	167	3:40:00	0:06:00	3:46:00	3,77	0,023
11	26	169	3:13:00	0:02:00	3:15:00	3,25	0,019
12	27	175	4:30:00	0:06:00	4:36:00	4,60	0,026
13	28	174	5:25:00	0:03:00	5:28:00	5,47	0,031
14	29	178	4:49:00	0:14:00	5:03:00	5,05	0,028
15	30	168	3:24:00	0:06:00	3:30:00	3,50	0,021
16	31	166	4:14:00	0:06:00	4:20:00	4,33	0,026
17	32	166	3:34:00	0:10:00	3:44:00	3,73	0,022
18	35	160	3:59:00	0:03:00	4:02:00	4,03	0,025
19	37	171	4:25:00	0:09:00	4:34:00	4,57	0,027
20	38	174	5:09:00	0:05:00	5:14:00	5,23	0,030
21	39	177	5:14:00	0:10:00	5:24:00	5,40	0,031
22	40	185	6:59:00	0:08:00	7:07:00	7,12	0,038
23	41	182	5:18:00	0:06:00	5:24:00	5,40	0,030
24	43	186	5:47:00	0:02:00	5:49:00	5,82	0,031
25	45	207	6:14:00	0:03:00	6:17:00	6,28	0,030
26	47	209	6:34:00	0:05:00	6:39:00	6,65	0,032
27	48	172	4:15:00	0:06:00	4:21:00	4,35	0,025
28	49	190	5:58:00	0:05:00	6:03:00	6,05	0,032
29	52	212	6:20:00	0:06:00	6:26:00	6,43	0,030
30	53	210	7:15:00	0:03:00	7:18:00	7,30	0,035

Elaborado: Por las autoras

### Anexo 5.C Tiempo de elaborar y enviar la Distribución de Cupos (Tc)

Tiempo de elaborar y enviar la Distribución de Cupos (Tc)							
# Observaciones	# Semana	Cantidad de contenedores	Tiempo en horas de elaboración de archivo	Tiempo en horas de elaboración correo	Suma de tiempos	Tiempo en horas	Tiempo promedio por contenedor (horas)
1	6	200	4:40:00	0:03:00	4:43:00	4,72	0,024
2	12	190	2:38:00	0:05:00	2:43:00	2,72	0,014
3	13	181	2:38:00	0:06:00	2:44:00	2,73	0,015
4	14	192	4:16:00	0:05:00	4:21:00	4,35	0,023
5	15	205	6:09:00	0:06:00	6:15:00	6,25	0,030
6	17	209	6:02:00	0:03:00	6:05:00	6,08	0,029
7	22	191	4:26:00	0:08:00	4:34:00	4,57	0,024
8	23	172	2:36:00	0:05:00	2:41:00	2,68	0,016
9	24	170	2:39:00	0:05:00	2:44:00	2,73	0,016
10	25	167	1:46:00	0:06:00	1:52:00	1,87	0,011
11	26	169	2:35:00	0:02:00	2:37:00	2,62	0,015
12	27	175	2:36:00	0:03:00	2:39:00	2,65	0,015
13	28	174	4:28:00	0:09:00	4:37:00	4,62	0,027
14	29	178	2:59:00	0:05:00	3:04:00	3,07	0,017
15	30	168	1:58:00	0:05:00	2:03:00	2,05	0,012
16	31	166	2:20:00	0:06:00	2:26:00	2,43	0,015
17	32	166	2:59:00	0:05:00	3:04:00	3,07	0,018
18	35	160	3:02:00	0:06:00	3:08:00	3,13	0,020
19	37	171	1:34:00	0:03:00	1:37:00	1,62	0,009
20	38	174	3:34:00	0:09:00	3:43:00	3,72	0,021
21	39	177	2:04:00	0:05:00	2:09:00	2,15	0,012
22	40	185	4:27:00	0:05:00	4:32:00	4,53	0,025
23	41	182	3:24:00	0:06:00	3:30:00	3,50	0,019
24	43	186	5:09:00	0:02:00	5:11:00	5,18	0,028
25	45	207	5:17:00	0:03:00	5:20:00	5,33	0,026
26	47	209	4:59:00	0:05:00	5:04:00	5,07	0,024
27	48	172	2:21:00	0:06:00	2:27:00	2,45	0,014
28	49	190	4:23:00	0:05:00	4:28:00	4,47	0,024
29	52	212	4:26:00	0:06:00	4:32:00	4,53	0,021
30	53	210	6:18:00	0:03:00	6:21:00	6,35	0,030

Elaborado: Por las autoras

### Anexo 5.D Tiempo de crear la AUCP (Td)

Tiempo de crear la AUCP (Td)						
# Observaciones	# Semana	Nombre del buque	Cantidad de contenedores	Cantidad de DAE	Tiempo de creación en horas	Tiempo promedio por contenedor (horas)
1	6	B.E América	200	21	1:48:00	0,009
2	12	B.E América	190	17	1:33:00	0,008
3	13	B.E Pacific	181	16	1:20:00	0,007
4	14	B.E Ecuador	192	17	1:25:00	0,007
5	15	B.E América	205	19	1:30:00	0,007
6	17	B.E Ecuador	209	21	1:25:00	0,007
7	22	B.E Pacific	191	15	1:25:00	0,007
8	23	B.E Ecuador	172	15	1:02:00	0,006
9	24	B.E América	170	13	1:40:00	0,010
10	25	B.E Pacific	167	15	1:30:00	0,009
11	26	B.E Ecuador	169	14	1:44:00	0,010
12	27	B.E América	175	17	1:10:00	0,007
13	28	B.E Pacific	174	17	1:20:00	0,008
14	29	B.E Ecuador	178	19	1:05:00	0,006
15	30	B.E América	168	16	1:15:00	0,007
16	31	B.E Pacific	166	15	1:39:00	0,010
17	32	B.E Ecuador	166	17	1:54:00	0,011
18	35	B.E Ecuador	160	15	1:35:00	0,010
19	37	B.E Pacific	171	19	1:55:00	0,011
20	38	B.E Ecuador	174	15	1:41:00	0,010
21	39	B.E América	177	16	1:46:00	0,010
22	40	B.E Pacific	185	18	1:08:00	0,006
23	41	B.E Ecuador	182	14	1:14:00	0,007
24	43	B.E Pacific	186	16	1:18:00	0,007
25	45	B.E América	207	19	1:00:00	0,005
26	47	Pontif	209	18	1:58:00	0,009
27	48	Galatea	172	15	1:15:00	0,007
28	49	B.E Pacific	190	18	1:49:00	0,010
29	52	B.E Pacific	212	17	1:10:00	0,006
30	53	B.E Ecuador	210	19	1:15:00	0,006

Elaborado: Por las autoras

### Anexo 5.E Tiempo de crear la factura provisional (Te)

Tiempo de crear la factura provisional (Te)						
# Observaciones	# Semana	Nombre del buque	Cantidad de contenedores	Cantidad de DAE	Tiempo de creación en horas	Tiempo promedio por contenedor (horas)
1	6	B.E América	200	21	0:40:00	0,003
2	12	B.E América	190	17	0:34:00	0,003
3	13	B.E Pacific	181	16	0:20:00	0,002
4	14	B.E Ecuador	192	17	0:32:00	0,003
5	15	B.E América	205	19	0:43:00	0,003
6	17	B.E Ecuador	209	21	0:28:00	0,002
7	22	B.E Pacific	191	15	0:32:00	0,003
8	23	B.E Ecuador	172	15	0:32:00	0,003
9	24	B.E América	170	13	0:24:00	0,002
10	25	B.E Pacific	167	15	0:41:00	0,004
11	26	B.E Ecuador	169	14	0:22:00	0,002
12	27	B.E América	175	17	0:40:00	0,004
13	28	B.E Pacific	174	17	0:35:00	0,003
14	29	B.E Ecuador	178	19	0:45:00	0,004
15	30	B.E América	168	16	0:29:00	0,003
16	31	B.E Pacific	166	15	0:32:00	0,003
17	32	B.E Ecuador	166	17	0:34:00	0,003
18	35	B.E Ecuador	160	15	0:28:00	0,003
19	37	B.E Pacific	171	19	0:35:00	0,003
20	38	B.E Ecuador	174	15	0:42:00	0,004
21	39	B.E América	177	16	0:46:00	0,004
22	40	B.E Pacific	185	18	0:38:00	0,003
23	41	B.E Ecuador	182	14	0:24:00	0,002
24	43	B.E Pacific	186	16	0:34:00	0,003
25	45	B.E América	207	19	0:40:00	0,003
26	47	Pontif	209	18	0:40:00	0,003
27	48	Galatea	172	15	0:35:00	0,003
28	49	B.E Pacific	190	18	0:35:00	0,003
29	52	B.E Pacific	212	17	0:43:00	0,003
30	53	B.E Ecuador	210	19	0:41:00	0,003

Elaborado: Por las autoras

## Anexo 5.F Tiempo de crear la DAE (Tf)

Tiempo de crear la DAE (Tf)						
# Observaciones	# Semana	Nombre del buque	Cantidad de contenedores	Cantidad de DAE	Tiempo de creación en horas	Tiempo promedio por contenedor (horas)
1	6	B.E América	200	21	1:46:00	0,009
2	12	B.E América	190	17	1:56:00	0,010
3	13	B.E Pacific	181	16	1:48:00	0,010
4	14	B.E Ecuador	192	17	1:26:00	0,007
5	15	B.E América	205	19	1:21:00	0,007
6	17	B.E Ecuador	209	21	1:12:00	0,006
7	22	B.E Pacific	191	15	1:38:00	0,009
8	23	B.E Ecuador	172	15	1:42:00	0,010
9	24	B.E América	170	13	1:57:00	0,011
10	25	B.E Pacific	167	15	1:56:00	0,012
11	26	B.E Ecuador	169	14	1:45:00	0,010
12	27	B.E América	175	17	1:48:00	0,010
13	28	B.E Pacific	174	17	1:32:00	0,009
14	29	B.E Ecuador	178	19	1:05:00	0,006
15	30	B.E América	168	16	1:08:00	0,007
16	31	B.E Pacific	166	15	1:32:00	0,009
17	32	B.E Ecuador	166	17	1:09:00	0,007
18	35	B.E Ecuador	160	15	1:14:00	0,008
19	37	B.E Pacific	171	19	1:40:00	0,010
20	38	B.E Ecuador	174	15	1:40:00	0,010
21	39	B.E América	177	16	1:14:00	0,007
22	40	B.E Pacific	185	18	1:39:00	0,009
23	41	B.E Ecuador	182	14	1:34:00	0,009
24	43	B.E Pacific	186	16	1:21:00	0,007
25	45	B.E América	207	19	1:23:00	0,007
26	47	Pontif	209	18	1:15:00	0,006
27	48	Galatea	172	15	1:31:00	0,009
28	49	B.E Pacific	190	18	1:33:00	0,008
29	52	B.E Pacific	212	17	1:38:00	0,008
30	53	B.E Ecuador	210	19	1:22:00	0,007

Elaborado: Por las autoras

## Anexo 5.G Tiempo de preparar el material de embalaje (Tg)

### Tiempo de preparar el material de embalaje (Tg)

Material de embalaje    Caja  
 Preparación de caja    Armar tapa  
                                   Armar fondo

Tiempo promedio de armar una caja    Un minuto

1 Contenedor = 1080 Cajas

Personas	Horas
1	18
2	9
3	6
4	4,5

Una finca en promedio utiliza tres personas para realizar esta labor con un tiempo promedio de 6 horas para llenar un contenedor de 1080 cajas.

Elaborado: Por las autoras

## Anexo 5.H Tiempo de elaborar y enviar el Booking de Contenedores (Th)

Tiempo de elaborar y enviar el Booking de Contenedores (Th)							
# Observaciones	# Semana	Cantidad de contenedores	Tiempo en horas de elaboración y envío de archivo	Tiempo en horas de asociar los contenedores a la DAE	Suma de tiempos	Tiempo en horas	Tiempo promedio por contenedor (horas)
1	6	200	4:46:00	1:23:00	6:09:00	6,15	0,031
2	12	190	2:56:00	1:29:00	4:25:00	4,42	0,023
3	13	181	2:48:00	1:15:00	4:03:00	4,05	0,022
4	14	192	4:26:00	0:55:00	5:21:00	5,35	0,028
5	15	205	6:21:00	1:26:00	7:47:00	7,78	0,038
6	17	209	6:12:00	1:15:00	7:27:00	7,45	0,036
7	22	191	4:38:00	1:06:00	5:44:00	5,73	0,030
8	23	172	2:42:00	0:53:00	3:35:00	3,58	0,021
9	24	170	2:57:00	0:59:00	3:56:00	3,93	0,023
10	25	167	1:56:00	0:55:00	2:51:00	2,85	0,017
11	26	169	2:45:00	1:05:00	3:50:00	3,83	0,023
12	27	175	2:48:00	1:16:00	4:04:00	4,07	0,023
13	28	174	4:32:00	0:52:00	5:24:00	5,40	0,031
14	29	178	3:05:00	0:53:00	3:58:00	3,97	0,022
15	30	168	2:08:00	0:55:00	3:03:00	3,05	0,018
16	31	166	2:32:00	1:06:00	3:38:00	3,63	0,022
17	32	166	3:09:00	1:05:00	4:14:00	4,23	0,026
18	35	160	3:14:00	0:56:00	4:10:00	4,17	0,026
19	37	171	1:40:00	0:53:00	2:33:00	2,55	0,015
20	38	174	3:40:00	1:03:00	4:43:00	4,72	0,027
21	39	177	2:14:00	0:55:00	3:09:00	3,15	0,018
22	40	185	4:39:00	1:06:00	5:45:00	5,75	0,031
23	41	182	3:34:00	1:15:00	4:49:00	4,82	0,026
24	43	186	5:21:00	1:06:00	6:27:00	6,45	0,035
25	45	207	5:23:00	1:33:00	6:56:00	6,93	0,033
26	47	209	5:15:00	1:38:00	6:53:00	6,88	0,033
27	48	172	2:31:00	1:05:00	3:36:00	3,60	0,021
28	49	190	4:33:00	1:15:00	5:48:00	5,80	0,031
29	52	212	4:38:00	1:26:00	6:04:00	6,07	0,029
30	53	210	6:22:00	1:12:00	7:34:00	7,57	0,036

Elaborado: Por las autoras

### Anexo 5.I Tiempo de elaborar y enviar el Programa de Despacho (Ti)

Tiempo de elaborar y enviar el Programa de Despacho (Ti)					
# Observaciones	# Semana	Nombre del buque	Cantidad de contenedores	Tiempo de elaboración y envío en horas	Tiempo promedio por contenedor (horas)
1	6	B.E América	200	13:20:00	0,067
2	12	B.E América	190	14:14:00	0,075
3	13	B.E Pacific	181	13:10:00	0,073
4	14	B.E Ecuador	192	11:12:00	0,058
5	15	B.E América	205	14:33:00	0,071
6	17	B.E Ecuador	209	13:28:00	0,064
7	22	B.E Pacific	191	14:02:00	0,073
8	23	B.E Ecuador	172	11:12:00	0,065
9	24	B.E América	170	11:24:00	0,067
10	25	B.E Pacific	167	10:41:00	0,064
11	26	B.E Ecuador	169	10:12:00	0,060
12	27	B.E América	175	12:40:00	0,072
13	28	B.E Pacific	174	12:25:00	0,071
14	29	B.E Ecuador	178	12:35:00	0,071
15	30	B.E América	168	10:19:00	0,061
16	31	B.E Pacific	166	10:02:00	0,060
17	32	B.E Ecuador	166	10:24:00	0,063
18	35	B.E Ecuador	160	10:08:00	0,063
19	37	B.E Pacific	171	11:35:00	0,068
20	38	B.E Ecuador	174	11:52:00	0,068
21	39	B.E América	177	11:56:00	0,067
22	40	B.E Pacific	185	12:28:00	0,067
23	41	B.E Ecuador	182	12:04:00	0,066
24	43	B.E Pacific	186	12:34:00	0,068
25	45	B.E América	207	13:00:00	0,063
26	47	Pontif	209	12:00:00	0,057
27	48	Galatea	172	11:25:00	0,066
28	49	B.E Pacific	190	13:35:00	0,071
29	52	B.E Pacific	212	13:23:00	0,063
30	53	B.E Ecuador	210	14:21:00	0,068

Elaborado: Por las autoras

### Anexo 5.J Tiempo de retirar el contenedor del patio de contenedores (Tj)

Tiempo de retirar el contenedor del patio de contenedores (Tj)				
# Observaciones	# Semana	Contenedor	Tiempo de retiro en horas	Tiempo en horas por contenedor
1	6	Promedio	2:16:48	2,28
2	12	Promedio	2:15:13	2,25
3	13	Promedio	2:18:18	2,30
4	14	Promedio	2:21:02	2,35
5	15	Promedio	2:24:16	2,40
6	17	Promedio	2:26:57	2,45
7	22	Promedio	2:31:39	2,53
8	23	Promedio	2:27:33	2,46
9	24	Promedio	2:28:26	2,47
10	25	Promedio	2:28:57	2,48
11	26	Promedio	2:36:14	2,60
12	27	Promedio	2:38:05	2,63
13	28	Promedio	2:44:55	2,67
14	29	Promedio	2:20:43	2,35
15	30	Promedio	2:06:55	2,12
16	31	Promedio	2:07:02	2,12
17	32	Promedio	2:12:23	2,21
18	35	Promedio	1:56:25	1,94
19	37	Promedio	2:07:45	2,13
20	38	Promedio	2:06:50	2,11
21	39	Promedio	2:13:21	2,22
22	40	Promedio	2:17:05	2,28
23	41	Promedio	2:11:43	2,20
24	43	Promedio	2:08:34	2,14
25	45	Promedio	2:17:05	2,28
26	47	Promedio	2:25:22	2,42
27	48	Promedio	2:25:11	2,42
28	49	Promedio	2:23:28	2,39
29	52	Promedio	2:12:19	2,21
30	53	Promedio	1:54:52	1,91

### Anexo 5.K Tiempo de trasladar el contenedor a la finca (Tk)

Tiempo de trasladar el contenedor a la finca (Tk)				
# Observaciones	# Semana	Contenedor	Tiempo de traslado en horas	Tiempo en horas por contenedor
1	6	Promedio	5:42:52	5,71
2	12	Promedio	6:05:21	6,09
3	13	Promedio	6:30:08	6,50
4	14	Promedio	7:00:01	7,00
5	15	Promedio	7:09:39	7,16
6	17	Promedio	7:30:45	7,51
7	22	Promedio	6:54:51	6,91
8	23	Promedio	6:29:41	6,49
9	24	Promedio	6:28:55	6,48
10	25	Promedio	6:11:48	6,20
11	26	Promedio	6:59:22	6,99
12	27	Promedio	6:52:47	6,88
13	28	Promedio	7:03:05	6,91
14	29	Promedio	6:58:16	6,97
15	30	Promedio	6:00:57	6,02
16	31	Promedio	6:16:14	6,27
17	32	Promedio	5:44:17	5,74
18	35	Promedio	5:45:13	5,75
19	37	Promedio	6:07:55	6,13
20	38	Promedio	7:21:36	7,36
21	39	Promedio	8:13:47	8,23
22	40	Promedio	8:55:20	8,92
23	41	Promedio	8:33:54	8,56
24	43	Promedio	8:27:53	8,46
25	45	Promedio	8:47:54	8,80
26	47	Promedio	8:40:40	8,89
27	48	Promedio	8:51:36	8,86
28	49	Promedio	7:27:01	7,45
29	52	Promedio	5:40:33	5,68
30	53	Promedio	5:22:13	5,37

### Anexo 5.L Tiempo de embalar la fruta y llenar el contenedor en finca (TI)

Tiempo de embalar la fruta y llenar el contenedor en finca (TI)				
# Observaciones	# Semana	Contenedor	Tiempo del contenedor en finca	Tiempo en horas por contenedor
		Promedio	6:48:56	6,82
		Promedio	6:49:32	6,83
3	13	Promedio	6:57:07	6,95
4	14	Promedio	7:00:49	7,01
5	15	Promedio	7:09:24	7,16
6	17	Promedio	7:11:39	7,19
7	22	Promedio	7:17:48	7,30
8	23	Promedio	7:12:07	7,20
9	24	Promedio	7:09:28	7,16
10	25	Promedio	7:03:38	7,06
11	26	Promedio	6:45:12	6,75
12	27	Promedio	6:44:05	6,73
13	28	Promedio	6:37:16	6,62
14	29	Promedio	6:43:43	6,73
15	30	Promedio	6:35:28	6,59
16	31	Promedio	6:31:51	6,53
17	32	Promedio	6:33:50	6,56
18	35	Promedio	6:26:17	6,44
19	37	Promedio	6:37:32	6,63
20	38	Promedio	6:35:12	6,59
21	39	Promedio	6:36:53	6,61
22	40	Promedio	6:46:23	6,77
23	41	Promedio	6:36:59	6,62
24	43	Promedio	6:32:13	6,54
25	45	Promedio	6:38:27	6,64
26	47	Promedio	6:43:34	6,73
27	48	Promedio	6:30:45	6,51
28	49	Promedio	6:20:47	6,35
29	52	Promedio	6:37:25	6,62
30	53	Promedio	6:20:36	6,34

### Anexo 5.M Tiempo de trasladar el contenedor al puerto (Tm)

Tiempo de trasladar el contenedor al puerto (Tm)				
# Observaciones	# Semana	Contenedor	Tiempo de traslado	Tiempo en horas por contenedor
1	6	Promedio	6:22:52	6,38
2	12	Promedio	6:45:21	6,76
3	13	Promedio	7:10:08	7,17
4	14	Promedio	7:40:01	7,67
5	15	Promedio	7:49:39	7,83
6	17	Promedio	8:10:45	8,18
7	22	Promedio	7:34:51	7,58
8	23	Promedio	7:09:41	7,16
9	24	Promedio	7:08:55	7,15
10	25	Promedio	6:51:48	6,86
11	26	Promedio	7:39:22	7,66
12	27	Promedio	7:32:47	7,55
13	28	Promedio	7:34:52	7,58
14	29	Promedio	7:38:16	7,64
15	30	Promedio	6:40:57	6,68
16	31	Promedio	6:56:14	6,94
17	32	Promedio	6:24:17	6,40
18	35	Promedio	6:25:13	6,42
19	37	Promedio	6:47:55	6,80
20	38	Promedio	8:01:36	8,03
21	39	Promedio	8:53:47	8,90
22	40	Promedio	9:35:20	9,59
23	41	Promedio	9:13:54	9,23
24	43	Promedio	9:07:53	9,13
25	45	Promedio	9:27:54	9,47
26	47	Promedio	9:20:40	9,56
27	48	Promedio	9:31:36	9,53
28	49	Promedio	8:07:01	8,12
29	52	Promedio	6:20:33	6,34
30	53	Promedio	6:02:13	6,04

### Anexo 5.N Tiempo de procesar el ingreso del contenedor en el puerto (Tn)

Tiempo de procesar el ingreso del contenedor en el puerto (Tn)				
# Observaciones	# Semana	Contenedor	Tiempo del contenedor en el puerto	Tiempo en horas por contenedor
1	6	Promedio	4:33:36	4,56
2	12	Promedio	4:30:26	4,51
3	13	Promedio	4:36:36	4,61
4	14	Promedio	4:42:04	4,70
5	15	Promedio	4:48:31	4,81
6	17	Promedio	4:53:54	4,90
7	22	Promedio	5:03:19	5,06
8	23	Promedio	4:55:07	4,92
9	24	Promedio	4:56:52	4,95
10	25	Promedio	4:57:55	4,97
11	26	Promedio	5:12:28	5,21
12	27	Promedio	5:16:09	5,27
13	28	Promedio	5:20:24	5,34
14	29	Promedio	4:41:26	4,69
15	30	Promedio	4:13:50	4,23
16	31	Promedio	4:14:03	4,23
17	32	Promedio	4:24:47	4,41
18	35	Promedio	3:52:49	3,88
19	37	Promedio	4:15:30	4,26
20	38	Promedio	4:13:40	4,23
21	39	Promedio	4:26:42	4,45
22	40	Promedio	4:34:10	4,57
23	41	Promedio	4:23:27	4,39
24	43	Promedio	4:17:07	4,29
25	45	Promedio	4:34:10	4,57
26	47	Promedio	4:50:43	4,85
27	48	Promedio	4:50:22	4,84
28	49	Promedio	4:46:55	4,78
29	52	Promedio	4:24:39	4,41
30	53	Promedio	3:49:43	3,83

Elaborado: Por las autoras

### Anexo 5.O Tiempo de revisar el estado de la DAE para la salida autorizada (To)

Tiempo de revisar el estado de la DAE para la salida autorizada (To)							
# Observaciones	# Semana	Nombre del buque	Cantidad de contenedores	Cantidad de DAE	Tiempo de revisión en horas	Tiempo promedio por contenedor (horas)	
1	6	B.E América	200	21	0:20:00	0,002	
2	12	B.E América	190	17	0:14:00	0,001	
3	13	B.E Pacific	181	16	0:10:00	0,001	
4	14	B.E Ecuador	192	17	0:12:00	0,001	
5	15	B.E América	205	19	0:33:00	0,003	
6	17	B.E Ecuador	209	21	0:28:00	0,002	
7	22	B.E Pacific	191	15	0:12:00	0,001	
8	23	B.E Ecuador	172	15	0:12:00	0,001	
9	24	B.E América	170	13	0:24:00	0,002	
10	25	B.E Pacific	167	15	0:21:00	0,002	
11	26	B.E Ecuador	169	14	0:12:00	0,001	
12	27	B.E América	175	17	0:30:00	0,003	
13	28	B.E Pacific	174	17	0:25:00	0,002	
14	29	B.E Ecuador	178	19	0:35:00	0,003	
15	30	B.E América	168	16	0:19:00	0,002	
16	31	B.E Pacific	166	15	0:22:00	0,002	
17	32	B.E Ecuador	166	17	0:24:00	0,002	
18	35	B.E Ecuador	160	15	0:08:00	0,001	
19	37	B.E Pacific	171	19	0:35:00	0,003	
20	38	B.E Ecuador	174	15	0:22:00	0,002	
21	39	B.E América	177	16	0:26:00	0,002	
22	40	B.E Pacific	185	18	0:28:00	0,003	
23	41	B.E Ecuador	182	14	0:24:00	0,002	
24	43	B.E Pacific	186	16	0:24:00	0,002	
25	45	B.E América	207	19	0:30:00	0,002	
26	47	Pontif	209	18	0:30:00	0,002	
27	48	Galatea	172	15	0:25:00	0,002	
28	49	B.E Pacific	190	18	0:35:00	0,003	
29	52	B.E Pacific	212	17	0:23:00	0,002	
30	53	B.E Ecuador	210	19	0:21:00	0,002	

Elaborado: Por las autoras

**Anexo 5.P Tiempo de trasladar el contenedor al muelle (Tp)****Tiempo de trasladar el contenedor al muelle (Tp)**

*La información para esta actividad no tiene un respaldo en un documento en físico.  
Para el control se lleva tiempos promedios*

Tiempo promedio de mover un contenedor                      15 minutos

Tiempo promedio en horas de mover un contenedor              0,25

Elaborado: Por las autoras

### Anexo 5.Q Tiempo de embarcar el contenedor al buque (Tq)

Tiempo de embarcar el contenedor al buque (Tq)						
# Observaciones	# Semana	Nombre del buque	Cantidad de contenedores	Tiempo de embarque en horas	Tiempo promedio por contenedor (horas)	
1	6	B.E América	200	14:48:00	0,074	
2	12	B.E América	190	13:33:00	0,071	
3	13	B.E Pacific	181	12:20:00	0,068	
4	14	B.E Ecuador	192	12:25:00	0,065	
5	15	B.E América	205	15:00:00	0,073	
6	17	B.E Ecuador	209	14:25:00	0,069	
7	22	B.E Pacific	191	15:25:00	0,081	
8	23	B.E Ecuador	172	12:02:00	0,070	
9	24	B.E América	170	12:40:00	0,075	
10	25	B.E Pacific	167	11:30:00	0,069	
11	26	B.E Ecuador	169	11:44:00	0,069	
12	27	B.E América	175	13:10:00	0,075	
13	28	B.E Pacific	174	13:20:00	0,077	
14	29	B.E Ecuador	178	13:05:00	0,074	
15	30	B.E América	168	11:15:00	0,067	
16	31	B.E Pacific	166	11:39:00	0,070	
17	32	B.E Ecuador	166	11:54:00	0,072	
18	35	B.E Ecuador	160	11:35:00	0,072	
19	37	B.E Pacific	171	12:55:00	0,076	
20	38	B.E Ecuador	174	12:41:00	0,073	
21	39	B.E América	177	12:46:00	0,072	
22	40	B.E Pacific	185	13:08:00	0,071	
23	41	B.E Ecuador	182	13:14:00	0,073	
24	43	B.E Pacific	186	13:18:00	0,072	
25	45	B.E América	207	14:00:00	0,068	
26	47	Pontif	209	13:58:00	0,067	
27	48	Galatea	172	12:15:00	0,071	
28	49	B.E Pacific	190	14:49:00	0,078	
29	52	B.E Pacific	212	14:10:00	0,067	
30	53	B.E Ecuador	210	15:15:00	0,073	

Elaborado: Por las autoras