

## Planteamiento de mejoras para disminuir el tiempo de entrega del producto terminado de una planta procesadora de cajas de cartón corrugado

José Andrés Parada Alfaro<sup>1</sup>, Rosa Edith Rada Alprecht<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Industrial, 2004

<sup>2</sup>Directora de Tesis, Arquitecta, Universidad Católica de Guayaquil, Maestría del Instituto de Urbanismo de París, 1985, Maestría de la Espol en Administración de Sistemas de Calidad, 1999.

### RESUMEN

El principal problema existente en la planta Corrupac, es el retraso existente en la entrega del producto terminado al cliente. La mayoría de los clientes de esta empresa son exportadores de banano, por esta razón es necesario que las cajas sean entregadas a tiempo para poder colocar el banano recién cortado, para luego exportarlo a los diferentes destinos. Las causales de este aumento en el de tiempo de entrega, se presentan en el área de producción, determinada por dos secciones, imprentas y corrugación. Luego de analizar estas áreas se comprobó que la imprenta Hooper 1, era la que incidía directamente en el retraso, debido a que ocupa un tiempo excesivo en la preparación de máquina y era la que tenía el mayor número de horas perdidas durante el año 2002. Una vez definida el área se procedió a analizar los procesos y tiempos de cada etapa, y se evaluaron los problemas que generan tiempo perdido en esta máquina. Se determinó que los paros de máquina y el bajo rendimiento de la misma, eran las principales causas incidentes en el retraso en la entrega. Con la ayuda del estudio de tiempos realizado en cada etapa de la imprenta se pudo determinar un tiempo estándar para cada actividad.

### INTRODUCCIÓN

Corrupac forma parte del grupo industrial Cartopel conformado por las empresas Cartopel, Ondutec, Corrupac, Cartosursa del Ecuador y Villamarina en Perú, que se desarrollan en las áreas de papel, cajas de cartón corrugado y materiales utilizados en la industria del calzado. Ondutec, Corrupac y Cartones Villamarina, elaboran cajas de cartón corrugado que satisfacen a diversos mercados en el ámbito nacional. Al realizar un estudio de los reclamos de los clientes se pudo determinar, que el mayor porcentaje de reclamos que se presentan se deben a retrasos en las entregas de los pedidos. Considerando que el mercado principal de la planta Corrupac es el sector de cajas de banano donde el tiempo de entrega de las cajas es un factor influyente al momento de elegir un proveedor, Corrupac se ha visto en la necesidad de reducir sus tiempo de entrega de producto terminado, mediante un análisis detallado y un mejoramiento continuo del proceso productivo, para de esa manera disminuir los reclamos de los clientes. La entrega oportuna del producto terminado dependerá del correcto desempeño de todas las áreas, sin embargo, como se comprobará en el transcurso de la tesis, el área de mayor incidencia en el aumento en el tiempo de entrega es la Imprenta.

### CONTENIDO

#### Descripción de la Planta

La empresa Corrugadora del Pacífico S.A. "CORRUPAC S.A." fue fundada el 5 de Febrero de 1.997, y las instalaciones de la planta están situadas en lo que fuera la empresa Pollicartón S. A. Esta planta tiene una capacidad instalada similar a la de la planta Ondutec en Cuenca, es decir, 60 millones de m<sup>2</sup>/año, equivalentes a 54.000 tm/año de cartón corrugado. Conjuntamente con la filial Ondutec, se han constituido en las únicas plantas de empaques de cartón corrugado en Ecuador, en contar con una planta papelera propia, lo cual garantiza a los clientes un permanente suministro de papel, elaborado a base de fibras vírgenes y fibras secundarias selectas. De esta manera el grupo Cartopel ha logrado mantener un porcentaje significativo dentro del mercado, ubicándose como uno de los principales fabricantes de cajas de cartón corrugado en el país. El mercado ecuatoriano de cartón corrugado está repartido básicamente entre ocho cartoneras, divididas entre grandes, medianas y pequeñas.

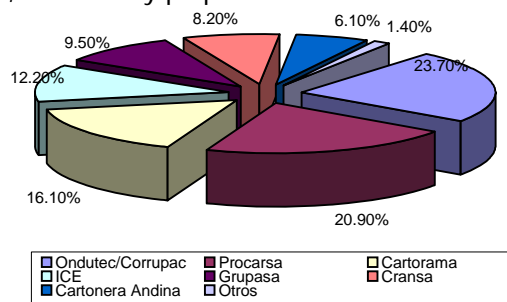


Figura 1 Porcentaje de Participación de Mercado

La planta posee básicamente dos áreas de producción:

- Área de Corrugación
- Área de Imprenta

Además se tienen otras áreas de apoyo, involucradas directamente con el departamento de producción, estas son:

- Área de Mantenimiento
- Área de Bodega de Producto Terminado
- Área de Control de Calidad
- Área de Bodega de Materia Prima
- Área de Bodega de Insumos

Dispuestos a atender todas las necesidades que demanda una verdadera solución de empaque se desarrollo un sistema de Comunicación con los Clientes que permite una atención oportuna en los principales eventos del negocio. Para alcanzar la excelencia dentro del esquema de servicio al cliente cuentan además con el apoyo de los departamentos de:

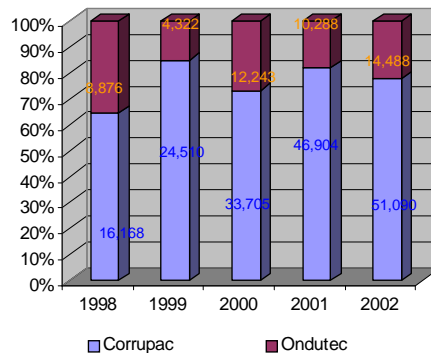
- Serviclientes
- Diseño Gráfico
- Ingeniería de Empaques

La planta cuenta de manera fija con personal que se puede clasificar en personal de producción, personal de mantenimiento, personal de bodega y personal administrativo. Las cantidades se las puede apreciar en la siguiente tabla.

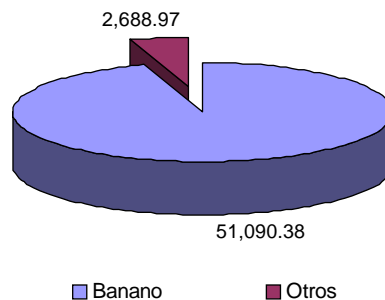
**TABLA I.- NÚMERO DE PERSONAS QUE LABORAN EN LA PLANTA**

Área	Número de Personas
Producción	113
Mantenimiento	7
Bodega	25
Administración	26

En la actualidad la planta de Corrupac, cubre el 78% de la producción del mercado bananero de todo el grupo. A su vez la planta de Guayaquil concentra el 95% de su producción a la fabricación de cajas de cartón corrugado para el mercado bananero las cuales son entregadas a las distintas haciendas para luego ser exportadas a países de Europa, Asia y Sudamérica y el restante 5% a realizar cajas para otros productos de exportación, tales como mangos, plátano, sandía, flores, entre otros. En el año 2002 la planta produjo alrededor de 51.090 toneladas de cartón corrugado destinado al sector bananero y solamente 2.688 toneladas para otros sectores.



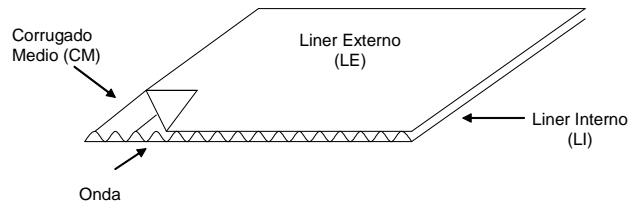
**Figura 2** Porcentaje de Cajas de Banano Producidas



**Figura 3** Distribución de la Producción de la Planta

## Descripción del Producto

Corrupac define su producto como "Soluciones de Embalaje", las cuales se comercializan como: "Cajas de cartón corrugado", las mismas que utilizan como elemento principal el "cartón ondulado" (elaborado en la misma planta) y que posee variadas formas, diseños, colores y tamaños de acuerdo a las especificaciones y exigencias del cliente. El embalaje de cartón ondulado o corrugado se distingue por la gran diversidad de sus formas. No obstante la mayor parte de su producción se compone de cajas paralelepipedas de seis caras, del tipo de cajas de solapas. Estas cajas se forman a partir de las planchas de cartón ondulado. Todas las caras y las solapas tienen el mismo grosor o calibre. El principal material utilizado en la formación de las cajas, es la lámina de cartón corrugado, la cual se define como una estructura formada por un nervio central de papel ondulado (corrugado medio), reforzado externamente por dos capas de papel (liners o tapas) pegadas con adhesivo en las crestas de la onda.



**Figura 4** Componentes de la lámina de cartón

Existen básicamente dos tipos de cajas de cartón utilizadas en el embalaje de banano, diferenciadas por sus dimensiones, y producidas de acuerdo a las exigencias del cliente, estas son:

**TABLA II.- EMBALAJES MAS USADOS POR EL SECTOR BANANERO**

TIPO	ANCHO	ALTO	LARGO
22XU	37.9	23.5	51.9
21UFA	38.8	23.5	49.4

## Determinación y Justificación del Problema seleccionado como objeto del estudio

Dentro del mercado bananero existen ciertas exigencias para el embalaje de la fruta que son necesarias seguir para asegurar la preservación de ésta durante el transporte. De las características del embalaje de cartón corrugado dependerá la calidad de banano a ser exportado. Un producto de calidad es el resultado de las especificaciones cuidadosas de diseño, de la conformidad con las especificaciones y de la retroalimentación acerca del comportamiento del producto. La posición crítica de los clientes resulta evidente a partir del servicio y producto que trata de satisfacer sus necesidades y de la retroinformación sobre el comportamiento que indica si se encuentran totalmente satisfechos. Una vez definidas las preferencias del cliente, se realizará un análisis de los reclamos existentes en la planta Corrupac. Se evaluará los reclamos de los clientes por frecuencia y por los costos involucrados en el reclamo. En la tabla mostrada a continuación se puede apreciar el resultado del promedio de la valoración de los factores subjetivos, según los clientes.

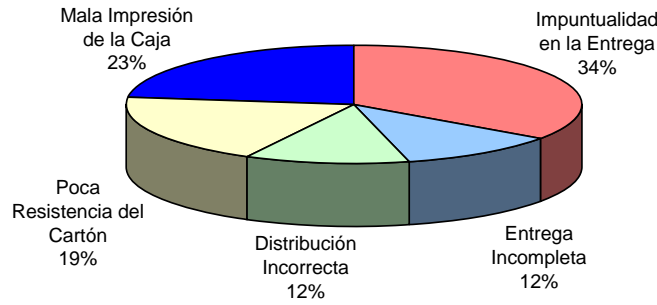
**TABLA III.- Valoración de las Preferencias del Cliente**

Detalle Preferencial	Valor	Detalle Preferencial	Valor
Velocidad en entrega de pedidos	4.91	Facilidades de Crédito	4.71
Calidad del Producto	4.88	Atención Personalizada	4.58
Atención Permanente	4.79	Precio	4.57
Transporte de los Productos	4.75	Información del Producto	4.42
Cantidad exacta en la entrega	4.74	Mejores Ofertas Y Promociones	4.32

Con la ayuda de los datos obtenidos a partir del año de 1999 hasta la actualidad se puede realizar un análisis del comportamiento que han tenido los reclamos, para de esta manera poder apreciar cuales son los que se han incrementado o disminuido a través del tiempo. En la siguiente tabla se muestra un resumen de las causas de los reclamos:

**TABLA IV.- Clasificación de Reclamos por categoría**

Reclamo / Año	1999	2000	2001	2002
Impuntualidad en la Entrega	8	7	9	9
Entrega Incompleta	2	4	2	3
Distribución Incorrecta	2	2	0	3
Poca Resistencia del Cartón	7	6	7	5
Mala Impresión de la Caja	8	6	5	6

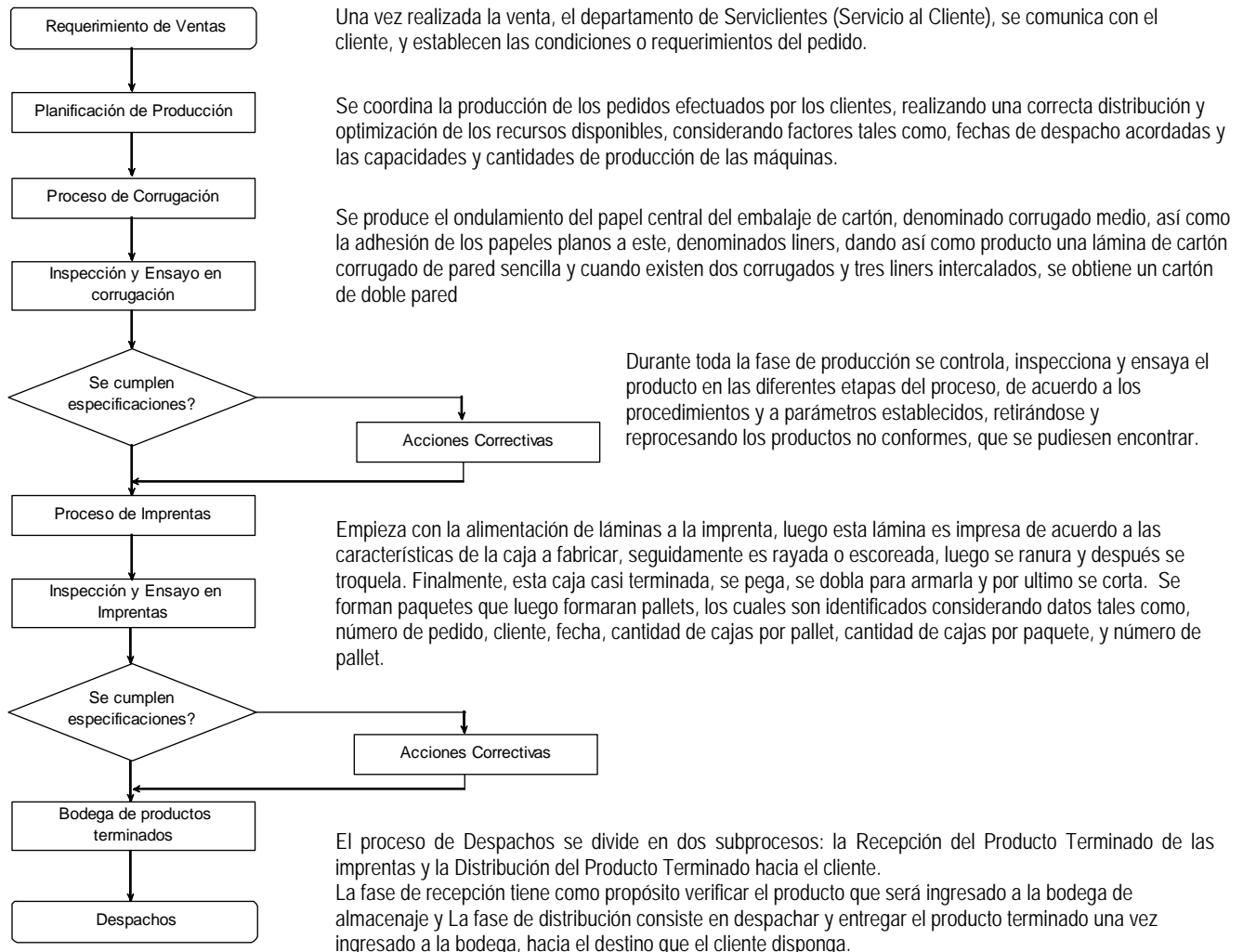


**Figura 5** Porcentaje de Reclamos del año 2002

Una vez definidas las preferencias consideradas de mayor importancia y luego del análisis realizado a los reclamos existentes, se puede concluir que el factor de mayor importancia para mantener la aceptación del producto por parte los clientes de Corrupac, es el tiempo de entrega del producto.

**Descripción del Proceso**

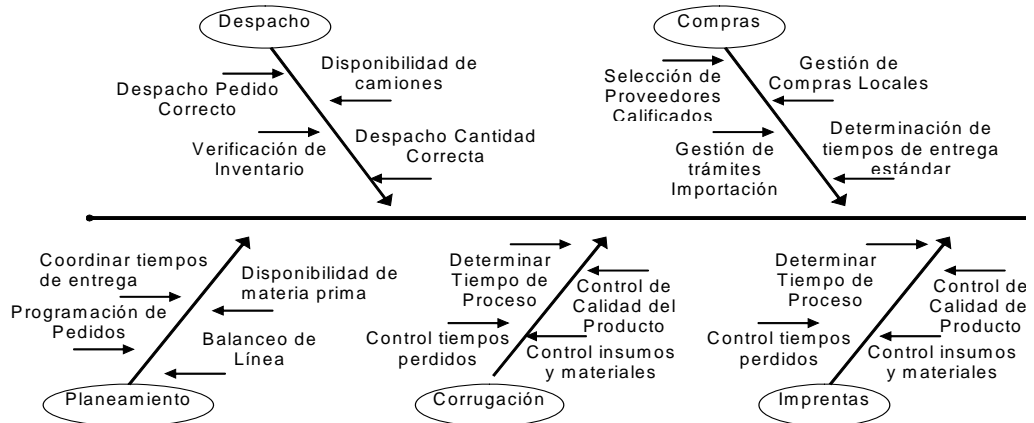
El proceso de fabricación de cajas de cartón corrugado se lo puede definir como la conversión de papeles en láminas de cartón, las cuales a su vez se transforman en cajas de diferentes modelos, formas, tamaños, colores e impresiones de acuerdo al tipo de producto a embalar. Las imprentas requieren de 23 toneladas de tapa, y 39 toneladas de base, en condiciones normales, y la corrugadora en un turno de ocho horas produce alrededor de 26 toneladas de tapa y 41 toneladas de base, corriendo cuatro horas de cada elemento. Al decir, condiciones normales, se aplica en el caso que no se presenten paradas no permitidas durante la corrida. Se puede observar que existe un correcto balanceo de línea. En el siguiente diagrama se explica por etapas el proceso de producción de cajas de cartón corrugado. En el desarrollo de la tesis se analiza de manera más detallada cada etapa.



**Figura 6** Diagrama de Flujo del Proceso de Fabricación de Cajas de cartón corrugado

**Determinación de las áreas involucradas en la entrega oportuna del producto terminado**

Las áreas involucradas directamente con la entrega oportuna del producto terminado se describen en el siguiente diagrama de causa y efecto.



**Figura 7** Diagrama de causas para la demora en la entrega de los pedidos

Una vez definidos los procesos responsables de garantizar la entrega oportuna de los pedidos a los clientes, será necesario describir los procesos involucrados individualmente a fin de poder realizar un mejor análisis de las causas que generan este problema. De esta manera, se realizará una descripción del proceso de cada área, y se analizará el flujo del proceso mediante el diagrama de operaciones de cada etapa. Para poder determinar las causas de retraso en la entrega será necesario analizar estas etapas a fin de encontrar alguna demora en sus procesos. Con el fin de obtener resultados óptimos se utilizará una herramienta de análisis denominada "Estudio de Tiempos".

**Estudios de Tiempos**

Los procesos a los cuales se les va a aplicar un estudio de tiempos más formal y detallado son los de Corrugación e Imprentas, debido a que conforman la línea de producción. Para estas áreas se realizará el estudio de tiempos con cronómetros, debido a que estos procesos contienen actividades mecánicas que producen transformación del material, y por ende pueden ser evaluados de mejor manera. Para el caso de los procesos de Compras, Planeamiento y Despachos, que se consideran de tipo administrativo, se realizará un estudio de tiempos basado en registros históricos para determinar los tiempos estándares de las actividades de cada área que garanticen un desempeño óptimo. Para esto se analizará el flujo del proceso, las operaciones que lo conforman, y los factores que inciden en el tiempo total de operación.

Planeamiento

El tiempo utilizado en este proceso no es un factor determinante en la entrega del producto terminado, puesto que el programa de producción para la corrugadora y las imprentas es realizado con dos días de anticipación. Para el caso de cambios repentinos por pedidos urgentes, estos se realizan con un tiempo mínimo de cuatro horas. Otra de las actividades que desempeña el área de planeamiento es la de realizar el requerimiento de papeles. El planificador deberá calcular las cantidades necesarias, considerando el material en inventario y el material en tránsito. Además, deberá considerar el tiempo que toma el material en llegar a la planta, es decir, el tiempo de transporte y el tiempo de desaduanización. Es por eso, que se realizó un análisis a fin de poder determinar el tiempo de entrega del material. Se consideró un mismo proveedor, y distintos números de pedidos, realizados en el segundo semestre del año 2002.

**TABLA V.-** Tiempos de Demora de Requerimiento de Papel

Número de Requerimiento	Llegada a Puerto (días)	Entrega a Depósito Industrial	Llegada a Planta (días)
15489	7	12	2
15497	6	20	2
15501	9	14	1
15527	9	12	1
15545	8	17	2

Se definió un promedio de 19 días, es decir, que para colocar la siguiente orden se debe considerar el tiempo de transportación que varía dependiendo del origen y se le agregan 19 días de trámite aduanero.

Corrugación

El proceso de la corrugadora es de tipo continuo, es decir, que la máquina no realiza paros frecuentes, estos se dan básicamente al comienzo de cada turno para limpieza y en cada cambio de orden, en el que se reajusta la máquina para la calibración de dimensiones. Por esta razón se aplicó el estudio de tiempos a las actividades de preparación de máquina y materiales. El estudio se lo realizó separando al corrugador por

procesos de operación, debido a que cada uno de estos es operado por una persona diferente. Una vez realizados los estudios de tiempos de todas las actividades que conforman el proceso de preparación de máquina del área de corrugación, la tabla queda de la siguiente manera:

**TABLA VI** Resumen de Tiempos de las actividades de Preparación de Máquina del Corrugador

PREPARACIÓN DE MÁQUINA DEL ÁREA DE CORRUGACIÓN	TIEMPO	
	minutos	segundos
Preparación del Single Face	15.00	40.67
Preparación del Double Backer	9.00	27.29
Preparación del Cuadre del Triplex	26.00	9.58
Elaboración de Goma	17.00	23.20

Como se puede apreciar en la tabla, la actividad que toma más tiempo es el cuadro del triplex, con un tiempo de 26 minutos y 9,58 segundos. Este tiempo representa el tiempo total de la preparación de la máquina del área de corrugación.

### Imprenta

La actividad que más tiempo toma es la de preparación de máquina entre pedidos. En ella se encuentran una serie de actividades que serán analizadas individualmente. El tiempo utilizado en las operaciones de impresión, rayado, ranurado, troquelado y engomado, está vinculado directamente con la velocidad de la máquina.

Una vez realizado el estudio de tiempos de las actividades que componen la preparación de la maquinaria, el cuadro de resumen queda de la siguiente manera:

**TABLA VII** Resumen de Tiempos de las actividades de Preparación de Máquina de las Imprentas

PREPARACION DE MAQUINA DEL AREA DE IMPRENTAS	TIEMPO	
	minutos	segundos
Cuerpo Alimentador	3,00	15,65
Cuerpo Impresor	21,00	53,66
Cuerpo Ranurador	8,00	32,35
Cuerpo Escorador	8,00	32,12
Cuerpo Troquelador	5,00	15,73
Zona de Gomero Folder	1,00	0,00
Cuchilla Longitudinal	15,00	43,54

Como se puede apreciar en la tabla, la actividad que mayor tiempo toma es la preparación del cuerpo impresor con 21 minutos y 53,66 segundos. Debido a que todas las actividades se realizan al mismo tiempo por distintos operadores, se puede concluir que el tiempo total de preparación de máquina en el área de Imprentas es entonces de 21 minutos con 53,66 segundos.

### Despachos

Como se mencionó anteriormente, el proceso de despachos se divide en dos etapas, la recepción de producto terminado desde las imprentas, y el despacho o entrega del producto al cliente final. En las siguientes tablas se puede observar el resumen de las actividades que conforman estas etapas.

**TABLA VIII** Resumen de Tiempos de la Recepción de Producto Terminado

Símbolo	Significado	N°	TIEMPO	
			MIN	SEG
○	Operación	2	1	24.06
➡	Transporte	2	1	19.27
□	Inspección	1	0	9.29
▽	Almacenaje	1	0	8.00
D	Demora	0	0	0.00
⊗	Actividad Combinada	2	0	50.12

**TABLA IX** Resumen de Tiempos del Despacho del Producto Terminado

Símbolo	Significado	N°	TIEMPO	
			MIN	SEG
○	Operación	7	17	28.62
➡	Transporte	1	1	7.74
□	Inspección	2	0	32.25
▽	Almacenaje	0	0	0.00
D	Demora	0	0	0.00
⊗	Actividad Combinada	3	1	1.67

El tiempo total estándar utilizado en la primera etapa es de 3 minutos y 50,74 segundos, y se recorrió una distancia total de 17 metros y el tiempo total estándar utilizado en la segunda etapa es de 19 minutos y

10,28 segundos, y se recorre una distancia total de 20,95 metros. Es decir, que el tiempo total del proceso en general es de aproximadamente 23 minutos.

Entre todas las áreas analizadas se determinó a las áreas de imprentas y corrugación como las posibles causantes del retraso en la entrega del producto terminado debido a que las actividades que las conforman corresponden a la preparación de las máquinas en cada una de ellas, las cuales inciden directamente en el incremento de tiempo de producción.

### Selección del Área de mayor incidencia en el retraso en la entrega de los pedidos

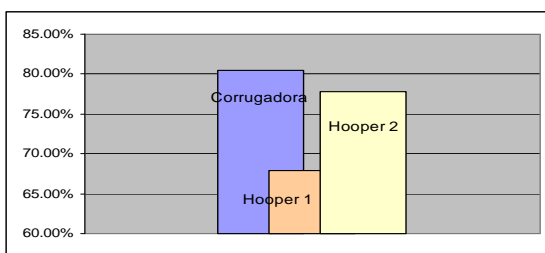
A fin de poder realizar la selección del área con mayor incidencia en el retraso en la entrega del producto terminado al cliente, es necesario evaluar cada una de ellas, utilizando índices de desempeño calculados en función de los siguientes factores:

- Capacidad No Utilizada
- Horas Laboradas
- Desperdicio
- Horas Perdidas

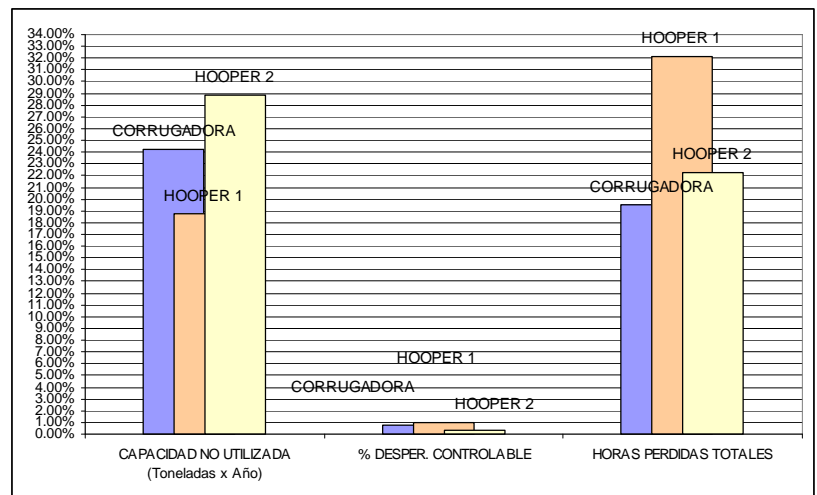
**TABLA X** Índices de desempeño de centros de Producción

INDICE / MAQUINA	CORRUGADOR	HOOPER 1	HOOPER 2
PRODUCCION (Toneladas x Año)	52,080.74	19,368.84	28,259.83
PRODUCCION (Unidades x Año)	41,758,895	39,316,825	37,287,022
CAPACIDAD MAQUINAS (Toneladas x Año)	68,789.95	23,835.65	39,726.09
CAPACIDAD MAQUINAS (Unidades x Dia)	56,784,000	48,384,000	56,448,000
CAPACIDAD NO UTILIZADA (Toneladas x Año)	16,709	4,467	11,466
DESPERDICIO (TN)	2,493.13	588.05	1,162.52
DESPERDICIO (%)	4.79%	3.04%	4.11%
DESPERDICIO CONTROLABLE	576.37	184.81	95.50
DESPERDICIO CONTROLABLE %	1.11%	0.95%	0.34%
DESPERDICIO NO CONTROL. %	1,916.76	403.23	1,067.02
DESPERDICIO NO CONTROL. %	3.68%	2.08%	3.78%
HORAS LABORADAS	5,968.50	5,941.50	5,777.50
HORAS PERDIDAS TOTALES	1,167.75	1,907.00	1,284.25
RENDIMIENTO	80.43%	67.90%	77.77%

\* Los datos de producción y capacidad en unidades en el corrugador corresponden a juegos (Tapa + Base)



**Figura 8** Gráfico Comparativo de Rendimientos por máquina



**Figura 9** Gráfico Comparativo de Índices por Máquina

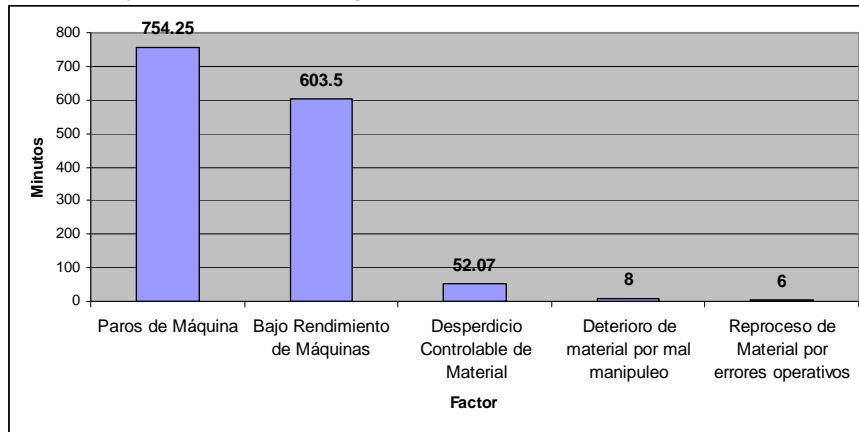
Una vez realizado el análisis de índices se puede concluir que la máquina de mayor incidencia dentro del área de producción es la imprenta Hooper 1. Mejorando el tiempo de producción y los niveles de productividad de esta máquina podremos disminuir el tiempo en la entrega al cliente.

### Evaluación y Selección de los Problemas del Área seleccionada

Se realizó una comparación entre todos los factores que representan un aumento en el tiempo de entrega, a fin de establecer cual es el más influyente en el problema. Se procedió a realizar un análisis de costos y tiempos generados por estos factores, los cuales serán nuestra principal herramienta de decisión. En el



siguiente gráfico se muestra el tiempo, representado en minutos en el que cada factor ha incidido en el tiempo de fabricación de las cajas de cartón corrugado

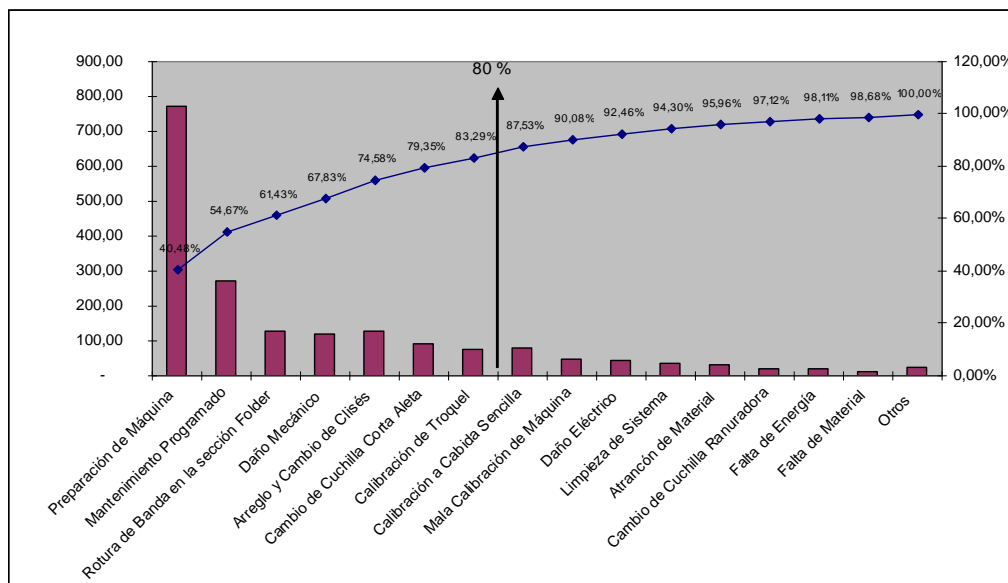


**Figura 10** Comparación de tiempos asignados a causas de retrasos

Como se puede apreciar en la figura 4.4, las causas más representativas las cuales componen el 82,44 %, son:

- Preparación de Máquina
- Mantenimiento Programado
- Rotura de Banda en la sección Fólder
- Arreglo y Cambio de Clisé
- Cambio de Cuchilla Corta Aleta
- Calibración de Troquel
- Daño Mecánico

De esta manera podremos enfocarnos principalmente en mejorar estos problemas. El principal factor que incide en el bajo rendimiento en la imprenta, como ya se mencionó anteriormente, es la preparación de máquina. La preparación de máquina, es una actividad inevitable, sin embargo se puede disminuir sus tiempos mejorando la eficiencia en las actividades que lo componen. La ineficiencia de este factor se puede apreciar claramente analizando el tiempo utilizado versus el tiempo estándar estimado para cada cambio de orden.



**Figura 11** Frecuencia de Participación de las causas de los paros de máquina

Una vez analizados los procesos de preparación de máquina, calibración de cuchilla corta aleta y montaje de prelistamiento, queda la siguiente tabla de resumen con los problemas encontrados en cada proceso.

**TABLA XI** Principales problemas encontrados

Proceso	Problemas Encontrados
Preparación de Mesa Alimentadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño en las cabezas del perno de la cuchilla alimentadora</li> <li>• Daño en la llave hexagonal utilizada</li> <li>• Problemas en las guías metálicas de la cuchilla.</li> <li>• Falta de lubricación de la cremallera de la cuchilla.</li> </ul>



Proceso	Problemas Encontrados
Preparación del Cuerpo Impresor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca presión de agua para la limpieza del sistema</li> <li>• Daño en la pestaña del clisé</li> <li>• Daño en la cabeza del perno de los transportadores</li> <li>• Exceso de presión en el rodillo anilox</li> <li>• Mala calidad de tinta</li> <li>• Cambio de raspador, por desgaste.</li> </ul>
Preparación del Cuerpo Escoreador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño en las cabezas de los pernos de las masas escoreadoras</li> <li>• Falta de limpieza del rodillo portador de las masas escoreadoras.</li> <li>• Cauchos de las masas escoreadoras en mal estado</li> <li>• Flexo metro descalibrado, que ocasiona fallas en las medidas</li> </ul>
Preparación del Cuerpo Ranurador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño en la cabeza de los pernos de las masas ranuradoras</li> <li>• Daño en la cuchilla ranuradora hembra o macho</li> <li>• Flexo metro descalibrado</li> <li>• Daño o falta de limpieza en la cremallera del rodillo ranurador</li> <li>• Transportadores muy ajustados</li> </ul>
Preparación del Cuerpo Troquelador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teja del Troquel en mal estado</li> <li>• Troquel sin cauchos de expulsión</li> <li>• Daño en la llave hexagonal para pernos de troquel</li> <li>• Cuchillas del troquel en mal estado</li> <li>• Transportadores muy ajustados</li> </ul>
Preparación de la sección de Fólter y Gomero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de limpieza en perno sinfin del gomero</li> <li>• Descuadre del paralelismo en las bandas</li> </ul>
Preparación de la cuchilla circular de corte longitudinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño en la cabeza del perno del cabezal de la cuchilla</li> <li>• Rompimiento de cuchilla</li> <li>• Pared guía de la cortadora desparalelizada</li> </ul>
Calibración de la Corta Aleta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño de la cuchilla corta aleta debido a mala calibración</li> <li>• Cambio de caucho de poliuretano, debido a mala calibración de la cuchilla.</li> <li>• Daño en el hilo del martillo que asegura el perno de ajuste.</li> <li>• Daño en el caucho de poliuretano por mala colocación del caucho.</li> </ul>
Montaje de sellos y prelistamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desgastes de los tambores porta clisé, los cuales afectan al cálculo del radio de curvatura</li> <li>• Falta de guías en los sellos</li> <li>• Daño en el manto del clisé</li> <li>• Mala calidad de los clisés</li> <li>• Desprendimiento de los sellos por pérdida de solución adherente.</li> </ul>

En la siguiente tabla se pueden observar la comparación entre los tiempos reales y los tiempos óptimos definidos por la empresa fabricante de la máquina en condiciones normales que toman los procesos de preparación de máquina, en cada una de las secciones que componen la imprenta. Los tiempos reales fueron obtenidos en el estudio de tiempos de los procesos. Una vez solucionados los problemas existentes en cada sección y luego implantar las mejoras propuestas, se espera mejorar el tiempo utilizado en la preparación de máquina en un 65 %, es decir, reducir el tiempo de 21,89 minutos a 13,20 minutos. Este tiempo viene dado por la actividad que exige mayor tiempo, en este caso es la preparación del cuerpo impresor. A este valor, se le añade el tiempo utilizado en el chequeo de la máquina y la prueba de impresión, los cuales son, 1 minuto y 2,15 minutos respectivamente.

**TABLA XII** Porcentaje de Incremento en el tiempo de preparación

PREPARACION DE MAQUINA DEL AREA DE IMPRENTAS	Tiempo Real	Tiempo Optimo	%
Cuerpo Alimentador	3,26	2,42	34,93%
Cuerpo Impresor	21,89	13,20	65,87%
Cuerpo Ranurador	8,54	6,18	38,10%
Cuerpo Escoreador	8,54	5,75	48,44%
Cuerpo Troquelador	7,22	4,83	49,44%
Zona de Gomero Folder	1,00	0,67	50,00%
Cuchilla Longitudinal	15,73	9,75	61,29%

### Mejoramiento del Proceso

Para poder mejorar el tiempo de preparación de máquina, será necesario evaluar el tiempo y las actividades de manera individual por secciones y luego plantear las mejoras necesarias. Se separará el estudio planteando soluciones para los problemas puntuales que generan paros de máquina determinados en el capítulo anterior y además se aumentará la eficiencia en los prelistamientos planteando mejoras en los métodos de trabajo. Con estas mejoras se espera optimizar el tiempo de preparación de máquina en un 35%. En la siguiente tabla se indican los tiempos estándar definidos, una vez aplicadas las mejoras planteadas para optimizar la eficiencia en la preparación de la máquina.

**TABLA XIII.-** Determinación del tiempo estándar en la preparación de máquina

PREPARACION DE MAQUINA DEL AREA DE IMPRENTAS	Tiempo Anterior (min)	Tiempo Estándar (min)	Diferencia (min)	% Mejora
Cuerpo Alimentador	3,26	2,42	0,84	25,79%
Cuerpo Impresor	21,89	13,17	8,72	39,85%
Cuerpo Ranurador	8,54	5,99	2,55	29,85%
Cuerpo Escorador	8,54	6,89	1,65	19,28%
Cuerpo Troquelador	7,22	4,69	2,53	35,04%
Zona de Gomero Folder	1,00	1,00	0,00	0,00%
Cuchilla Longitudinal	15,73	9,90	5,83	37,05%

En la tabla también se aprecia el porcentaje de optimización que se logró en cada sección analizada al aplicar las mejoras planteadas. Debido a que el tiempo de preparación total lo da el proceso que más tiempo toma, en este caso, el cuerpo impresor, se puede definir el tiempo estándar de preparación de máquina en el área de imprentas de 13,17 minutos, es decir, 13 minutos y 10,2 segundos.

Una vez determinadas las mejoras que se requieren implantar para reducir de manera considerable los problemas que afectan a la línea de producción, será necesario demostrar la factibilidad financiera de las soluciones planteadas. El análisis de la viabilidad financiera es la mejor manera de clasificar todas las posibles soluciones, en aquellas que nos representen un mayor ahorro y beneficios. Analizando las mejoras planteadas se determinarán las actividades que las describen de mejor manera. Se estudiarán independientemente y se designará responsables para cada actividad. Una vez que se han definido las actividades que componen la implantación de las mejoras, será necesario realizar un análisis de costo – beneficio antes de aplicar las mejoras planteadas. En algunos casos, los beneficios generados por las mejoras planteadas no podrán ser cuantificados financieramente ya que están relacionados con factores tales como mejoras en el control, incremento en el nivel de conocimiento de los operadores o el nivel de satisfacción del cliente hacia las mejoras propuestas. Finalmente, luego de definir el presupuesto necesario para poder implantar las mejoras propuestas, será necesario elaborar el cronograma de las actividades que se realizarán. Para facilitar su comprensión se utilizará como herramienta de análisis los diagrama de Gantt.

**TABLA XIV.-** Comparación acumulada de Costos y Beneficios

Costos (USD)	Beneficios (USD)
28.955	48.132

**TABLA XV.-** Cálculo de ahorro en costos por reducción de tiempo de preparación de máquina

Rubro	Año 2002	Ahorro (35%)
Mano de Obra	128.520	44.982
Costos Operacionales	9.000	3.150
Total	137.520	48.132

## **CONCLUSIONES**

Una vez concluida la tesis se espera implantar todas las mejoras propuestas, para de esa manera disminuir considerablemente el tiempo de entrega del producto terminado al cliente final. Mejorando este servicio se espera diferenciar los productos que ofrece Corrupac entre sus competidores. Esta diferenciación agregará valor al producto, el cual se verá reflejado en un mejoramiento de la satisfacción del cliente, y a su vez en un incremento en el nivel de ventas.

## **REFERENCIA**

1. J. A. Parada, "Planteamiento de mejoras para disminuir el tiempo de entrega del producto terminado de una planta procesadora de cartón corrugado" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2004)
2. W. K. Hodson, editor, MAYNARD: Manual del Ingeniero Industrial, Volumen 3 (Mexico: Mc Graw Hill, 1996)
3. B. W. Niebel, Ingeniería Industrial, "Métodos, Tiempos y Movimientos" (Novena Edición, Editorial Alfaomega, 1996) pp. 257-265
4. J. M. Juran y F. Gryna, Manual de Control de Calidad (Cuarta Edición, Mc. Graw Hill, 1993), pp. 124-137.
5. N. Sapag Chain, Preparación y Evaluación de Proyectos (Tercera Edición, Mc. Graw Hill, 1993).

