

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISMINUCIÓN DEL DESPERDICIO Y SU CUANTIFICACIÓN EN EL  
PROCESO DE ELABORACIÓN DE CARTON CORRUGADO EN LA  
EMPRESA CAJAS Y EMPAQUES DE GUATEMALA, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**MARVIN OTTONIEL LÓPEZ AGUILAR**

ASESORADO POR: INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISMINUCIÓN DEL DESPERDICIO Y SU CUANTIFICACIÓN EN EL  
PROCESO DE ELABORACIÓN DE CARTÓN CORRUGADO EN LA  
EMPRESA CAJAS Y EMPAQUES DE GUATEMALA, S. A.,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 23 de agosto de 2007

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

**MARVIN OTTONIEL LÓPEZ AGUILAR**



Guatemala, 16 de agosto de 2007  
Ref. EPS. C. 494.08.07

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora - Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, **MARVIN OTTONIEL LÓPEZ AGUILAR**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **"DISMINUCIÓN DEL DESPERDICIO Y SU CUANTIFICACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CARTÓN CORRUGADO EN LA EMPRESA CAJAS Y EMPAQUES DE GUATEMALA, S.A."**.


Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país, principalmente en el apoyo técnico a entidades privadas en la búsqueda de soluciones viables a los problemas que atraviesan y que al final beneficiarán a la sociedad en general.

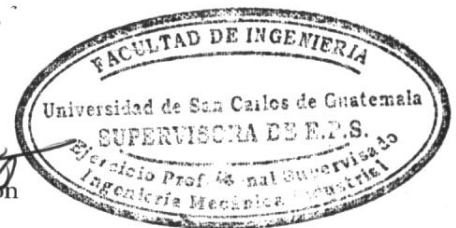
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Inga Sigrid Aliza Calderon De Leon  
Asesora - Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACDL/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISMINUCIÓN DEL DESPERDICIO Y SU CUANTIFICACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CARTÓN CORRUGADO EN LA EMPRESA CAJAS Y EMPAQUES DE GUATEMALA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Marvin Ottoniel López Aguilar**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. Danilo González Trejo  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
COLEGIADO ACTIVO No. 6.182

Guatemala, agosto de 2007

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de agosto de 2007

Ref. EPS. C. 494.08.07

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Gómez Rivera.

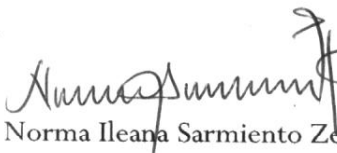
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“DISMINUCIÓN DEL DESPERDICIO Y SU CUANTIFICACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CARTÓN CORRUGADO EN LA EMPRESA CAJAS Y EMPAQUES DE GUATEMALA, S.A.”** que fue desarrollado por el estudiante universitario **MARVIN OTTONIEL LÓPEZ AGUILAR**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por Inga. Sigrid Alitza Calderón De León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora – Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena  
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISMINUCIÓN DEL DESPERDICIO Y SU CUANTIFICACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CARTON CORRUGADO EN LA EMPRESA CAJAS Y EMPAQUES DE GUATEMALA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Marvin Ottoniel López Aguilar**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo

**ID Y ENSEÑANZA A TODOS**

  
**Ing. José Francisco Gómez Rivera**  
**DIRECTOR**

**Escuela Mecánica Industrial**

Guatemala, agosto de 2007.



/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.293.2007

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISMINUCIÓN DEL DESPERDICIO Y SU CUANTIFICACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CARTON CORRUGADO EN LA EMPRESA CAJAS Y EMPAQUES DE GUATEMALA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Marvin Ottoniel López Aguilar**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, septiembre de 2007.

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- DIOS** Ser supremo omnipotente que ilumina mi sendero
- VIRGEN MARIA** Madre Santísima llena de amor, gracia y humildad
- MIS PADRES** A mi padre José Leonardo, por sus múltiples esfuerzos y que me enseñó a ser hombre responsable, la meta alcanzada de este día es homenaje hasta el cielo, por todo lo que representa para mí. A mi madre Eva Angelina, por ser un gran ejemplo de abnegación, amor, disciplina, fidelidad y generosidad a lo largo mi vida, sin su presencia entre nosotros no hubiera sido posible este logro, hoy mañana y siempre necesitaré de usted.
- MIS HERMANOS** Susana que cumplió una labor importante en mis limitados y agitados tiempos de clases. A mi hermano José Giovanni, por darme el apoyo necesario a falta de mi padre desde el inicio de mi carrera; son tus sabios consejos una valiosa ayuda en mi vida
- MIS SOBRINOS** Dashell y Leonardo, son como mis hijos
- LA UNIVERSIDAD** Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente a la Facultad de Ingeniería

## **AGRADECIMIENTOS**

Sería imposible nombrar a cada una de las personas a las que le estoy agradecido, por la culminación de esta etapa de mi vida.

A mis familiares y amigos, ustedes saben que han sido un apoyo importante, siempre estaré agradecido con todos.

A la ingeniera Sigrid Calderón, por su asesoría en el desarrollo de mi trabajo de graduación; a los catedráticos de la facultad de ingeniería, a la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, a mis centros de estudios, gracias por todo el aporte en mi aprendizaje.

A mis lugares de trabajo, en donde no sólo he obtenido los recursos económicos sino que he fortalecido los conocimientos, a mis compañeros de trabajo y profesionales que me han brindado su apoyo; a la empresa donde realicé el ejercicio profesional supervisado, gracias por abrirme las puertas para desarrollar el proyecto.

Finalmente, este trabajo pertenece a mi patria Guatemala, tierra que me vio nacer, estoy orgulloso de ser guatemalteco.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>GLOSARIO</b>	IX
<b>RESUMEN</b>	XIII
<b>OBJETIVOS</b>	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XVII
<b>1. GENERALIDADES</b>	1
1.1 Historia de cajas y empaques, S.A.	1
1.2 Descripción de las actividades	2
1.2.1 Ubicación	6
1.3 Visión, misión y valores	7
1.4 Política de calidad	8
1.5 Objetivos de la calidad	8
<b>2. SITUACIÓN ACTUAL</b>	9
2.1 Estructura organizacional	9
2.2 Análisis FODA	10
2.2.1 Fortalezas	10
2.2.2 Oportunidades	11
2.2.3 Debilidades	11
2.2.4 Amenazas	12
2.3 Localización industrial	13
2.4 Distribución de la planta	32
2.4.1 Diagrama de la planta	34
2.4.2 Maquinaria utilizada para el proceso	37

2.5	Productos	49
2.5.1	Proceso de elaboración de productos de cartón corrugado	51
2.5.2	Desperdicios	61
<b>3.</b>	<b>GENERACIÓN DE DESPERDICIO EN LA EMPRESA</b>	<b>63</b>
3.1	Problemática del desperdicio en el proceso de elaboración de productos de cartón corrugado	63
3.2	Clasificación del desperdicio	64
3.2.1	Desperdicio debido al proceso de corrugación	65
3.2.2	Desperdicio debido al proceso de conversión	69
3.2.2.1	Impresión	69
3.2.2.2	Troquelado	71
3.2.2.3	Acabados	73
3.3	Cuantificación del desperdicio en el proceso de fabricación de cartón corrugado	75
3.3.1	Cuantificación	77
3.3.2	Costos	81
<b>4.</b>	<b>PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL DESPERDICIO</b>	<b>85</b>
4.1	Personas involucradas en la reducción del desperdicio	85
4.1.1	Postura por parte de la gerencia	86
4.1.2	Capacitaciones a realizar	88
4.1.3	Premios y reconocimientos	92
4.2	Equipo involucrado en la reducción del desperdicio	93
4.2.1	Uso de la maquinaria y equipo	94
4.2.2	Mantenimiento y mejora del equipo	95
4.3	Propuesta de mejora en el proceso de fabricación para la reducción del desperdicio	99

4.3.1	Métodos y procedimientos	99
4.3.2	Utilización de materiales	105
4.3.3	Aprovechamiento del espacio	106
<b>CONCLUSIONES</b>		111
<b>RECOMENDACIONES</b>		113
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		15



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Ubicación CEGSA	6
2. Organigrama CEGSA	9
3. Techo y armazón	14
4. Iluminación, pintura y ventilación	16
5. Decibelímetro y protección para ruido	20
6. Cartas de Ringelman	22
7. Deficiencias en uso del espacio	33
8. Plano CEGSA	35
9. Máquina martin	38
10. Máquina flexo	39
11. Máquina ward	40
12. Máquina impresora o prensa	42
13. Máquina corrugadora	44
14. Diagrama causa y efecto de corrugadora	47
15. Diagrama de Pareto	49
16. Tipos	50
17. Productos de cartón corrugado	51
18. Diagrama de flujo de proceso	52
19. Transporte de láminas a las convertidoras	57
20. Flujograma elaboración de productos de cartón corrugado	60
21. Certificado de calidad	65
22. Verificación en las láminas	66
23. Trim u orillas	68

24. Desperdicio de láminas mal impresas	68
25. Dados defectuosos	71
26. Láminas mal troqueladas	72
27. Troquel plano y troquel rotativo	73
28. Piezas mal pegadas y mal engrapadas	74
29. Control de desperdicio	78
30. Desperdicio compactado	82
31. Carretones para desperdicio	100
32. Supervisión de transporte de rollos	106
33. Almacenamiento de las cajas	107
34. Formación de las estibas	108
35. Tamaño de las estibas	108
36. Protección a utilizar	109
37. Manejo de las cajas	110
38. Protección a la humedad	110



## TABLAS

I. Factores a analizar de las instalaciones	13
II. Efectos generados en la planta	17
III. Categoría del edificio	18
IV. Peso y transporte	19
V. Cantidad de personas	20
VI. Niveles de ruido en áreas	21
VII. Niveles de ruido	21
VIII. Lecturas de densidad de humo	22
IX. Unidades de humo en Ringelman	23
X. Olores y polvo	24
XI. Concentración de gases y riesgo de incendio	25
XII. Desechos líquidos y sólidos	26
XIII. Grupos Industriales	28
XIV. Categorías industriales	29
XV. Zonas de tolerancia industrial	30
XVI. Determinación de la zona	31
XVII. Datos para elaborar diagrama de Pareto	48
XVIII. Porcentajes de desperdicio por área	76
XIX. Reprocesos	87
XX. Plan de capacitaciones	90
XXI. Índices actuales	92
XXII. Programa de mantenimiento	101
XXIII. Peso del cartón	103



## GLOSARIO

<b>Acrónimo</b>	Siglas o iniciales
<b>Adhesivo</b>	Compuesto que se utiliza para pegar.
<b>Aledaño</b>	Límite o confín.
<b>Aleta</b>	Parte de una caja que se utiliza para cerrarla.
<b>Ángulo</b>	Abertura formada por dos líneas, intersectadas en un punto llamado vértice.
<b>Bobina</b>	Rollo de papel, alambre, hilo, etc..
<b>Carretón</b>	Medio de transporte, sin motor.
<b>Cliché</b>	Plancha de goma utilizada para impresión en artes gráficas.
<b>Confeti</b>	Pedazos muy pequeños de papel, utilizado en fiestas. El confeti de cartón es muy similar.
<b>Decibel</b>	Unidad de medida del ruido o vibración.
<b>Decibelímetro</b>	Aparato utilizado para medir decibeles.

<b>Densidad</b>	Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.
<b>Energético</b>	Capacidad de un cuerpo de producir energía.
<b>Ergonómico</b>	Relación del trabajo y la maquinaria.
<b>Excluir</b>	No admitir una persona o cosa con otras.
<b>Flexografía</b>	Arte de realizar figuras o textos sobre cartón corrugado.
<b>Fluctuación</b>	Variación.
<b>Incidir</b>	Cometer una falta o error.
<b>Inculcar</b>	Comunicar metodológicamente.
<b>Imprescindible</b>	Que no puede dejar de utilizarse.
<b>Imputar</b>	Atribuir a una persona una acción o delito.
<b>Inflamable</b>	Que puede encenderse en llamas.
<b>Instaurar</b>	Renovar o establecer.
<b>Intersección</b>	Punto en común de dos líneas que se cortan.

<b>Lindero</b>	Que linda o limita con una cosa.
<b>Liner</b>	Pliego de papel kraft.
<b>Litografía</b>	Proceso de realizar estampas adhesivas.
<b>Liviano</b>	Ligero o de poco peso.
<b>Medium</b>	Capa de papel kraft, ondulada
<b>Papel Kraft</b>	Papel sin aclarar, utilizado en la industria de los envoltorios.
<b>Polietileno</b>	Material plástico elaborado con etileno.
<b>Proclive</b>	Que tiene inclinación hacia o para.
<b>Parafina</b>	Sustancia sólida que se obtiene destilando petróleo o alquitrán.
<b>Serigrafía</b>	Arte de realizar figuras o textos sobre tela.
<b>Single</b>	Unión de dos capas de papel kraft, una lisa y otra ondulada.
<b>Suntuario</b>	Referente a bienes costosos o de lujo.
<b>Tara</b>	Parte de peso que se rebaja por razón de embalaje.



## **RESUMEN**

Cajas y Empaques de Guatemala, es una empresa líder en la industria de empaques de cartón corrugado, en la actualidad el envoltorio es imprescindible para la conservación de los productos, es por eso que existen diversos tipos de empaques que responden a las necesidades de cada tipo de actividad. Dicha empresa cuenta con la tecnología adecuada para brindar soluciones de empaque de cualquier tipo, brindando a los clientes productos de la más alta calidad que les permitan conservar los productos para los consumidores finales.

El proceso de elaboración de empaques de cartón corrugado, consiste en dos grandes procesos: el primero es el de corrugado, el cual consiste en unir tres capas de papel kraft, una ondulada y dos lisas. El segundo proceso consiste en darle acabados a las láminas de cartón corrugadas para convertirlas en empaques y luego comercializarlas.

Durante los dos grandes procesos, se van generando pérdidas de las cuales la gran mayoría son controlables ya que éstas pérdidas conocidas como desperdicio, son ocasionadas por deficiencias durante la transformación de la materia prima hasta llegar al producto final. Se hace necesario que se realice un estudio acerca de cuales son las deficiencias, para luego realizar las correcciones que sean necesarias para solucionar la problemática.





## **OBJETIVOS**

### **GENERAL:**

Cuantificar los desperdicios en el proceso de corrugación, para luego realizar una propuesta que ayude a la disminución de los mismos.

### **ESPECÍFICOS:**

1. Realizar un análisis situacional de la empresa, su estructura organizacional, así como conocer su misión, valores y objetivos.
2. Conocer los distintos procesos que llevan a la elaboración de los productos de cartón corrugado.
3. Identificar las distintas áreas de la planta de producción en donde se genera el desperdicio.



## INTRODUCCIÓN

A continuación se presentan aspectos relacionados con la problemática del desperdicio generado en la elaboración de productos de cartón corrugado, proceso que por su naturaleza genera desperdicio, el cual actualmente no tiene un adecuado control; por lo que el desarrollo del presente proyecto ayudará a controlar las áreas que generan desperdicio para luego realizar la propuesta para la disminución de los mismos.

El primer capítulo muestra las generalidades de la empresa como objetivos de la calidad, misión, visión, valores, etc.; las cuales muestran la posición en donde se encuentra y hacia dónde se dirige. En el segundo capítulo se hace un diagnóstico de la situación actual de la empresa como sus instalaciones, la estructura organizacional interna, su ubicación, la maquinaria utilizada para el proceso, los productos que se ofrecen, etc..

En el capítulo tres, se describen los tipos de desperdicios generados durante los diversos procesos, también se analiza y justifica la forma inadecuada actual de cuantificación del desperdicio; finalizando el capítulo tres se muestra el costo causado por el desperdicio.

En el capítulo cuatro se propone una forma de cuantificar correctamente el desperdicio, para luego realizar la propuesta que ayude a la disminución de los mismos, enfocada en cuatro aspectos fundamentales conocidos como las cuatro emes. La primera eme se refiere a la mejora en la mano de obra, la segunda se refiere a la maquinaria, la tercera se refiere a los métodos y la cuarta a los materiales.

# **1. GENERALIDADES**

Es importante dar a conocer las generalidades de la empresa en donde se desarrolló el proyecto, para tener una mejor perspectiva de sus actividades. A continuación se presentan las generalidades de Cajas y Empaques de Guatemala, como: historia, política de calidad, misión, valores, etc.; las cuales indican la posición de la empresa y hacia donde se dirige.

## **1.1 Historia de cajas y empaques, S.A.**

CEGSA, acrónimo de Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. fue fundada en el año de 1961 y en el año de 1972 se incorpora al grupo sigma, del cual aún forma parte; actualmente es una de las empresas guatemaltecas que se encuentra certificada por el sistema de calidad ISO 9001:2000, lo que la hace líder en la industria del cartón corrugado a nivel nacional. El pertenecer al grupo sigma hace que CEGSA trabaje conjuntamente con empresas de norte, centro y sur América.

El grupo sigma, es pionero en el desarrollo y diversificación de la industria del empaque y ha tenido un crecimiento muy importante a nivel internacional en los últimos 35 años, poniendo a disposición de sus clientes, el más alto nivel tecnológico en infraestructura de equipo y talento humano, que permite desarrollar los procesos necesarios para crear toda clase de empaques. Para ello cuenta con 15 plantas convertidoras en centro América y los Estados Unidos y más de 20 oficinas de distribución y ventas en Estados Unidos, Europa, México, el caribe, centro y sur América.

## **1.2 Descripción de las actividades**

CEGSA es una empresa que se dedica a la elaboración de productos hechos de cartón corrugado en diferentes presentaciones y de alta calidad; los clientes en su mayor parte son empresas nacionales, aunque también mantiene relaciones comerciales con algunos clientes en el exterior, como por ejemplo de México y Centro América.

CEGSA tiene una amplia variedad de clientes en distintas áreas del sector comercial e industrial del mercado nacional, entre los que puede mencionarse a empresas de carácter alimenticio, farmacéuticas, agrícolas, etc. El trabajo llevado a cabo en CEGSA consiste principalmente en la transformación de su materia prima en cartón corrugado, para luego procesar éste a través de diferentes procesos y obtener un producto final acorde a los requerimientos iniciales planteados por el cliente.

Con el transcurso del tiempo, las condiciones cambiantes en el comercio en general han obligado a empresas de toda índole a recurrir a técnicas y métodos para brindar mejores servicios y productos que satisfagan las necesidades, expectativas y requerimientos de los consumidores; de esta forma CEGSA a llevado a cabo la implementación de diferentes metodologías con el fin de brindar productos que estén a la altura de las necesidades de sus clientes. Entre dichas metodologías pueden mencionarse: la certificación bajo la norma de calidad ISO 9001:2000, la implementación de proyectos de mantenimiento productivo total TPM, instauración de trabajo a través de la formación de círculos de calidad, programas de señalización y de seguridad industrial, entre otros.

- Grupo sigma

A nivel México y centro América el grupo sigma tiene dos grandes grupos: fabricación y divisiones comerciales.

1. Fabricación y ventas:

- Cajas y empaques de Guatemala, S.A. Guatemala, Guatemala, C.A.
- Cartonera centroamericana, S.A. Ilogampgo, El Salvador, C.A.

2. Divisiones comerciales:

- Sigma Covis Internacional, S.A. de C.V. México D.F., México
- Sigma industrial de Nicaragua Managua, Nicaragua, C.A.
- Sigma Costa Rica San José, Costa Rica, C.A.

La unificación de estas empresas responde a los exigentes cambios económicos de los mercados mundiales, el grupo sigma ha llevado productos a toda América y también a Europa con una calidad eficiente. La calidad la logra realizando constantes mejoras a los equipos, capacitando al personal operativo y administrativo, y utilizando materias primas de la más alta calidad; desde el diseño y montaje de artes hasta las etapas finales de la producción, sigma provee una amplia variedad de materiales de empaque, iniciando con el más sencillo hasta el más complejo.

Cuenta además cuenta con tecnología avanzada y con personal altamente especializado en las artes gráficas y en el desarrollo de nuevos productos. Este es un proceso integrado para dar servicio a todas las plantas industriales del grupo, e incluye:

- ✓ Elaboración de artes nuevos o modificación de diseños existentes
- ✓ Moderna tecnología para separación de colores
- ✓ Grabado de cilindros, confección de clichés y planchas litográficas
- ✓ Impresión por retrograbado, flexografía, litografía y serigrafía

Sigma ofrece papeles impresos recubiertos de polietileno y laminados con aluminio, además de la línea de películas metalizadas que permiten crear efectivas barreras contra grasa, gases y humedad.

Los empaques de cartón corrugado son fabricados en diferentes formas y tamaños e impresos a varios colores, con la más alta tecnología en equipos modernos, para abastecer a toda la industria que exporta a mercados internacionales, en los que exigen una alta calidad en la protección de los productos y una presentación óptima que contribuya en el mercadeo a los consumidores. El moderno equipo que se encuentra a disposición de las distintas plantas productoras de empaques del grupo sigma, no tiene limitaciones, no se requiere de mucho tiempo para llevar a la realidad los diseños que el cliente tenga en mente.

Organizacionalmente grupo sigma, se divide en diferentes áreas, las mismas han sido concebidas para proporcionar un mejor servicio al cliente capitalizando la fortaleza de contar con varias plantas de una misma línea ubicadas en diferentes países, tal es el caso del cartón corrugado que, conjuntamente con su molino de papel y cartón, forman parte de *Latin American Kraft Investments Inc. (LAKI)*.

El riguroso y permanente control de calidad de las materias primas, de todas las fases del proceso y de los materiales terminados, asegura una óptima calidad de sus productos y servicios a sus clientes.

Sigma hace un esfuerzo constante en la investigación y desarrollo de productos para satisfacer con mejora continua, las necesidades de los clientes internos y externos, contando para ello con un equipo profesional de ingenieros y técnicos especializados para dar apoyo efectivo a los clientes, diseñando soluciones de empaque para nuevos productos.

Sigma produce materiales impresos para la industria y el comercio, manufactura etiquetas de papel y cartoncillo, cajas plegadizas con recubrimiento de parafina para productos congelados, respaldos, afiches y folletos, así como empaques para productos suntuarios y publicidad; en el área de empaques de bolsas de papel las fabrica en kraft multicapas, especialmente para alimentos de mascotas satisfaciendo las exigencias de presentación, protección y resistencia.

En el área de empaques decorativos sigma fabrica bolsas de lujo para firmas que exigen gran calidad en su presentación; fabrica estuches de joyería con finas telas importadas y con diseños especiales para productos de gran aceptación en el mercado de Estados Unidos y otras partes del mundo.

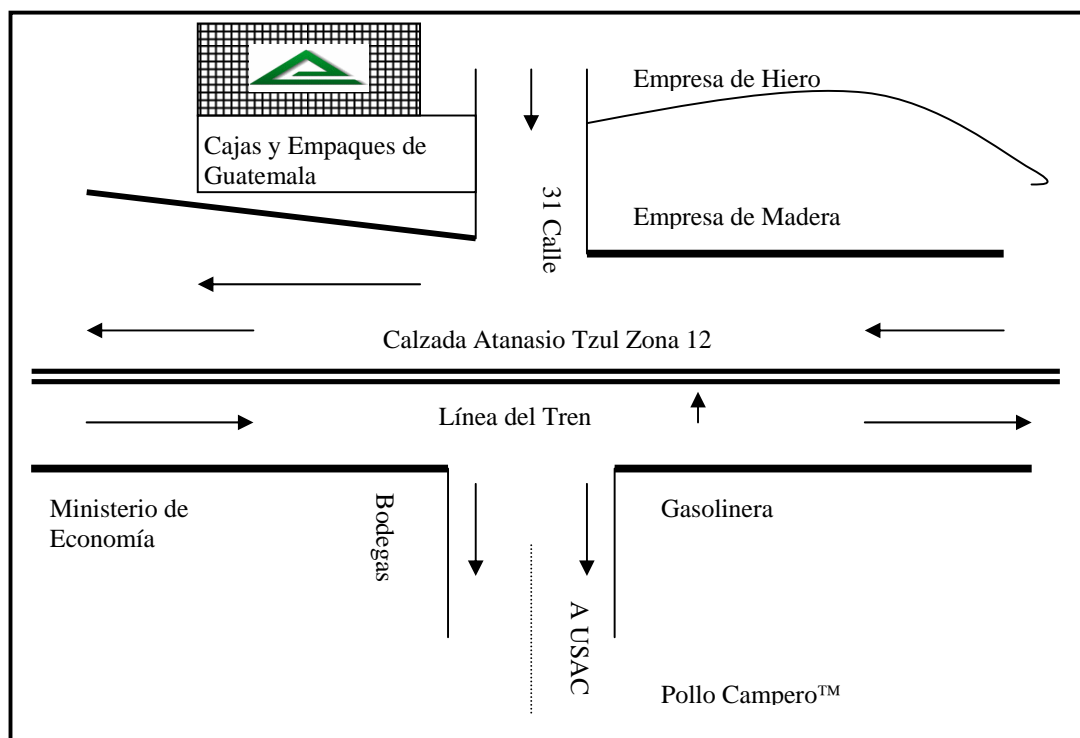


Un espíritu innovador de gran creatividad empresarial, unido a un énfasis y una preocupación constante por la calidad, mantiene al grupo sigma como líder indiscutible en la industria del empaque y justifica la demanda que sus productos han encontrado en los mercados americanos y europeos.

### 1.2.1 Ubicación

CEGSA, se encuentra ubicada en una zona en dónde se encuentran la mayoría de industrias en Guatemala, en la figura 1 se presenta la ubicación actual de CEGSA.

Figura 1. Ubicación CEGSA



Como se puede observar en la figura 1 CEGSA, se encuentra ubicada en la zona 12 capitalina.

### **1.3 Visión, misión y valores**

- Visión:

La visión de CEGSA es ser líderes en la industria de cajas y empaques a nivel centroamericano y penetrar con éxito en los mercados de toda América.

- Misión:

La misión de CEGSA es fortalecer el liderazgo en el negocio de cartón corrugado mejorando continuamente la competitividad en los mercados en que se participa, a través de la satisfacción completa de los clientes internos y externos.

- Valores:

- ✓ Innovación
- ✓ Integridad
- ✓ Servicio al cliente
- ✓ Simplicidad
- ✓ Comunicación abierta
- ✓ Lealtad
- ✓ Responsabilidad social

## **1.4 Política de Calidad**

La política de calidad de CEGSA consiste en el compromiso de satisfacer las necesidades de sus clientes mediante el mejoramiento continuo de sus procesos, seguridad industrial y servicios, en un ambiente agradable de trabajo manteniendo así el liderazgo en el mercado y la rentabilidad del negocio.

- Enfoque al cliente:

En CEGSA es importante el asegurar que los requerimientos y expectativas de los clientes sean identificados y comprendidos, de tal manera que el enfoque del trabajo, procesos y servicios sean para garantizar que se cumplan, esto a través de encuestas que se realizan a los clientes.

Por medio de la encuesta anual de satisfacción de clientes y la atención a reclamos, se obtiene información relativa al nivel satisfacción de los clientes, generando planes de acciones correctivas y preventivas para mejorar las operaciones de manera tal que el desempeño del sistema de administración de calidad esté alineado con niveles altos de satisfacción de la cartera clientes

## **1.5 Objetivos de la calidad**

- ✓ Tener una verdadera orientación al cliente
- ✓ Ser un proveedor confiable
- ✓ Innovación constante
- ✓ Uso eficiente de los recursos

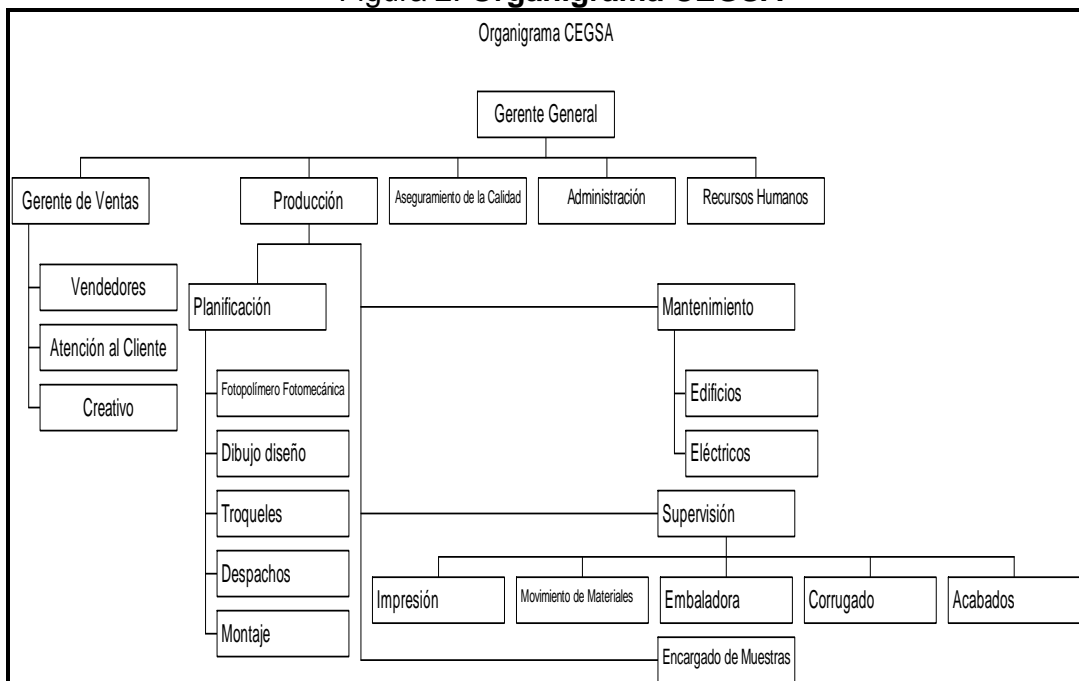
## 2. SITUACIÓN ACTUAL

En el presente capítulo se analiza la situación actual de la empresa haciendo un diagnóstico de la estructura organizacional, aspectos internos y externos por medio de un análisis FODA y el funcionamiento en general de la planta.

### 2.1 Estructura organizacional

La mayoría de empresas, tiene una estructura organizacional jerárquica, y CEGSA no es la excepción, su estructura organizacional se puede ver con claridad en el organigrama que a continuación se presenta:

Figura 2. Organigrama CEGSA



Como se puede observar en la figura 2 el organigrama es tipo jerárquico, la desventaja de este tipo de organización es la limitación en los mandos, es decir la poca delegación de autoridad y con esto una lenta solución de conflictos.

## **2.2 Análisis FODA**

El análisis FODA es una herramienta analítica, útil para examinar la interacción entre las características particulares de una empresa y su entorno, con los datos que se poseen se analizan: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. El análisis FODA descrito a continuación se obtuvo gracias a la observancia y consulta al personal administrativo, éste se enfoca sólo hacia los factores claves para el éxito de la empresa, resalta las fortalezas y debilidades diferenciales internas.

### **2.2.1 Fortalezas**

- Es una de las empresas más grandes que producen productos de cartón corrugado.
- Cuenta con instalaciones adecuadas para el desarrollo de la producción de materiales de cartón corrugado, éstas a su vez poseen una buena ubicación por la cercanía de sus clientes.
- Puede crecer físicamente ya que cuenta con espacio para ampliar sus instalaciones e instalar nueva maquinaria.
- Solidez de conocer el mercado de cajas de cartón corrugado a nivel nacional e internacional, logrando dar a conocer a potenciales clientes sus productos.

- Personal calificado, también debido al ambiente de trabajo el personal labora motivado.

### **2.2.2 Oportunidades**

- Se han facilitado los trámites aduanales entre los países de la región centroamericana, así como la reciente aprobación del tratado de libre comercio entre con Estados Unidos.
- Las políticas migratorias de los Estados Unidos ha hecho que personas con buenos conocimientos tecnológicos retornen al país.
- El crecimiento urbano ha provocado que potenciales clientes se ubiquen cerca de sus instalaciones.
- Se está promoviendo en el país el uso de biocombustibles, los cuales reducirían sus costos de producción.

### **2.2.3 Debilidades**

- Fallas frecuentes en la maquinaria para la producción, con esto una gran cantidad de horas muertas.
- Desbalanceo de las líneas de producción.
- Existe una cantidad considerable de devoluciones o rechazos de productos.

- Alto porcentaje de desperdicios.
- Altos inventarios de materias primas.
- No cuenta con transporte propio de sus productos.

#### **2.2.4 Amenazas**

- Aparición de nuevos competidores.
- Baja cultura de reciclaje en el país y con ello el deterioro del ambiente de dónde obtiene la materia prima.
- Encarecimiento de los hidrocarburos, que incide en los costos globales.
- Fluctuaciones en el sistema tributario nacional.

Antes de entrar a analizar los factores causales que generan el desperdicio, el análisis FODA genera una conclusión importante comparando de manera objetiva y realista las ventajas y desventajas tanto del entorno interno como externo. La conclusión más resaltante que se pudo obtener del análisis consiste en que a pesar de las debilidades de la empresa, ésta posee un buen prestigio tanto a nivel interno como externo.

## 2.3 Localización industrial

Dado que CEGSA se encuentra ubicada en el área metropolitana, debe cumplir con las normas establecidas por la municipalidad de la ciudad capital, mismas que se encuentran establecidas en el reglamento de localización e instalación industrial. En esta sección se examinarán los factores que determinan el tipo de localización industrial que posee CEGSA, los factores a analizar son los que se muestran en la tabla I.

Tabla I. Factores a analizar de las instalaciones

Categoría	Estrato ocupacional. No. de Trabajadores	Peso Kg. Materiales, Equipo, Producto	Ruido y Vibraciones Decibeles	Humo Unidades Ringelman	Olor	Polvo y suciedad por m <sup>3</sup>	Gases nocivos (partes por millón)	Incendio y Explosión	Desechos líquidos	Desechos sólidos	Transporte	Tránsito vehículos por hora	Integración arquitectónica urbana	Efectos
I	1 – 4	500	0	0	Sin olor	0	0	Sin riesgo	Inocuos	Inocuos	Vial Pick-up	5	A	Neutro
II	5 – 9	1000	15	0	Sin olor	0	0	Sin riesgo	Inocuos	Orgánicos	Vial Pick-up	5	A	Neutro
III	10 –19	2000	20	1	Leve no molesto	0.23	0	Riesgo poco probable	Inocuos	Minerales no metálicos	Vial camión liviano.	10	A	Neutro
IV	20 -99	4000	35	1	No molesto	0.46	Concentración no tóxica	Riesgo controlable	Requiere tratamiento especial	Minerales metálicos	Vial camión pesado ferroviario	15	B	Ligeramente Negativo
V	+ 100	+ 4000	60	2	Molesto	0.69	Concentración no tóxica	Riesgo controlable	Requiere tratamiento especial	Activos químicos radioactivos.	Vial camión pesado ferroviario	20	C	Negativo
VI	+ 100	+ 4000	80	+ 2	Muy molesto	+ 0.69	Concentración tóxica	Riesgo no controlable	Requiere tratamiento especial		Vial camión pesado ferroviario	20	C	Negativo

La tabla I obtenida del reglamento de localización e instalación industrial muestra la categoría que se le asigna a cada factor, dependiendo del valor que tenga el mismo.



- Instalaciones: los factores a analizar son los siguientes:

#### 1) Techo industrial

Para un correcto desarrollo de operaciones industriales un techo debe estar formado básicamente por dos elementos, estos son: la cubierta y la estructura; en CEGSA la cubierta del techo se encuentra formada en su totalidad por lámina de zinc, mientras que la estructura es armazón del tipo JOIST mostrado en la figura 3 y combinados estos dos elementos forman un techo de tipo de dos aguas.

Figura 3. **Techo y armazón**



- Desventajas:
  - Se consultó con el personal de mantenimiento, para verificar si existe una persona encargada de darle mantenimiento al mismo y la respuesta fue negativa, CEGSA subcontrata personal para hacer reparaciones de este tipo, pero no cuenta con el personal para dar mantenimiento general a las instalaciones.
  - Desde hace ya mucho tiempo que no se le aplica pintura anticorrosiva, esto provoca que existan goteras en el invierno y que se dañe producto o maquinaria.

## 2) Ventilación

La ventilación de la planta de producción se basa en general por corrientes de aire naturales, sólo en área de oficinas y algunos lugares que lo requieren utilizan un sistema de aire acondicionado.

- Desventajas:
  - No existe equipo que brinde aire adicional a las corrientes que se obtienen de las ventanas, esto provoca fatiga excesiva en épocas calurosas.
  - Existen áreas dentro de la planta que siempre se mantienen descubiertas, esto provoca que en épocas heladas el personal sufra enfermedades respiratorias.

## 3) Piso industrial

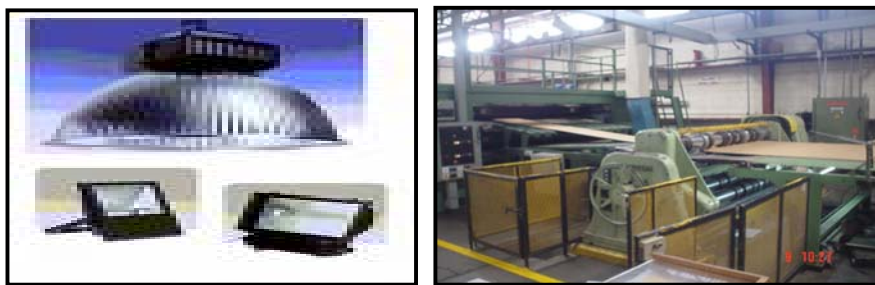
El piso de la planta se encuentra formado por losa de concreto armado sin alisar; el mismo cuenta con las señalizaciones en cuanto a seguridad industrial pero se observaron las siguientes desventajas:

- Las señalizaciones se encuentran muy desvanecidas.
- No se respetan las señalizaciones que si son visibles.

#### 4) Pintura e iluminación

El color utilizado de los muros interiores es de color blanco hueso, que proporciona una reflectancia del 70% al 80% según la *International Commission On Illumination CIE* (Comisión Internacional de Iluminación y Color) por lo que en el día requieren únicamente iluminación natural, cuentan también con el tipo de iluminación mostrada en la figura 5, la cual es adecuada para el proceso en la jornada nocturna.

Figura 4. Iluminación, pintura y ventilación



- Desventajas:
  - La iluminación natural es variable, es decir existe exceso de iluminación en días muy soleados.
  - El reflejo del blanco de las paredes no es el adecuado debido a la suciedad en las mismas.
- Análisis de los elementos anteriores: como los efectos de iluminación, ventilación, suelos y techo no causan efectos negativos al entorno, esto fue consultado con los supervisores quienes indican que los operarios no sufren lesiones a causa de los anteriores elementos. Se tomarán las categorías I,II y III mostradas en la tabla II.

**Tabla II. Efectos generados en la planta**

Categoría	Efecto
I	Neutro
II	Neutro
III	Neutro
IV	Ligeramente Neg
V	Negativo
VI	Negativo

La anterior tabla es un fragmento de los elementos a analizar en el manual de localización e instalación industrial.

#### 5) Edificio industrial

El edificio de CEGSA, está formado por láminas de zinc en su techo, con estructuras metálicas que sostienen las mismas; el diseño general del edificio es simple, la nave de un sólo piso no posee arquitectura especial alguna; se divide básicamente en área administrativa y área de producción. Además cuenta con áreas puestas a disposición de los trabajadores cuando así se requiera, como son: áreas deportivas, de jardinería, parqueos, comedor, piscina y salones de conferencias.

- Análisis: de acuerdo a las instalaciones que posee, el edificio de CEGSA corresponde a la clase B, por lo que le corresponde a la categoría III que se muestra en la tabla III.

**Tabla III. Categoría del edificio**

Categoría	Clase de Edificio
I	A
II	A
III	A
IV	B
V	C
VI	C

La anterior tabla es un fragmento de los elementos a analizar en el manual de localización e instalación industrial.

- Desventajas:
  - Las instalaciones para recreación, no son utilizadas, como la piscina y las áreas deportivas (excepto la cancha de futbol).
  - A todo el edificio no se le da un mantenimiento general, solo se limitan a realizar reparaciones en casos emergentes.

#### 6) Peso y Transporte

Por la naturaleza del proceso, se necesita que la materia prima sea transportada en plataformas a una razón aproximada máxima de 5 camiones por hora, un sólo rollo de papel kraft pesa aproximadamente 4000 libras, así el peso de la maquinaria y materia prima en conjunto es mucho mayor a 4000 kilogramos.

- Análisis: como el peso es mayor a 4000 kilogramos corresponden las categorías V y VI por ser mayor a 4000 kilogramos, y el transporte corresponde a las categorías IV, V y VI por ser furgones los que transportan la materia prima, de la tabla IV se seleccionan las últimas tres categorías.

**Tabla IV. Peso y transporte**

Categoría	Peso (Kgs.)	Transporte (vial)
I	500	Pick up
II	1000	Pick up
III	2000	Camión liviano
IV	4000	Camión pesado
V	4000 o más	Camión pesado
VI	4000 o más	Camión pesado

La anterior tabla es un fragmento de los elementos a analizar en el manual de localización e instalación industrial, en los elementos anteriores no se encontraron deficiencias.

#### 7) Personal y efectos de la planta

En la planta trabajan más de cien personas, que se distribuye entre personal de producción, de mantenimiento y administración, cabe mencionar que en la planta se trabaja las 24 horas del día en épocas de alta demanda. La mayoría de personas se encuentra laborando en el área de producción, sólo una cuarta parte corresponde al personal administrativo, esta información se obtuvo en el departamento de recursos humanos revisando el reporte de horas laboradas.

- Análisis: según la tabla V, las categorías que corresponden a este elemento son las V y VI por poseer más de cien trabajadores.

**Tabla V. Cantidad de personas**

Categoría	Personas
I	1-4
II	5-9
III	10-19
IV	20-99
V	100 o más
VI	100 o más

La anterior tabla es un fragmento de los elementos a analizar en el manual de localización e instalación industrial, en los elementos anteriores no se encontraron deficiencias.

## 8) Ruido

El nivel de ruido fue determinado con un decibelímetro el cual se muestra en la figura 4, este equipo muestra en la pantalla la cantidad de decibeles en lugares dónde se produce ruido; en la tabla VI se muestran las lecturas que se realizaron en las áreas productivas. En la figura 5 se muestra el equipo de protección necesaria para disminuir los daños que ocasiona el ruido.

**Figura 5. Decibelímetro y protección para ruido**



Tabla VI. Niveles de ruido

<b>Máquina</b>	<b>Ruido en db.</b>
Corrugadora	112
Impresoras	83
Troqueladoras	81
Embaladora	89
Cuarto de Calderas	75

- Análisis: en la tabla anterior se muestran los niveles de ruido, el cual es mayor a 80 decibeles, según la tabla VII la categoría que corresponde a este elemento es la VI.

Tabla VII. Niveles de ruido

Categoría	Decibeles
I	0
II	15
III	20
IV	35
V	60
VI	80

La anterior tabla es un fragmento de los elementos a analizar en el manual de localización e instalación industrial.



- Desventaja:

➤ No se utiliza el equipo de protección personal mostrado en la figura 5.

## 9) Humo

El nivel de humo fue determinado con el uso de las cartas de Ringelman mostradas en la figura 6, las plantas industriales generalmente poseen maquinaria como calderas, motores y otros equipos emisores de humo productos de la combustión de éstos. Para encontrar la densidad de humo se deben colocar dos personas, una observando la chimenea y la otra a 10 metros en dirección a la salida de humo con las seis cartas, en intervalos de cinco segundos se compara el color del humo con el de las cartas y se anota el que numero que le corresponda, así si el color del humo es totalmente negro se anotará el numero cinco, se observó por lo tanto el humo expulsado por la chimenea de la caldera y se obtuvo la información de la tabla VIII.

Figura 6. **Cartas de Ringelman**

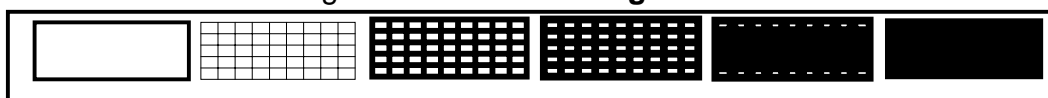


Tabla VIII. **Lecturas de densidad de humo**

No. Tarjeta	Cant. Lecturas (N)	Unds. Equivalentes (Ne)
0	237	0
1	3	3
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
	240	3

En la tabla anterior se resume las 240 lecturas obtenidas, así de las 240 lecturas se obtuvieron 237 que corresponden a la tarjeta 0 (carta totalmente blanca), 3 que corresponden a la tarjeta 1 y ninguna lectura para las cuatro restantes tarjetas. Para obtener la densidad aparente visual DAV, del humo se toma la cantidad de lecturas de cada tarjeta y se multiplica por el número de la tarjeta, con esto se obtienen las unidades equivalentes Ne, luego se introducen los datos a la siguiente fórmula:

$$DAV = (Ne \times 20) / N$$

$$DAV = (3 \times 20) / 240 = 0.25 \text{ Unidades de Ringelman}$$

- Análisis: como llega a tan sólo a una cuarta parte de unidades de Ringelman, se puede tomar como cero, esto quiere decir que la densidad de humo de la chimenea de la planta es muy baja y corresponde a las categorías I y II.

**Tabla IX. Unidades de humo en Ringelman**

Categoría	Unds. de Ringelman
I	0
II	0
III	1
IV	1
V	2
VI	2 o más

La anterior tabla es un fragmento de los elementos a analizar en el manual de localización e instalación industrial y no se encuentran deficiencias en éste aspecto.

## 10) Olores y polvo

Debido a la naturaleza del proceso no existen olores desagradables; en cuanto al polvo se tiene el control del mismo, ya que existe un ciclón que extrae el polvillo generado del proceso, no existen áreas dentro de la planta que generen algún tipo de olor o partícula que pueda causar inconvenientes al desarrollo del proceso productivo

- Análisis: como no se producen olores ni suciedad excesiva, las categorías que corresponden son I y II.

Tabla X. **Olores y polvo**

Categoría	Olor	Polvo por m <sup>3</sup>
I	Sin olor	0
II	Sin olor	0
III	Leve	0.23
IV	No molesto	0.46
V	Molesto	0.69
VI	Muy molesto	0.69 o más

La anterior tabla es un fragmento de los elementos a analizar en el manual de localización e instalación industrial.

- Desventaja:
  - Los operarios no hacen uso de las mascarillas.

## 11) Gases e incendio

Por ser una empresa que se dedica a la fabricación de productos de cartón corrugado no emite gases tóxicos o inflamables, pero existe la probabilidad de que ocurra un incendio por la cantidad de cartón y papel que se maneja dentro de la planta; sí esto ocurriera, la planta cuenta con extinguidores en distintas áreas de la planta, así como de los respectivos planos de localización de los mismos.

- Análisis: efectos negativos debido a la emisión de gases dentro de la planta no existen se eligen las categorías I y II; el riesgo de incendio es poco probable y controlable, le corresponde las categorías III, IV y V.

Tabla XI. **Concentración de gases y riesgo de incendio**

Categoría	Gases	Incendio
I	0	Sin riesgo
II	0	Sin riesgo
III	Concentración no tóxica	Riesgo poco probable
IV	Concentración no tóxica	Riesgo controlable
V	Concentración no tóxica	Riesgo controlable
VI	Concentración tóxica	Riesgo no controlable

La anterior tabla es un fragmento de los elementos a analizar en el manual de localización e instalación industrial.

- Desventajas:
  - Los operarios no observan con atención la guía de localización de extinguidores.

- No existe un departamento de seguridad industrial.

## 12) Tratamiento de desechos

En la planta de CEGSA se generan los dos tipos de desechos comunes: sólidos y líquidos; los desechos sólidos, no requieren tratamiento especial debido a que no son desechos tóxicos, adicional a esto, el producto defectuoso es triturado, compactado y vendido a una empresa perteneciente al grupo de empresas. Con respecto a los desechos líquidos corresponde al agua que se utiliza para la limpieza de la tinta de los clichés y la limpieza de las áreas de trabajo.

- Análisis: como los desechos sólidos corresponden en su mayoría a cartón, se consideran desechos minerales no metálicos y según la tabla XII le corresponde la categoría III. Por su parte los desechos líquidos sí requieren tratamiento especial y sus categorías son IV, V y VI.

**Tabla XII. Desechos líquidos y sólidos**

Categoría	Desechos líquidos	Desechos sólidos
I	Inocuos	Inocuo.
II	Inocuos	Orgánicos
III	Inocuos	Minerales no metálicos
IV	Requiere Tratamiento especial	Minerales metálicos
V	Requiere Tratamiento especial	Activos químicos radioactivos.
VI	Requiere Tratamiento especial	

- Análisis general de los factores de localización industrial: a continuación se resumen los factores de la localización industrial, esto es para saber que categoría le corresponde a cada factor según el valor que este posea.

Factor	Valor	Categoría
Estrato Ocupacional	100 o más	V, <b>VI</b>
Peso Maquinaria y Materiales	4000 Kgs. o más	V, <b>VI</b>
Niveles de Ruido	80 o más	<b>VI</b>
Unidades de Ringelman	0	I
Olores Exterior/Interior	Ninguno/Leve	I,II/III
Polvo	0	I,II
Gases	No tóxicos	III,IV
Incendio y explosión	Controlable	III,IV,V
Desechos líquidos	Requiere tratamiento	IV,V, <b>VI</b>
Desechos sólidos	Minerales	III
Transporte	Plataforma	IV,V, <b>VI</b>
Vehículos por hora	5 máximo	I,II
Categoría de Edificio	Clase B	IV
Efectos	Neutros	I,II,III

Según la clasificación internacional de las naciones unidas la empresa pertenece a la agrupación 27 (fabricación de papel y productos de papel), grupo 272 (fabricación de artículos de pulpa de madera, papel y cartón) y sub-grupo 2721 (fábricas de cajas, envases de cartón y similares).

Tabla XIII. Grupos industriales

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2312	2201	2011	3701	2601	3601	2016	2311	2910	3111
2313	2202	2012	3702	2606	3602	2041	2314	3121	3112
2319	2203	2013	3703		3603	2051	2315	3122	3113
2321	2209	2014	3704	3001	3604	2052	2316	3192	3119
2322		2015	3705	3002	3609	2053	2331	3194	3130
2391	2513	2017	3709	3003		2054		3195	3191
2399	2529	2018		3004	3841	2055	2511		3193
	2591	2019	3911	3009	3842	2056	2512	3411	3196
2411	2592	2021	3912	3197	3843	2059		3421	3198
2420	2599	2022	3913		3851		2710		
2431		2023	3914		3852	2071		3820	3211
2432	2602	2029	3915	3311	3853	2072	3993	3831	3291
2433	2603	2031	3921	3312	3859	2073		3832	3299
2434	2604	2032	3922	3319	3891	2074		3833	
2435	2605	2033	3930	3321				3839	
2436	2609	2034	3941	3322	3951	2091		3860	
2437		2035		3329	3952	2093			
2439	2721	2039		3331	3953	2098			
2441	2723	2042		3332	3959				
2442	2724	2049		3333	3998	2110			
2443	2725	2061		3339		2120			
2449	2729	2062		3391		2130			
		2069		3392					
2920	2801	2081		3393					
2931	2802	2082		3394					
2932	2803	2083		3395					
2933	2804	2089		3396					
2939	2805	2092		3397					
	2809	2094		3399					
		2095							

Continuación

3810	2096		3501				
	2097		3502				
3991	2099		3503				
3992			3504				
3993	2141		3505				
3994	2149		3506				
3995			3507				
3996			3508				
3997			3509				
3999							

De la tabla anterior se extrae de acuerdo al código el grupo al que pertenece CEGSA el cual corresponde al 2, luego en la tabla XV se selecciona la categoría de la localización.

Tabla XIV. **Categorías industriales**

Categoría	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	A	A	B	B	C	C	D	D	E
II	A	B	B	C	C	C	D	D	E
III	C	C	C	C	C	D	D	E	E
IV	D	D	D	D	D	D	E	E	F
V	E	E	E	E	E	E	E	F	F
<b>VI</b>	F	F	F	F	F	F	F	F	F

La categoría a la que pertenece CEGSA como se muestra en la tabla XV es la F la cual según el reglamento de instalación y localización industrial corresponde a edificios aislados, es decir que no posea edificios a una distancia de 500 metros.



- Desventaja:

- Como se puede observar en la figura 1 de la página 8 del capítulo uno, existen edificaciones aledañas a CEGSA, por lo que no cumple con lo que establece el reglamento de localización para industrias categoría F.

Para establecer la zona industrial en dónde debería estar ubicada CEGSA, es necesaria la utilización de la tabla XVI, la cual permite asignar una zona industrial de acuerdo a la categoría de cada uno de los factores que determinan la localización industrial.

**Tabla XV. Zonas de tolerancia industrial**

ZONA INDUSTRIAL	GRUPOS TOLERADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I-1	1-2-4-5-7-8-9	V	V	VI	VI	V	VI	IV	IV	III	IV	V	II	V	IV
I-1.1	1-2-4-5-7	VI	III	II	III	III	III	III	II	III	IV	III	III	III	III
I-2	1-2-4-5-7-8-9	V	V	V	V	IV	V	IV	IV	III	IV	V	II	IV	II
I-3	1-2-4-5-7	III	III	III	III	III	IV	III	III	III	IV	III	II	III	III
I-4	1-2-3-4-5-7	V	V	V	IV	IV	IV	III	IV	IV	IV	V	V	III	III
I-5	1-2-3-4-5-6-7	V	V	V	IV	IV	IV	III	IV	IV	IV	IV	V	III	III
I-6	1-2-3-4-5	IV	V	IV	IV	III	III	III	III	IV	IV	III	IV	II	II
I-7	1-2-4-5-7-8-9	V	V	V	IV	IV	IV	III	IV	III	IV	IV	V	III	III
I-8	1-2-4-5-7	IV	V	V	IV	III	III	III	IV	III	IV	IV	V	III	III
I-9	1-2-3-4-5-6-7	IV	IV	IV	IV	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	III	III
I-10	1-2-3-4-5-6-7	V	V	VI	IV	III	III	III	IV	III	IV	IV	V	II	II
I-11	1-2-3-4-5-6-7	V	V	V	IV	IV	III	III	IV	V	IV	V	V	II	II
I-12	1-2-3-4-5-6-7-9	V	V	V	IV	IV	IV	III	IV	IV	IV	V	V	II	II
I-13	1-2-3-4-5-6-7-9	V	V	V	IV	IV	IV	III	IV	IV	IV	V	V	IV	IV
I-14	1-2-3-4-5-6-7-9	IV	IV	IV	II	II	II	II	IV	IV	V	V	III	II	II
I-15	1-2-3-4-5-6-7-9	V	V	V	III	II	II	II	IV	IV	V	V	III	II	III
I-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9	V	V	V	IV	IV	III	III	IV	V	V	V	V	IV	IV
I-17	1-2-3-4-5-6-7	V	V	V	IV	IV	IV	III	IV	IV	IV	V	V	II	II
I-18	1-2-3-4-5-6-7	V	V	V	IV	IV	IV	III	IV	IV	III	IV	V	II	II

A continuación como se muestra en la tabla XVII, se anotan sólo las categorías que corresponden a cada uno de los factores, para luego hacer una sumatoria de ítems (categorías que aparecen) y determinar así la zona industrial que le corresponde a CEGSA.

**Tabla XVI. Determinación de la zona**

ZONA INDUSTRIAL	Personas	Peso	Ruido	Humo	Olor	Polvo	Gases	Explotación	Desechos líquidos	Desechos sólidos	Transporte	Tránsito	Edificio	Efectos	Suma
I-1	V	V	VI				IV	IV			V	II			7
I-1.1	VI				III		III							III	4
I-2	V	V					IV	IV			V	II	IV	II	8
I-3					III		III	III				II		III	5
I-4	V	V					III	IV	IV		V			III	7
I-5	V	V					III	IV	IV		IV			III	7
I-6		V			III		III	III	IV					II	6
I-7	V	V					III	IV			IV			III	6
I-8		V			III		III	IV			IV			III	6
I-9					III		III	III			IV			III	5
I-10	V	V	VI		III		III	IV			IV			II	8
I-11	V	V					III	IV	V		V			II	7
I-12	V	V					III	IV	IV		V			II	7
I-13	V	V					III	IV	IV		V		IV		7
I-14					II	II		IV	IV		V			II	6
I-15	V	V			II	II		IV	IV		V			III	8
I-16	V	V					III	IV	V		V		IV		7
I-17	V	V					III	IV	IV		V			II	7
I-18	V	V					III	IV	IV	III	IV			II	8

En base a la tabla anterior, las zonas que acumularon más ítems(8 en total) son: la zona I-2, la zona I-10, la zona I-15 y la zona I-18; en cualquiera de éstas zonas la municipalidad permite instalar este tipo de industria. Como la planta se encuentra instalada en la 31 calle 25-83 zona 12 (ver mapa figura 1 de la página 8 del capítulo uno) sólo se verificó si se encuentra en una de las zonas antes mencionadas.

Según el reglamento de instalación y localización industrial la zona I-2 se ubica partiendo de la intersección de la avenida Petapa y 42 calle de la zona 12, hacia el oriente por medio de esta última hasta alcanzar la orilla del barranco la que se seguirá hacia el norte hasta la 18 calle de la misma zona, la que se seguirá hacia el poniente hasta alcanzar la avenida Petapa; luego por medio de ésta hacia el sur se buscará el lindero norte de la lotificación santa Elisa, luego se seguirán los linderos del norte mencionado, oriente y sur de dicha lotificación excluyéndola, hasta alcanzar nuevamente la avenida Petapa, para que por su medio se vuelva al punto de origen de la descripción.

- Conclusión de la localización industrial:
  - CEGSA, se encuentra dentro de la zona I-2, es decir en una zona industrial que permite la municipalidad capitalina.

## **2.4 Distribución de la planta**

La planta de producción de CEGSA posee una distribución orientada hacia el producto, de tal manera que la organización del espacio en el cual se encuentran la maquinaria y materiales se emplea para crear el producto final, aunque existen muchos espacios que no son utilizados y otros que se encuentran saturados como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Deficiencias en uso del espacio



En la figura anterior se muestra la deficiencia que tiene CEGSA en aprovechar sus espacios; cabe mencionar que acorde a los métodos y ambientes físicos en las plantas de producción existen tres diseños, los cuales son:

- a) Distribución orientada al proceso
- b) Distribución orientada a los productos

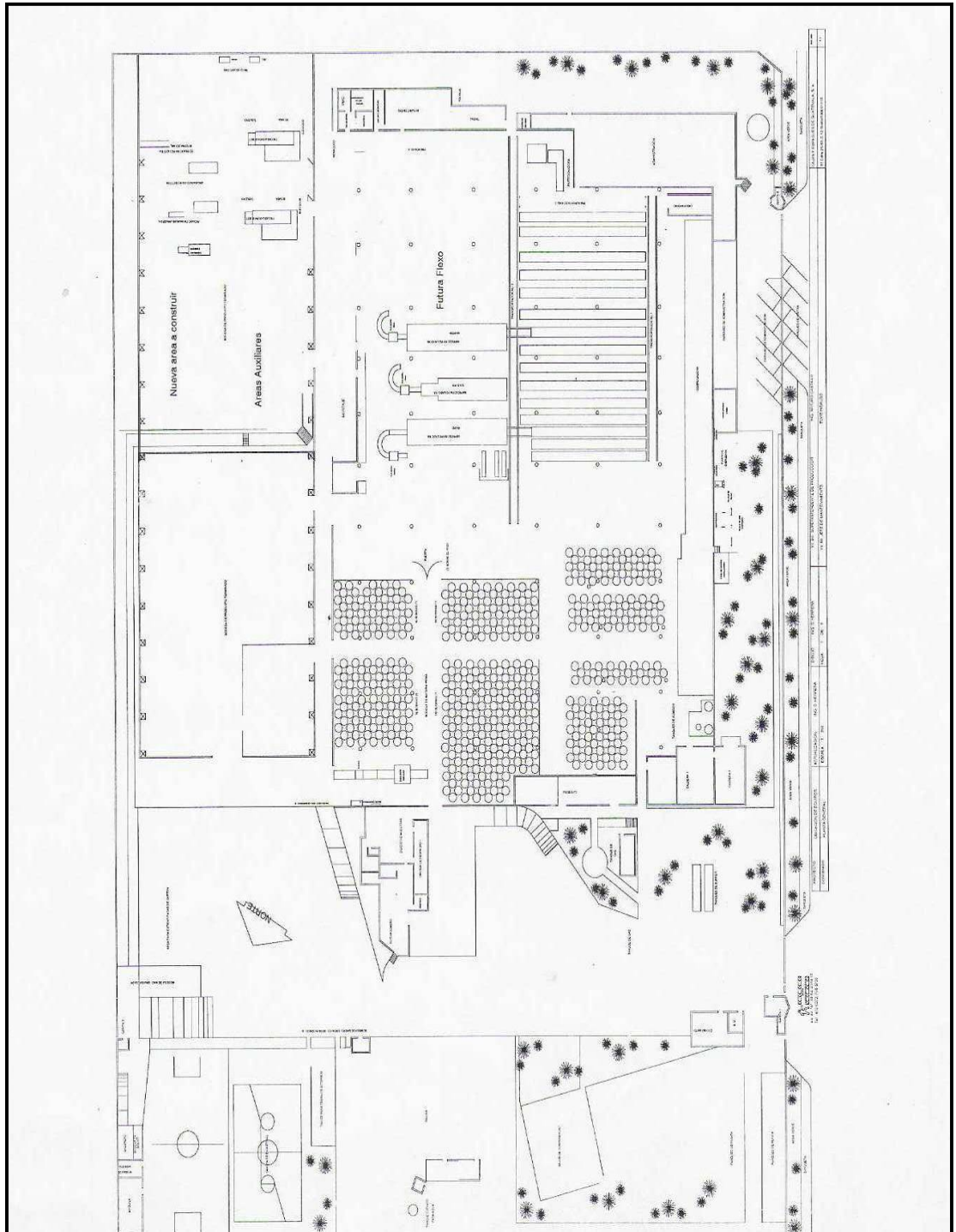
### c) Distribución de posición fija

La distribución orientada al proceso es aquella en donde existe una producción intermitente, es decir los flujos de trabajo no están estandarizados, por ejemplo las maquilas, las imprentas y los talleres en general. La distribución orientada al producto es empleada en fábricas que realizan el mismo tipo de producto pero en cantidades diferentes en cada mes y finalmente la distribución fija se utiliza cuando los productos son muy pesados o bien no se les da movimiento durante un tiempo considerable, como por ejemplo la fabricación de maquinaria sofisticada como: robots, aviones, embarcaciones, etc.

#### **2.4.1 Diagrama de la planta**

A continuación se muestra el diagrama de la planta de producción de CEGSA, la cual posee una distribución diseñada orientándose al producto. Como se muestra en la figura 8, cuenta con un área productiva dividida a su vez en varias sub-áreas y el área administrativa.

Figura 8. Plano CEGSA



- Desventajas:
  - Cuenta con exceso de instalaciones para recreación (piscina, dos salones de conferencias y canchas deportivas).
  - Las instalaciones para recreación casi no son utilizadas.

A continuación se describen las principales áreas de CEGSA.

- Administración:
  - ✓ Oficinas Administrativas
  - ✓ Despachos
- Producción
  - ✓ Bodega de Materia Prima
  - ✓ Bodega de Producto Terminado
  - ✓ Cuartos de Calderas
  - ✓ Área de Corrugadora
  - ✓ Área de Impresión
  - ✓ Área de Troquelado

- ✓ Área de Acabados
  
- ✓ Área de Montaje

#### **2.4.2 Maquinaria utilizada para el proceso**

En los siguientes apartados se describe la maquinaria utilizada en los diferentes procesos, obteniendo una producción continua con muy buenos tiempos de entrega, cumpliendo así con las expectativas de los clientes. CEGSA no tiene una máquina que elabore empaques de doble pared, aunque existe la maquinaria necesaria para dar acabados a las piezas producidas, a continuación se describen las máquinas utilizadas en el proceso:

##### 1) Máquina martin:

Esta es una máquina utilizada inmediatamente después del proceso de corrugación la cual se muestra en la figura 9, no necesita más procesos extras al de corrugado, ya que de esta máquina se obtiene producto terminado (cajas regulares). La velocidad que ésta máquina puede alcanzar es de 25,000 unidades por hora, pero dependiendo del tipo de pieza que produzca tiene una velocidad meta actual de 10,000 unidades por hora con 11 arreglos.



Figura 9. Máquina martin



- Problemas comunes:
  - Esta máquina posee una cantidad considerable de tiempo de paro, esto debido a que la producción proveniente de la máquina corrugadora no es suficiente.
  - Esta impresora no trabaja a la velocidad que el fabricante indica, esto debido a que si se le da la velocidad a la que debería de trabajar, genera demasiado desperdicio.
  - La máquina es sometida con mucha frecuencia a mantenimientos, lo cual provoca que se hagan pruebas al finalizar los mismos, generando de ésta manera desperdicio.

## 2) Máquina flexo:

La máquina flexo mostrada en la figura 10., al igual que la máquina martin, puede producir piezas terminadas, sólo que no alcanza las velocidades que se obtienen con la martin, esto da como resultado que se le asignen órdenes pequeñas, aunque si se necesitara podría producir órdenes de alto volumen, su velocidad meta actual está en las 1,800 unidades por hora.

Figura 10. Máquina flexo

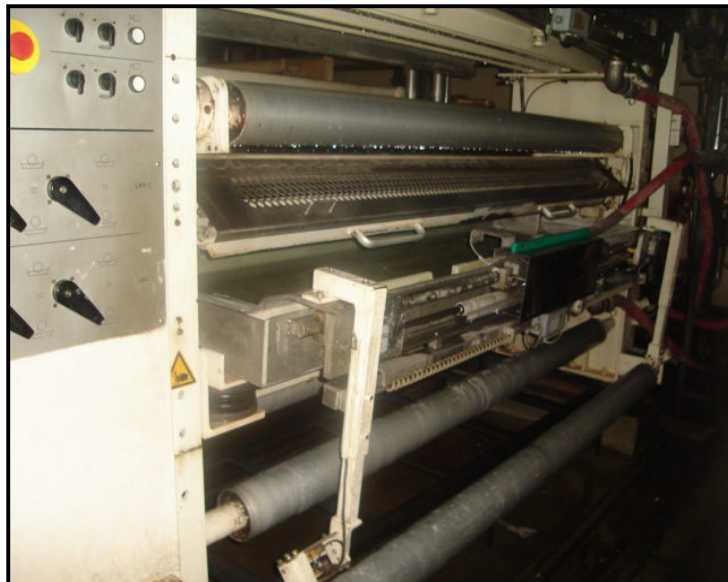


- Problemas comunes:
  - Por falta de adiestramiento de la tripulación de ésta máquina actualmente genera grandes cantidades desperdicio.
  - Comúnmente el desperdicio es generado en las preparaciones que se realizan antes de las corridas de producción.

### 3) Máquina ward:

Esta máquina mostrada en la figura 11 también puede arrojar producto terminado, en algunas ocasiones necesita que se realicen más procesos a los que ella realiza, su velocidad está en 2,200 unidades por hora.

Figura 11. **Máquina ward**



- Problemas comunes:
  - Uno de los principales observados en esta área, es el desorden con el que trabajan los operarios de esta tripulación.
  - Es la segunda área (después de corrugadora) en dónde se genera gran cantidad de desperdicios.
  - Esta máquina se ve muy afectada por mantenimientos correctivos, provocando al momento de ocurrir las fallas gran cantidad de desperdicio.

- En las preparaciones antes de cada corrida de producción también se genera gran cantidad de desperdicio.

#### 4) Máquina bobst:

Esta es una máquina troqueladora y es utilizada luego del proceso de impresión de las láminas de cartón corrugado; ésta máquina se encarga de darle las formas a las piezas, para luego realizar los toques finales a las mismas, su velocidad está alrededor de 1,800 unidades por hora.

- Problema común:
- Esta máquina fue observada como la más productiva de CEGSA, el desperdicio generado en ésta área se origina por el largo tiempo que las piezas troqueladas tardan en ser procesadas por la siguiente máquina.

#### 5) Máquina pegadora:

Esta máquina es conocida como *international*, y es la encargada de realizar los dobleces a las piezas y de pegarlas, tiene una velocidad meta actual de 2,000 unidades por hora.

- Problemas comunes:
- Debido a que es una máquina dobladora y pegadora manual universal, provoca que se generen desperdicio por malos procedimientos.

- Es una de las máquinas más lentas, lo que provoca acumulación de producción, generando en esta fase desperdicio.

#### 6) Máquinas impresoras:

Existen dos máquinas impresoras para el proceso, estas son conocidas como prensas, en la figura 12 se muestra una de dichas máquinas, las cuales regularmente no arrojan producto terminado a excepción cuando producen charolas, ya que su tarea regularmente es imprimir las láminas y luego las convertidoras les apliquen otros procesos para que se conviertan en producto terminado, la velocidad de las prensas es de 1,800 unidades por hora.

Figura 12. **Máquina impresora o prensa**



- Problemas comunes:
  - No existe un control de desperdicio, separado por cada una de las impresoras y no se sabe cual de las dos es la que más desperdicio genera.

- Los operarios de las prensas no tratan con cuidado las láminas provenientes de corrugadora y las láminas ya impresas.
- Después de la máquina corrugadora, estas son las máquinas a las que más fallas les ocurren.

#### 7) Otras máquinas auxiliares:

Existen máquinas que producen a menores escalas que las impresoras antes mencionadas o que se utilizan para dar acabados a las piezas, éstas son: los tunkers, kermas, engrapadora, saturadora-parafinadora, seiko, cortadora y particionadora.

- Problemas comunes:
  - Ninguna de las máquinas anteriores trabajan a la velocidad que el fabricante indica, cuando se les aumenta la velocidad generan desperdicio.
  - Las fallas en las máquinas son muy frecuentes y las personas de mantenimiento hacen los arreglos recomendando no aumentar velocidad de las máquinas. Cuando se hacen pruebas después de los mantenimientos se generan desperdicios y al aumentar la velocidad se averían con mayor facilidad.
  - Se genera desperdicio cuando se realizan las preparaciones de las distintas órdenes y durante las corridas.

- Cuando se transportan las láminas de corrugadora a las convertidoras, no existe un buen cuidado y esto genera que se obtenga producto defectuoso al final de la conversión.

#### 8) Máquina corrugadora:

Es la máquina utilizada para fabricar las láminas de cartón corrugado la cual se muestra en la figura 13, dicha máquina tiene una altura aproximada entre 4 y 5 metros, un ancho entre 2 y 2.5 metros, y un largo de 100 metros aproximadamente. En cuanto a velocidad puede llegar a una máxima de 300 a 350 metros por minuto y condiciones normales de cambios de rollo alcanza los 100 metros por minuto, sin tomar en cuenta los recubrimientos que se pudieran necesitar.

Figura 13. **Máquina corrugadora**



- Problemas comunes:
  - A la máquina mostrada en la figura 13 no se le da la velocidad que el fabricante indica que alcanza, ya que cuando se le da velocidad a la máquina, genera mucho desperdicio.
  - Los operarios no tratan con cuidado tanto la materia prima como el producto terminado, es decir las láminas producidas. Los rollos de papel kraft los golpean, hacen muy altas las resmas de láminas y muchas veces se caen convirtiéndose en desperdicio.
  - El desperdicio aumenta cuando existen órdenes cortas, esto debido a que en cada orden se producen láminas que no tienen los mismos tamaños y en cada cambio existen pérdidas.
  - La cuantificación del desperdicio no existe, de una manera estimada se le atribuye 4%, en la página 100 del capítulo cuatro se propondrá un método de cuantificación.

Se ha logrado determinar que adicional a los anteriores factores causales que generan desperdicios, las fallas en la máquina corrugadora es uno de los más fuertes en la problemática; esto se determinó gracias al uso de dos herramientas administrativas que ayudaron a identificar a la problemática, dichas herramientas son:

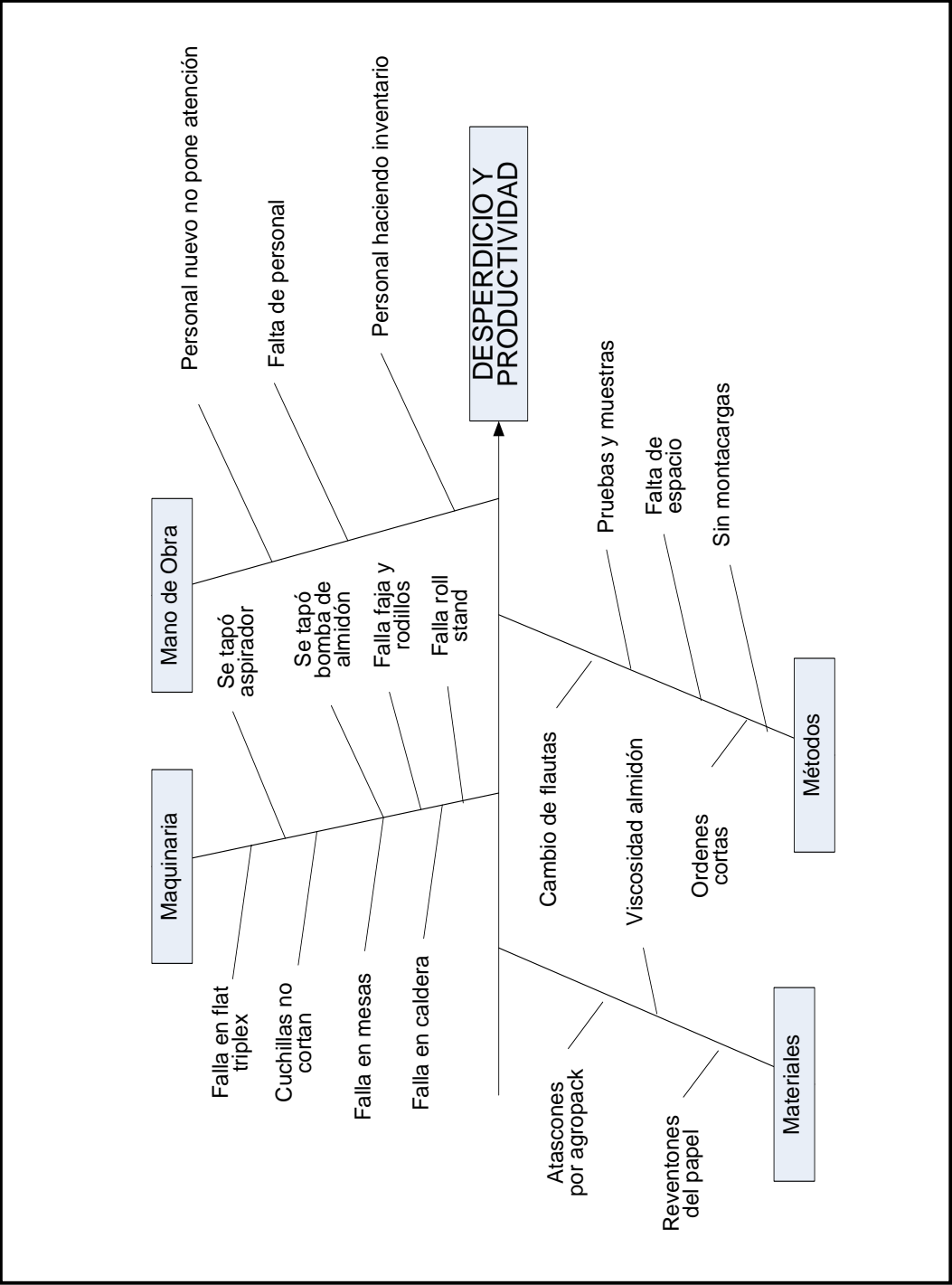
- Análisis causa y efecto
- Análisis de pareto



➤ Diagrama Causa y Efecto:

Se realizó un estudio diario durante un mes, obteniendo las fallas comunes en la máquina corrugadora causantes de desperdicio, obteniendo los datos necesarios para elaborar un diagrama causa y efecto. El diagrama de la figura 14 presenta una estructura en la cual existe una cadena de causas que tienen como resultado la problemática del desperdicio para luego estudiar los hechos y determinar las causas comunes del problema.

Figura 14. Diagrama Causa y Efecto de corrugadora



➤ Análisis de Pareto:

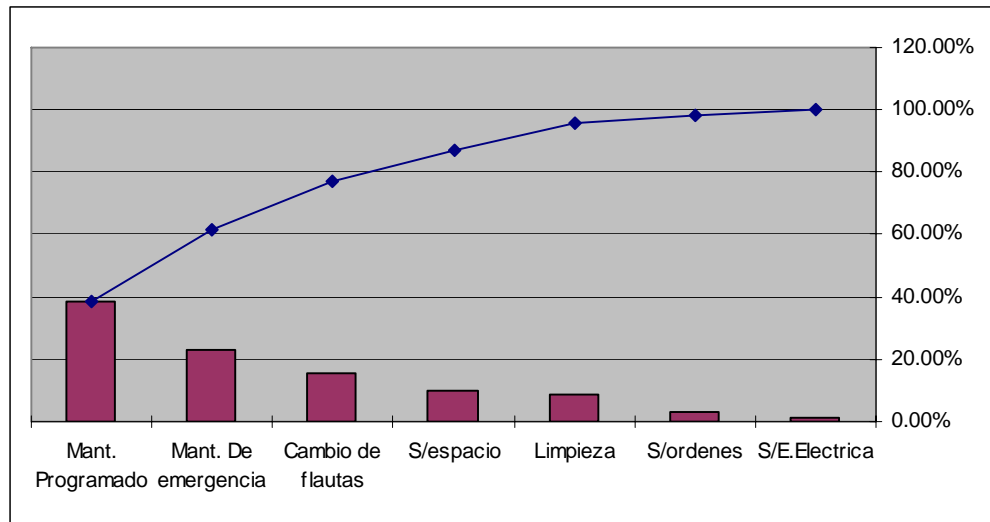
Se recopilaron datos de un trimestre, los cuales fueron obtenidos de un reporte generado de la base de datos del sistema, la siguiente tabla muestra cuantos minutos estuvo la máquina corrugadora parada.

**Tabla XVII. Datos para elaborar diagrama de Pareto**

TRIMESTRAL			
Causas	Minutos	%	%acumulado
Mant. Programado	6,960	38.68%	38.68%
Mant. De emergencia	4,115	22.87%	61.54%
Cambio de flautas	2,800	15.56%	77.10%
S/espacio	1,755	9.75%	86.86%
Limpieza	1,550	8.61%	95.47%
S/ordenes	550	3.06%	98.53%
S/E.Electrica	265	1.47%	100.00%
<b>Total</b>	<b>17,995</b>	<b>100.00%</b>	

Para conocer cuáles son los puntos fuertes que provocan desperdicios, se recurrió a hacer un análisis de Pareto, el diagrama de Pareto presentado en la figura 15 muestra los eventos que en un trimestre provocaron paro y reinicio de la máquina, mostrando así cuál es la mayor causa de generación de desperdicio. En dicho análisis se hace uso de la regla 80 – 20 la cual indica cuales son los eventos poco vitales y los muchos triviales; es decir esta regla demuestra que el 80% de los problemas son causados por el 20% de los factores (los eventos pocos vitales) y en base a esta herramienta se elaboró el siguiente diagrama de Pareto:

Figura 15. Diagrama de Pareto



El diagrama de Pareto mostrado en la figura 15, indica que los eventos poco vitales corresponden a los mantenimientos, causa principal en la generación de desperdicio.

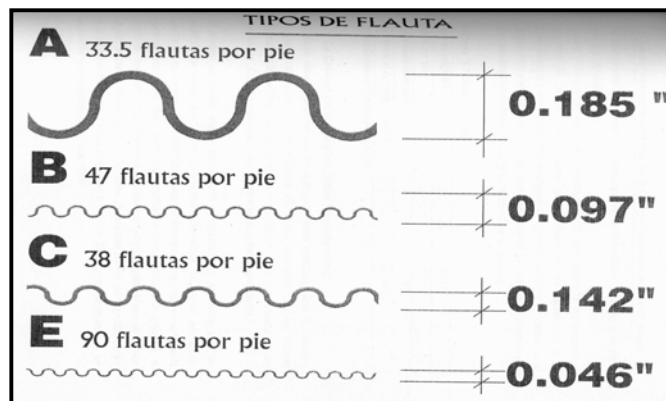
## 2.5 Productos

Las láminas de cartón corrugado constituye la materia prima para la producción de cajas y empaques, CEGSA podría comercializar este producto a un fabricante de empaques que no posea equipo para corrugación. Las láminas básicamente están formadas por el ondulado como se muestra en la figura 16, y por las cubiertas; cuatro tipos de ondulado o flautas son manejadas en la industria de cartón corrugado las cuales son: A, B, C, y E; dicha clasificación depende de la cantidad de ondulaciones que tengan las láminas por pie, aunque puede haber una pequeña variación en la cantidad de flautas por pie; las láminas pueden ser:

- Flauta A: 33.5 flautas por pie,

- Flauta B: 47 flautas por pie,
- Flauta C: 38 flautas por pie, y
- Flauta E: 90 flautas por pie

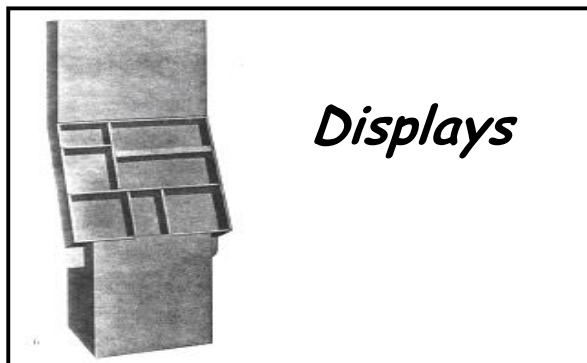
Figura 16. Tipos de ondulado



Como se observa en la figura 16, la resistencia de los empaques depende del tipo de flauta con el cual fueron elaborados, los que son elaborados con flauta E son cajas muy blandas para almacenar productos livianos.

En CEGSA, el principal producto a comercializar es la caja de cartón corrugado, de las cuales existe una buena diversidad (caja regular, caja traslapada, cajas tipo deslizamiento, cajas tipo estuche, y una variedad de cajas especiales según lo requiera el cliente). En la industria del cartón corrugado existen productos como se muestra en la figura 17, que no precisamente sean las conocidas cajas de cartón corrugado, existen productos que también son fabricados de cartón corrugado, como por ejemplo: láminas troqueladas (*folders*), divisiones internas y una variedad de exhibidores (*displays*).

Figura 17. **Productos de cartón corrugado.**



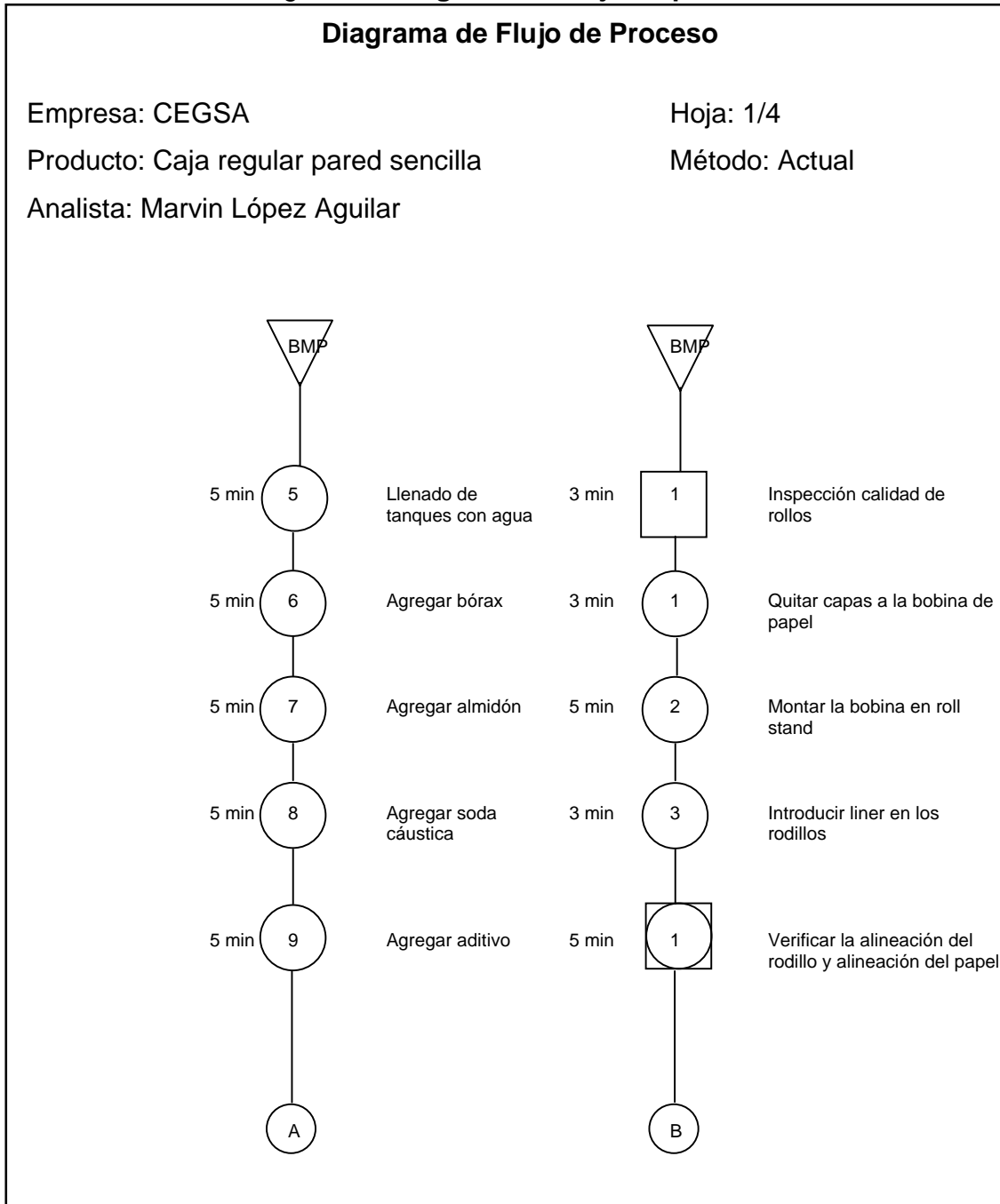
### **2.5.1 Proceso de elaboración de productos de cartón corrugado**

A continuación se describen los dos grandes procesos que llevan a la obtención de productos de cartón corrugado.

#### **1. Proceso de corrugado:**

Como se muestra en la figura 18 el proceso de corrugado inicia con la utilización de bobinas de papel kraft, las cuales pesan 4,000 libras aproximadamente, los rollos de papel kraft son colocados en *roll stands* y suavizados con vapor, primero se forma la cara sencilla (*single*), el cual consiste en la unión de una capa de papel kraft (*liner*), con otra capa de kraft corrugada (*medium*), el *medium* se obtiene gracias a la acción de un rodillo corrugador que va formando las ondas o flautas; se aplica almidón en los extremos de las flautas y luego el liner es presionado suavemente contra éstas formando así el *single*. Para asegurar que el *medium* entre uniformemente al *single face*, se mueve un estirador de arco, sobre el primer rodillo, luego pasa al baño de vapor Gaylord, en donde se calienta y vaporiza la cara superior, el *medium* es desprendido de los rodillos corrugadores mediante unos dedos de la máquina corrugadora y guiadas alrededor del rodillo inferior de corrugado.

Figura 18. Diagrama de flujo de proceso



### Diagrama de Flujo de Proceso

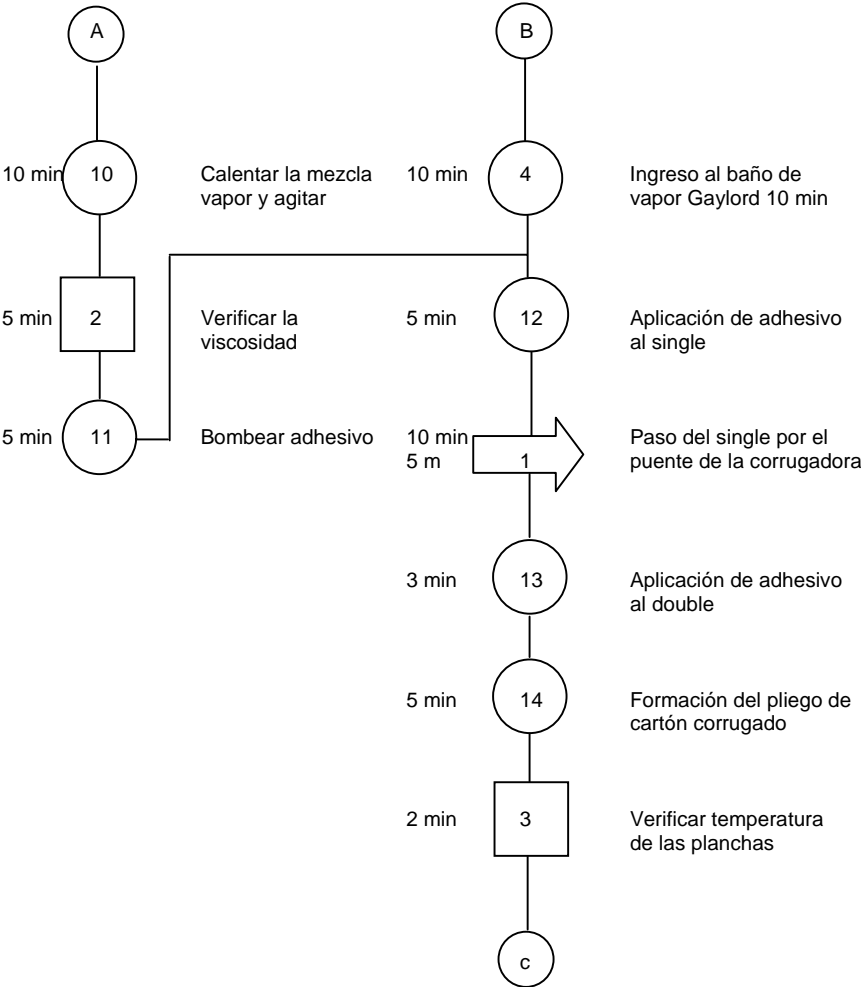
Empresa: CEGSA

Hoja: 2/4

Producto: Caja regular pared sencilla

Método: Actual

Analista: Marvin López Aguilar





### Diagrama de Flujo de Proceso

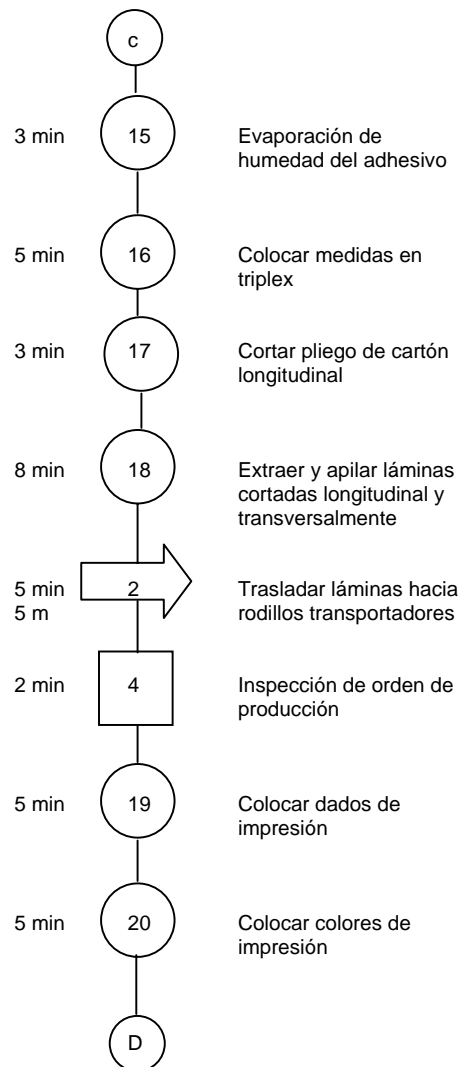
Empresa: CEGSA

Hoja: 3/4

Producto: Caja regular pared sencilla

Método: Actual

Analista: Marvin López Aguilar



## Diagrama de Flujo de Proceso

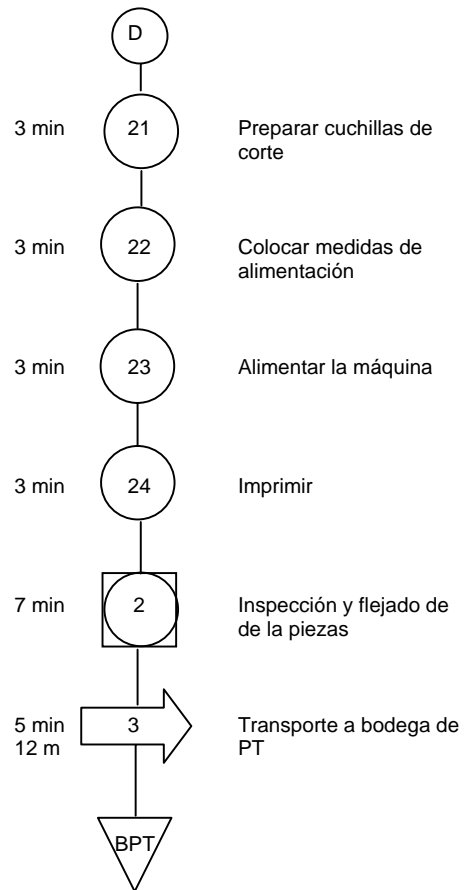
Empresa: CEGSA

Hoja: 4/4

Producto: Caja regular pared sencilla

Método: Actual

Analista: Marvin López Aguilar



### RESUMEN

Evento	Dibujo	Cantidad	Tiempo	Distancia
Operación	○	24	115 min	
Inspección	□	4	12 min	
Inspección Operación	◻	2	12 min	
Transporte	➡	2	15 min	10 m
<b>Total</b>		<b>32</b>	<b>154 min</b>	<b>10 m</b>

En el diagrama de flujo de proceso mostrado en la figura 18 se describen detalladamente las dos fases que llevan a la obtención de productos de cartón corrugado. En la siguiente página se describe el proceso de conversión el cual está incluido en el diagrama de flujo de proceso anterior, por lo que se continúa con la descripción del proceso de corrugado.

El siguiente proceso consiste en unir otro *liner* con el *single*, esto se logra luego que el *single* pasa sobre el puente de la máquina corrugadora hacia el *double backer*, aquí se hace una segunda aplicación de adhesivo; antes de la segunda aplicación del adhesivo, el *single* y el segundo *liner* deben ser pre-acondicionados con calor y vapor, en los vértices libres se aplica el adhesivo por medio de un rodillo aplicador, para luego pasar a un rodillo ajustador de tensión que se encuentra arriba del rodillo aplicador para mantener el contacto. Ya unidos el *single* con el segundo *liner* pasan a una sección de planchas calientes mediante una faja, esto es para evaporizar la humedad del adhesivo.

Ya obtenido un gran pliego de cartón corrugado de pared sencilla es cortado transversal y longitudinalmente por medio de las cuchillas, durante los cortes si se fuera necesario se realizan sisas, para luego obtener las láminas de cartón corrugado que son apiladas y trasladadas mediante rodillos como se muestra en la figura 19 hacia las convertidoras.

Figura 19. Transporte de las láminas a las convertidoras



Como se muestra en la figura 19, antes de cada convertidora existen carrileras para recibir las láminas de la corrugadora, debido a que no existe ningún mecanismo automático en los rodillos, las láminas deben ser transportadas por un operador a base de empuje.

- Desventajas en el proceso de corrugado:
  - El desperdicio que se origina en esta área es causado en primer lugar por el corte de capas a las bobinas de papel.
  - Debido a fallas mecánicas, al momento de reiniciar la producción de cartón corrugado se genera desperdicio.

## 2. Proceso de conversión

Al tener las láminas ya corrugadas se procede al proceso de impresión el cual es un subproceso del proceso de conversión, esto es debido a que una caja puede llevar una serie de procesos que dependiendo de lo que requiera el cliente se pueden aplicar todos o sólo algunos de ellos.

La máquina corrugadora no esta incluida en la manufactura de cajas aunque la mayoría de fabricantes de empaques, fabrican su propio cartón corrugado; ya teniendo el cartón corrugado las convertidoras le pueden aplicar los siguientes procesos:

1) Impresión: es el primer proceso que se realiza con las láminas de cartón corrugado, debido a que es más fácil la impresión las láminas parejas, sin cortes, algunas veces sólo con sisas que se hicieron en la corrugadora.

2) Sisado y perforado: el sisado consiste en hacer presión sobre el cartón por medio de un troquel para hacer los dobleces en la misma, si la lámina no fue sisada en la corrugadora, será necesario realizar una segunda operación para marcar las sisas tanto del cuerpo como las de las aletas. El perforado es un complemento del sisado o sustituye a éste, sobretodo cuando el diseño de la caja requiere que las partes queden bien juntas, cuando el ángulo de doblez es mayor a  $90^\circ$ , para poder desgarrarle partes a las cajas.

3) Cortes: los cortes también son llamados slots, los cuales son requeridos por todos los tipos de cajas, los slots son diferencias de medidas en las cajas, es por eso que son necesarios los cortes en cada esquina.

4) Troquelado: el troquelado es utilizado para darle las formas a las cajas, como ventilación a las piezas, piezas con cierres automáticos o cualquier otro diseño, que se requiera; esto se logra gracias a los troqueles que regularmente son de madera con sierras especiales de acuerdo al diseño.

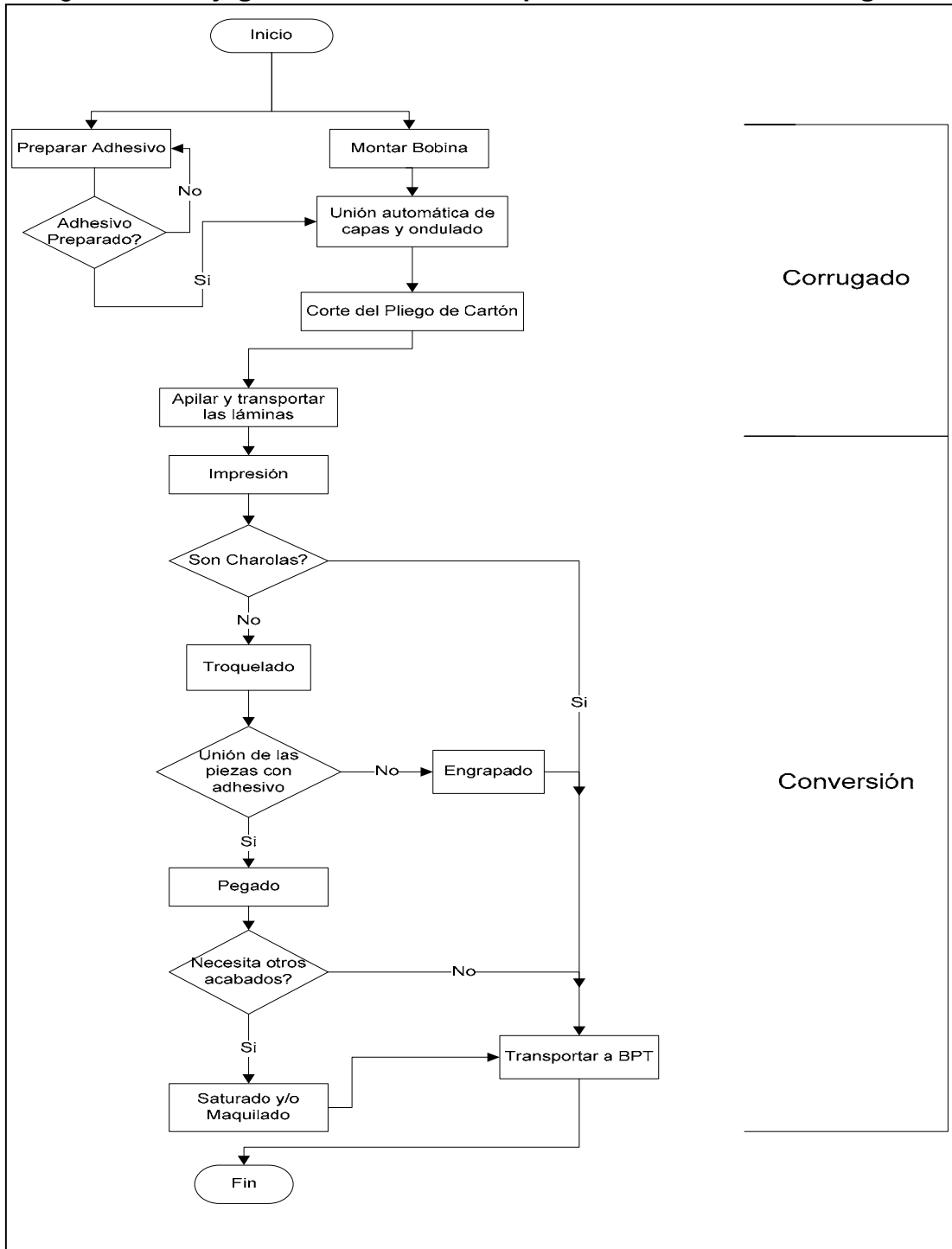
5) Juntas o cierres: el cierre es una parte esencial en la manufactura de las cajas, el cierre es la unión de las cejas de la caja por medio de adhesivo, tape o grapas.

6) Acabados: los acabados consisten en dar los toques finales a las cajas, si así se requiriera las cajas pueden ir engrapadas, pegadas o recubiertas con parafina para una mejor resistencia a la humedad, o bien aplicarle otros recubrimientos u otros tipos de acabados.

- Desventajas en el proceso de conversión:
  - Existe un desperdicio que está incluido en el costo de las cajas, mientras más acabados lleven las cajas más desperdicio de este tipo se generará, es decir más trim.
  - Por errores en el proceso se genera desperdicio, esto es ya sea por fallas mecánicas o por errores humanos; estos factores constituyen la causa más importante de generación de desperdicio en este proceso.

El flujograma presentado en la figura 20 muestra la secuencia de los dos procesos que llevan a obtener los productos de cartón corrugado, como se observa en el diagrama el segundo proceso es totalmente dependiente del primero.

Figura 20. Flujograma elaboración de productos de cartón corrugado



## 2.5.2 Desperdicios

En muchas actividades existen diferentes clases de desperdicio, se puede desperdiciar dinero, espacio, energéticos, tiempo, etc.; el desperdicio en general es casi imposible evitarlo, pero si puede ser controlado. El punto de interés de este informe consiste en primer lugar en cuantificar los desperdicios que se generan debido al proceso de corrugación y luego buscar los mecanismos que ayuden disminuir los mismos.

En CEGSA no sólo existe el desperdicio de materiales, el sistema justo a tiempo enfatiza otras clases de desperdicio; según JIT (*just in time*) o pensamiento toyota™ se introduce un concepto ampliado de los desperdicios (en los diversos campos y actividades de las empresas), a esta nueva conceptualización también se le conoce como: bases de la escuela toyota™ o la teoría de desperdicio cero, las cuales dividen los desperdicios en siete categorías que a continuación se describen:

1. Desperdicios de la sobreproducción: este es un tipo de desperdicio que ha ocurrido pocas veces en CEGSA ya que la empresa sólo produce un 5% de excedente de lo pedido. La sobreproducción es el desperdicio por excelencia, y obliga al productor a efectuar correcciones y mejoras.
2. Desperdicios de la espera: Corresponde a los tiempos muertos en una cadena o cuando el trabajador está pendiente de una máquina automática, en CEGSA no se aprovecha el tiempo que el trabajador esta desocupado ya que no existe un estudio de tiempos.



3. Desperdicios del transporte: Cuando una parte se moviliza a distancia en forma innecesaria, se almacena y se vuelve a utilizar. Los operadores en las reuniones que se realizan semanalmente reportan falta de espacio, con esto se genera desperdicio de transporte por estar movilizand o la producción innecesariamente.

4. Desperdicios del proceso mismo: es el desperdicio objeto de estudio del presente proyecto, CEGSA sólo le da énfasis a este desperdicio y a los demás descritos en esta sección no le dan la debida importancia. Esta clase de desperdicio es derivado de un pobre desempeño de los factores causales y que traslada esta característica al ítem o parte correspondiente.

5. Desperdicios por almacenamiento innecesario: Ocurre por stocks innecesarios derivados de un sistema de producción inapropiado, no quiere decir que CEGSA tenga un sistema de producción inadecuado, pero tienen mucha materia prima almacenada, específicamente rollos de papel kraft.

6. Desperdicios por movimientos innecesarios: Un deficiente diseño ergonómico obliga a movimientos innecesarios de los trabajadores, al igual que el desperdicio de tiempo, en CEGSA no existe un estudio de movimientos.

7. Desperdicios por productos defectuosos: es el inadecuado uso tanto de materia prima como de producto terminado en la planta, un problema muy frecuente son los golpes que reciben los rollos al ser transportados por el montacargas.

### **3. GENERACIÓN DEL DESPERDICIO EN LA EMPRESA**

El tema central del presente proyecto se refiere al estudio de desperdicios generados en el proceso de elaboración de cartón corrugado y se le da énfasis al primero de los dos grandes procesos, puesto que a pesar de la falta de un método de cuantificación, se estima que casi una cuarta parte del total del desperdicio corresponde a dicha área. De un total teórico de 17% de desperdicio 4% corresponde el área de corrugadora, en el inciso 3.3 se describirá cómo se obtuvo dicho porcentaje.

#### **3.1 Problemática del desperdicio en el proceso de elaboración productos de cartón corrugado**

Como se describe en la página 61 del capítulo dos, existen diversas clases de desperdicio, en esta sección se describirá cómo durante los distintos procesos se van generando los desperdicios, realizando una clasificación de los procesos y sub-procesos en las áreas productivas de CEGSA que llevan a obtener los productos de cartón corrugado. Dado que se conoce la problemática de generación excesiva de desperdicio, en los siguientes apartados se identificarán los factores causales para luego proponer en el capítulo final una propuesta que ayude a solucionar dicha problemática.

### **3.2 Clasificación del desperdicio**

El desperdicio a clasificar en esta sección es el generado durante el proceso productivo, en la página 61 del capítulo dos se mencionaron siete clases de desperdicio en un concepto ampliado de éstos, no obstante en la planta de producción, existen estas clases de desperdicio, que generalmente pasan desapercibidos y los administradores sólo le dan énfasis a la cantidad de piezas defectuosas o materiales desperdiciados. En CEGSA, de una manera simplificada el proceso productivo se clasifica de la siguiente manera:

➤ Proceso de corrugación

➤ Procesos de conversión

1. Impresión

2. Troquelado

3. Acabados

Los anteriores procesos tienen precedencia ya que como se describió en el capítulo anterior, deben existir láminas ya corrugadas para poder pasar a las convertidoras. El principal problema durante se desarrollan los anteriores procesos, es que cuando se envían láminas defectuosas a las convertidoras se desperdician horas hombre y horas máquina; esto es debido a que los operarios de las distintas máquinas buscan cumplir con la cantidad de unidades requeridas desatendiendo las inspecciones necesarias para producir láminas de calidad.

### 3.2.1 Desperdicio debido al proceso de corrugación

Conocido el proceso de corrugación, el cual fue descrito en la pagina 51 del capítulo dos, en esta sección se conocerán los desperdicios que se generan debido al proceso de corrugado. Distintos tipos de desperdicios se generan en ésta área, de los cuales la mayor parte son controlables, se pondrá énfasis al desperdicio de producto terminado del proceso de corrugación.

En CEGSA, se encuentran establecidos los más altos estándares de calidad, los cuales exigen que se realicen inspecciones para verificar si se están obteniendo productos de calidad, así como la elaboración de un certificado de calidad mostrado en la figura 21.

Figura 21. **Certificado de calidad**

Certificado de Calidad		
Máquina	Operador	Turno
Fecha	Orden No.	Supervisor
Marque Si o No	Si	No
Medidas internas correctas +/- 2 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Láminas sin golpes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Láminas húmedas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Láminas tostadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

El certificado mostrado en la figura 21 debe ser llenado por cada orden que se produzca, las personas que se encargan de reportar la producción en el sistema de computación son las encargadas de velar porque este certificado sea elaborado por los operarios.

Dentro de las inspecciones que realizan las personas de la tripulación de corrugadora están:

- Formación de la flauta u ondulado (tipo “C” o tipo “E”): la verificación que se hace acá consiste en revisar la uniformidad del ondulado.

Figura 22. Verificacines en las láminas



- Verificación del test o calibre de las láminas: por medio de un micrómetro se mide el grosor de las láminas.
- Dimensiones o medidas de las láminas: con un metro se mide el ancho y largo con un margen de error de +/- 2mm.
- Definición de sisas: deben revisar que en el triplex se le haya dado presión al pliego de cartón corrugado, formándose una línea en la lámina, evitándose así que lo haga un troquel en la convertidora.
- Láminas sin presencia de:

1. Curvatura: las láminas deben ir lo más plano posible sin curvaturas.
2. Delaminación: las capas deben ir bien pegadas al ondulado.
3. Exceso de humedad: las láminas no deben ir aguadas.
4. Exposición de Flauta: son láminas sin pedazos de capas.
5. Exceso de temperatura: o láminas tostadas.

La presencia de los últimos 5 aspectos enumerados anteriormente indican que lo producido sea considerado como desperdicio, ya que los encargados de formar las taras de láminas (encargados de mesas), al observar que ésta va húmeda, tostada (exceso de temperatura), o curva las desechan en los carretones de desperdicio, ya que si las láminas no cumplen con los estándares de calidad y son enviadas al área de conversión, ocasionarán pérdidas mayores al momento de pasar al área de impresión. Tres causas principales generan la mayor parte de desperdicio, mismas que pueden ser erradicadas, éstas son:

- No existe un control por área, de lo que se está desperdiciando, esto provoca un desinterés por evitar generar desperdicio.
- Las fallas en las distintas máquinas que se analizaron en el capítulo anterior provocan desperdicio constantemente
- Manejo inadecuado de la materia prima (rollos de papel) y producto terminado (láminas de cartón corrugado)

En el proceso de corrugado también existe el “trim”, este es un desperdicio que no puede desaparecer por completo, como se muestra en la figura 23 el “trim” consiste en el corte longitudinal del pliego continuo de cartón corrugado, esto es porque los rollos de papel kraft sufren golpes al ser transportados.

Figura 23. **Trim u orillas**



El “trim” o corte de las orillas mostrado en la figura 23 ayuda a que las láminas no salgan también con golpes, existe adicionalmente un desperdicio imputable al área de corrugadora, que consiste en el desperdicio de capas de papel kraft, esto se debe a que a los rollos de papel kraft se les debe quitar dos o más capas (pelado de bobina), para que el papel utilizado para fabricar el cartón sea el óptimo.

### **3.2.2 Desperdicio debido al proceso de conversión**

El siguiente proceso, luego del de corrugación, es el de conversión; en la página 57 del capítulo dos se detallan dichos procesos, mismos que generan el producto terminado que comercializa CEGSA, los cuales por su misma naturaleza generan desperdicio, aunque se debe mencionar que el desperdicio es procesado y también comercializado. El proceso de conversión llega a ser muy complejo, esto es debido al tipo de caja que se fabrique; de una manera simplificada el desperdicio de conversión puede subdividirse en:

- Desperdicio debido a impresión
  
- Desperdicio debido a troquelado
  
- Desperdicio debido a acabados

#### **3.2.2.1 Impresión**

El proceso de impresión es el primer proceso de conversión; dado que si existen carretones para depositar los desperdicios por área, se tiene el problema que hay láminas provenientes del área de corrugadora que no deben ser impresas, ya que inevitablemente se convertirán en desperdicio.

Este problema se observa con mucha frecuencia y ninguna persona del área de impresión o supervisor de planta toma acciones para que este desperdicio sea regresado a sus depósitos de desperdicio; el desperdicio que sí debe ser imputado al área de impresión debe ser el causado como se muestra en la figura 24 por láminas mal impresas o por errores que no provengan del área de corrugadora.



Figura 24. Desperdicio de láminas mal impresas



✓ Láminas mal impresas:

En la figura 24 se muestra el desperdicio generado por láminas mal impresas, si de la máquina corrugadora las láminas vienen con un nivel de calidad aceptable, las máquinas impresoras (ward y prensas) imprimen las láminas para luego ser troqueladas, el desperdicio generado en el área de impresión comúnmente se debe a:

- Problemas con las tonalidades de impresión de logotipo
- Fallas en los grabados de impresión

Figura 25. Datos defectuosos



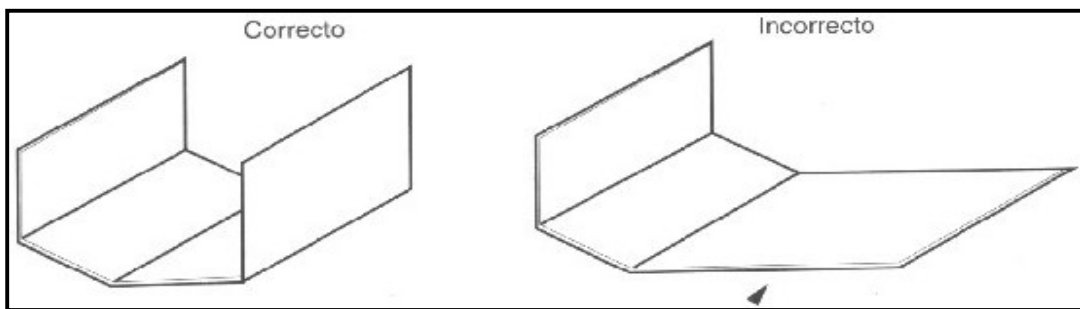
- Desfase de impresión
- Problemas de registro

### 3.2.2.2 Troquelado

Algunas veces, dependiendo del producto que se desee, la máquina impresora imprime y troquela, pero en otras circunstancias estos procesos se hacen por separado, es decir por máquinas diferentes (flexo-ward y troqueladora bobst). Cuando el proceso de impresión y troquelado se realizan por separado, surge el problema mencionado anteriormente, el cual consiste en láminas provenientes del área de impresión que no deben ser troqueladas; ya sea que si se troquelen o no, el desperdicio es imputado al área de troquelado, a través del control actual que llevan del desperdicio descrito en el inciso 3.3.1.

En el proceso de troquelado se genera también un “trim”, dependiendo de los acabados que lleven las piezas; cabe mencionar que todas las piezas llevan más de una ranura (slots), para que la caja o empaque pueda ser unido; en otras ocasiones dependiendo del diseño llevan perforaciones y otros acabados generadores de trim. Este “trim” ya está incluido en el costo que se cobra al cliente, es decir se encuentra planificado, en sí el desperdicio generado en el área de troquelado, el cual si puede ser controlado es el causado como se muestra en la figura 26 por láminas mal troqueladas.

Figura 26. Láminas mal troqueladas

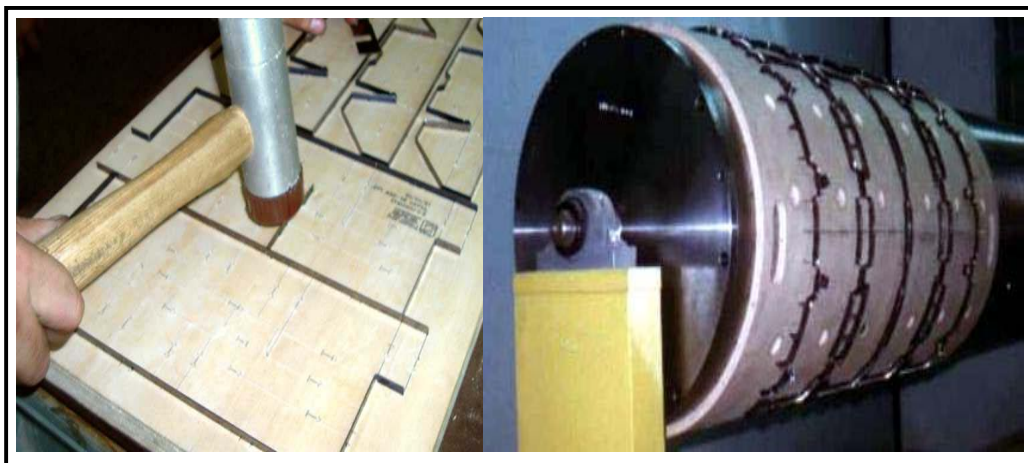


✓ Láminas mal troqueladas:

En la figura 26 se muestra la ausencia de una sisa que debe llevar la pieza, la cual no realizó el troquel. Los factores causales de láminas mal troqueladas se presentan a continuación:

- Mala colocación de las láminas en la troqueladora
- Fallas en los troqueles de la máquina, en la figura 27 se muestran las dos clases de troqueles que existen
- Problemas de registro

Figura 27. Troquel plano y troquel rotativo



### 3.2.2.3 Acabados

Se puede observar que el proceso es: impresión y luego troquelado, existen sin embargo máquinas que imprimen, troquelean y realizan los demás acabados para luego pasar a bodega de producto terminado, éstas máquinas son: martin, flexo-folder y flexo-ward, pero dependiendo del tipo de caja que se necesite, se necesitará del proceso de acabados para obtener el producto final. Los acabados son los que se encargan de dar los toques finales a las cajas, algunos de éstos son necesarios cuando se requiere algún tipo de caja que no es muy común a la que se conoce, los acabados se pueden ser:

- Pegado
- Engrapado
- Saturado

➤ Parafinado

➤ Maquilado

a) Desperdicio por pegado: es el que se origina como se muestra en la figura 28 por piezas mal pegadas, esto se debe generalmente a malos ajustes de la máquina pegadora (*International*) o por mala calidad del adhesivo.

Figura 28. Piezas mal pegadas y mal engrapadas



b) Desperdicio por engrapado: se cuenta con una máquina que engrapa las cajas sustituyendo el proceso anterior, el desperdicio generado en ésta área se debe a mala colocación de la piezas en la máquina, en la figura 28 se muestra una pieza mal engrapada, también se genera desperdicio cuando ocurren errores en los registros de las órdenes de producción.

c) Desperdicio por saturado: el proceso de saturado es utilizado para producir cajas y empaques para productos que necesitan ser refrigerados, y no es mas que sumergir en parafina (cera líquida caliente) a la caja regular terminada, para esto también existe una máquina para el saturado (saturadora); el desperdicio generado en el área de saturado, es generado regularmente por piezas mal saturadas.

d) Desperdicio por parafinado: eventualmente existe otro proceso similar al de saturado el cual es el de parafinado, a diferencia del de saturado, las piezas no son sumergidas en parafina, sino solo se les aplica un capa de parafina en una o dos caras, el desperdicio generado en ésta área se debe regularmente por piezas mal parafinadas.

e) Desperdicio por maquilado: muchas piezas, tienen como último proceso el de maquilado, este es un proceso totalmente manual el cual sirve para dar los toques finales a las piezas y convertirlas en producto terminado, en ésta área el desperdicio es mínimo ya que lo que se genera es únicamente confeti de las perforaciones que llevan las piezas.

Al igual que en el proceso de corrugado las causas de generación de desperdicio, se pueden resumir en tres factores:

- No se controla cuanto esta desperdiciando cada área
- Las fallas de las distintas máquinas genera desperdicio
- No hay un buen manejo de los productos en proceso

### **3.3 Cuantificación del desperdicio en el proceso de fabricación de cartón corrugado**

Como se describirá en el inciso 3.3.1 en CEGSA no se cuenta con un adecuado método de cuantificación de desperdicios; en el área de corrugadora se tiene que, teóricamente el desperdicio se encuentra alrededor del 4%, dado que dicho porcentaje de desperdicio solamente es un estimado, no se pueden tomar acciones correctivas.

Haciendo una sumatoria de porcentajes de desperdicio se obtiene un total de 17% de desperdicio, este dato proporciona sólo una idea de lo que realmente se está desperdiciando, la forma de obtener el dato anterior corresponde a estimaciones que se han hecho tiempo atrás, al cuantificarlo diariamente, el porcentaje podría aumentar; la tabla XVIII muestra los datos aproximados de desperdicio por área.

**Tabla XVIII. Porcentaje de desperdicio por área**

<b>Departamento</b>	<b>% Desperdicio</b>
Corrugadora	4%
Impresoras	5%
Troqueladoras	3%
Desperdicio por trim	2%
Acabados	2%
Otros	1%
<b>Total</b>	<b>17%</b>

Los datos presentados en la tabla XVIII, son obtenidos de un día al azar, comparando lo que se obtuvo de producción con lo que se esperaba tener de producción, así pues no refleja el total del desperdicio real, pues no siempre la diferencia de lo real entre lo esperado se convierte en desperdicio.

### 3.3.1 Cuantificación

La cuantificación del desperdicio es ineficiente pues como se describe a continuación en el apartado “procedimiento actual”, se hacen estimaciones para obtener datos rápidamente, pero no es lo realmente desperdiciado; a continuación se describe el actual procedimiento de control de desperdicio, la deficiencia principal del método utilizado está en la falta de equipo, antiguamente se pesaba el desperdicio en una báscula, la cual actualmente se encuentra descompuesta, en el capítulo cuatro se realizará la propuesta para restaurar dicho equipo.

- Procedimiento actual:

El desperdicio que se genera en la empresa proviene de distintas áreas de la planta de producción, por lo que se le preguntó a un operario de la “máquina embaladora” cual es el procedimiento actual y se determinó que el mismo no determina el desperdicio real de las distintas áreas productivas. A continuación se muestra la figura 29 el reporte que lleva el operador para el control del desperdicio, en los numerales siguientes se demostrará porque la cuantificación no es correcta.



**Figura 29. Control de desperdicio**  
**Control de Desperdicio**

Fecha:				
Turno:				
No. De la Paca	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Sub Total
410 Corrugadora	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
420 Prensas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
422 Tunkers	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
431 International	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
432 Bobst	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
433 Seiko	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
434 Engrapadora	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
435 Kermas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
438 Flexo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
440 Ward	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
441 Martin	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
620Otros imputables	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Peso total Paca	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Mientras se llena el reporte mostrado en la figura 29 el procedimiento de manejo de desperdicio es como a continuación se describe.

1. En cada máquina empleada en el proceso de elaboración de productos de cartón corrugado existe un carretón, en el cual se deposita el desperdicio generado en el proceso.
2. Al llenarse dicho carretón un operario u operario auxiliar se encarga de transportarlo al área de embaladora, en la cual el carretón forma parte de una cola, para luego ser depositado en la máquina.
3. En la cola, el carretón puede tardar hasta 24 horas para luego ser procesado en la máquina embaladora, dependiendo del volumen de desperdicio que se genere.
4. Cuando llega el momento de ser procesado, el operador de la máquina embaladora, deposita los desperdicios en una banda transportadora que los lleva a una parte alta, para ser triturado. Los desperdicios del cartón ya triturados se mezclan en un depósito común con los desperdicios que transportan las tuberías de los aspiradores que se encuentran en las diferentes máquinas.
5. Existen unos aspiradores encargados de succionar el “trim” de los productos de cartón corrugado (cajas y empaques), dicho desperdicio es ocasionado por el proceso de troquelado, desperdicio que también genera el proceso de corrugado.

6. En la máquina embaladora, se van formando las pacas que son pesadas automáticamente por una báscula que se encuentra bajo los rodillos giratorios, las pacas se desplazan por medio unos rodillos y el operador anota el peso enumerando correlativamente desde el número 1 hasta el número de pacas que se formen durante el mes.

7. El peso de las pacas oscila entre 300 y 400 kilogramos, el operador llena el reporte de pacas, distribuyendo el peso de la paca de acuerdo a valores estimados de desperdicio que genera cada máquina.

8. Las pacas ya compactadas y preparadas son transportadas por el montacargas hacia el área correspondiente, para que luego un furgón las lleve hasta la empresa que las compra.

- Desventajas:

1) Este procedimiento está lejos de controlar lo que en realidad desperdicia cada máquina, la razón de esto es que no se cuenta con una báscula que permita pesar los carretones de desperdicio antes de embalarlo.

2) Cuando la báscula se encontraba en buen estado el desperdicio si era pesado, y de acuerdo a los pesos que se llevaban en ese entonces se lleva el peso del desperdicio actual, el problema es que no todos los días se desperdicia lo mismo.

3) Actualmente se está evaluando sustituir una báscula mecánica por una báscula de tipo digital, con lo cual se llevará un mejor control del desperdicio.

3) Según se describió anteriormente, dependiendo de lo que pesen las pacas, el operario les prorratea una cantidad a las máquinas, es por eso que no existe un control real de lo que desperdicia cada máquina.

### **3.3.2 Costos**

En esta sección se establecerá el costo del desperdicio que se genera en CEGSA, el cual es vendido como se mencionó en el inciso 2.3 de la página 26, a una empresa perteneciente al grupo sigma, la cual es la encargada de convertir el desperdicio en cartón chip y luego comercializarlo. El costo del desperdicio se establecerá gracias a que se conoce el valor de un lote de pacas el cual fue pagado por la empresa que las procesa, el total de pacas suman un peso de 7,020 kilogramos recibándose Q 2,690.00 por dicho lote.

Entrevistando al encargado de vender las pacas, se le consultó acerca del porque se aplica el precio anterior al desperdicio e indica que éste lo determinan de acuerdo a los insumos que se han necesitado para elaborar el producto terminado. Dicho costo incurre en errores puesto que no siempre se desperdician los mismos productos, adicionalmente al desperdicio se le aplican otros costos los cuales se enlistan a continuación:

1. Costo fabril
2. Costo de mano de obra
3. Otros gastos indirectos

Los gastos fabriles, abarcan todo lo relacionado con la preparación del desperdicio para ser vendido, es decir el proceso de compactado de las pacas como se muestra en la figura 30. En los costos de mano de obra abarcan los sueldos de los operadores de embaladora y en otros gastos indirectos se colocaran gastos como: sueldo proporcional de vendedores, administradores, mecánicos y supervisores, así como el costo del transporte del desperdicio.

Figura 30. **Desperdicio compactado**



1. Costo Fabril = Depreciación de maquinaria + mantenimiento de maquinaria + consumo de energía.
  - Depreciación maquinaria = Valor de la embaladora X 10% (depreciación contable)
  - Depreciación maquinaria = Q 60,000.00 X 10% = Q 6000.00 anual / 12 meses
  - Depreciación maquinaria = Q 500.00 mensual

- Mantenimiento maquinaria = Lubricación y repuestos
- Mantenimiento maquinaria = Q 3,500.00 anual / 12 meses
- Mantenimiento maquinaria = Q 291.67 mensual
  
- Consumo de energía = Q 15,000.00 al mes (toda la maquinaria)
- Consumo de energía = Q 15,000.00 X 8% (% de espacio que ocupa embaladora en la planta) = Q 15,000.00 X 8% = Q 1,200.00 mensual
  
- ✓ Por lo que el costo fabril es:
- $CF = 500 + 291.67 + 1200 = Q 1991.67$  mensual
  
- 2. Mano de obra = Numero de operarios X sueldo mensual X turnos
- ✓ Por lo que el costo de mano de obra es:
- $MO = 2 \times Q 2,500.00 \times 2 = Q 10,000.00$  X 7,020(Kgs. vendidos) entre 20, 000 (Kgs. producción estimada mensual) = Q 3,510.00 mensual
  
- 3. Otros gastos indirectos = sueldo vendedores(proporcional) +sueldo mecánicos(proporcional) + sueldo supervisores(proporcional) + transporte del desperdicio
- ✓ Por lo que el costo de gastos indirectos es:
- Otros gastos indirectos = Q 500.00 + Q 600.00 + Q 400.00 + Q 250.00 = Q 1,750.00 mensual
  
- Costo total = materiales + costo fabril + mano de obra + otros gastos indirectos
- ✓ Por lo que el costo total de 7,020 kilogramos de desperdicio es:
- Costo total = 2,690 + 1,991.67 + 3510 + 1,750 = Q 9,941.67

- Análisis:

El costo del kilogramo de desperdicio no implica dividir los Q 2,690.00 que pagó el comprador del desperdicio entre los 7020 kilogramos, se entiende que este solo es el costo del material desperdiciado, pero para poder venderlo se debe incurrir en los costos anteriormente descritos, así el costo neto de un kilogramo de desperdicio es:

$$\text{Costo por kilogramo} = \text{Q } 9,941.67 / 7,020 \text{ Kgs.} = \text{Q } 1.42 \text{ el kilogramo}$$

## **4. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL DESPERDICIO**

En éste último capítulo del presente trabajo, se presentan propuestas para la reducción del desperdicio, basadas en las deficiencias observadas durante el desarrollo del proyecto, dichas deficiencias se encuentran básicamente en 4 puntos específicos los cuales son: personas, maquinaria, procedimientos y materiales. De una forma generalizada, éstos aspectos son mejor conocidos como las 4 emes, es decir, mano de obra, maquinaria, métodos y materiales; en cada uno de ellos se presentaran las acciones que se van tomar, para la solución de la problemática.

### **4.1 Personas involucradas en la reducción del desperdicio**

A continuación se presentan acciones a tomar con la finalidad de lograr reducir el desperdicio de cartón que se esta generando en CEGSA, es importante el involucramiento desde el nivel operativo hasta la alta gerencia. En los siguientes apartados se describirá la forma en que debe involucrarse cada grupo para obtener las mejoras deseadas.

- Grupos involucrados en la propuesta:
  - Grupo administrativo: el cual debe dirigir y orientar al grupo operativo, programando las capacitaciones propuestas más adelante en el inciso 4.1.2.
  - Grupo operativo: el cual debe recibir las capacitaciones orientadas a la disminución del desperdicio y recibir los incentivos planeados por la gerencia, los cuales están propuestos más adelante en el inciso 4.1.3.



#### 4.1.1 Postura por parte de la gerencia

A continuación se presentan las herramientas administrativas que la alta gerencia debe implementar en la disminución de los desperdicios, esto es debido a que se debe iniciar a darle solución a la problemática, planeando la estrategia y luego ejecutando las acciones que lleven a obtener las mejoras deseadas. Una vez se inicie con una actividad orientada a la disminución del desperdicio, se le debe dar a ésta el seguimiento necesario para que avance, no se estanque y desaparezca.

- Acciones que se van a tomar:

Las herramientas que a continuación se presentan, ayudan al aprovechamiento del recurso humano y material, y por lo tanto ayudan a la disminución de los desperdicios.

1. Sistema *lean*: debido a que se deben buscar estrategias efectivas que ayuden a la disminución del desperdicio, se contrataran los servicios del Centro Regional para la Productividad, el cual proporcionará las bases para la implantación de un sistema *lean*. Los expertos del Centro CEFOF, provenientes de la república de Costa Rica proporcionarán experiencias que han ayudado a otras industrias a buscar el despilfarro y a eliminarlo, creando dentro de la empresa una cultura y método de eliminación de desperdicios; a continuación se presentan las mejoras que tendrá CEGSA un mes después de iniciado el proceso:

a) Bodega de materia prima: se mantendrá la cantidad de rollos necesaria para la producción, eliminando la previsión del inventario de papel la cual consiste mantener en bodega las entregas de material que el proveedor haría en un mes, asumiendo que éste no cumpla con las mismas. Esta acción ayudará también a que los rollos de papel no sufran deterioro debido al prolongado almacenamiento.

b) Departamento de planificación: se logrará reducir el desperdicio debido a que se eliminará un porcentaje de 5% a 10% que se programa en todos los pedidos, el cual tiene la finalidad de cubrir a cabalidad con los pedidos. Debido a que se fomentará la cultura de eliminación de desperdicios en la empresa a través del sistema *lean*, este porcentaje ya no será necesario tomarlo en cuenta, evitando así desperdiciar las láminas producidas demás.

c) Líneas de producción: el seguimiento del sistema *lean*, ayudará a disminuir el inconveniente de los reprocesos, la tabla XIX muestra la cantidad de entregas y los reclamos reportados por el departamento despachos en un mes.

Tabla XIX. **Reprocesos**

Actual		Meta
Entregas	Reclamos	Reclamos
94	5	2

La tabla XIX, muestra que la meta al implementar la propuesta, será reducir de 5 a 2 reprocesos en el mes.

2. Cultura de calidad total: se iniciará esta acción recopilando información en reunión con los supervisores, estableciendo el porqué este aspecto fue abandonado, al ser retomado el tema se harán reuniones quincenales para verificar los avances de su implementación.

3. Sugerencias creativas: escuchar opiniones de los operadores, no sólo en las reuniones, sino establecer la política de puertas abiertas. Para mantener el anonimato de las personas del grupo que así lo deseen, se debe instalar un cajón que funcione como buzón de sugerencias internas.

4. Sistema justo a tiempo: el departamento de planificación debe coordinar con el departamento de despachos cuantos días se están atrasando en las entregas, así con la disminución de los reprocesos el jefe de planificación podrá garantizar que no existirán más atrasos en la entrega de los pedidos.

5. Mantenimiento productivo total: el gerente de producción juntamente con un mecánico mostrarán al líder de cada tripulación la forma de realizar reparaciones menores en las máquinas. El líder de la tripulación deberá a su vez transmitir los conocimientos adquiridos a los miembros del grupo, a fin de que cualquiera de ellos pueda en un futuro solucionar fallas menores.

#### **4.1.2 Capacitaciones a realizar**

Es importante que se establezca un plan de capacitaciones a los empleados, que sea orientado a la satisfacción del cliente, puesto que los problemas se conocen desde hace ya mucho tiempo; la actitud no es buscar a quien cargarle las culpas (lo que comúnmente se hace en las reuniones con el personal) sino que presentar un programa de mejora de las personas que abarque todos los aspectos posibles.

- Acciones que se van a tomar:

En dos pasos sencillos se mantendrá al personal capacitado para afrontar la problemática actual así como futuros problemas que se pueden presentar. En primer lugar se requiere que la empresa pueda reconocer las necesidades de capacitación en un momento dado y en segundo lugar, implementar un plan de capacitaciones que ayuden a disminuir los desperdicios.

1. Necesidades de capacitación: la empresa al enfrentarse con una nueva problemática atribuible al desempeño de sus trabajadores debe inmediatamente debe capacitarlos a fin de frenar los efectos que el problema pueda generar. Para implementar una capacitación efectiva se deben establecer inicialmente la necesidades de capacitación realizando dos pasos básicos, los cuales son:

- Análisis de las tareas, para determinar si la capacitación será proporcionada por especialistas de la empresa o por terceros.
- Una evaluación del desempeño, ayudará a identificar las la deficiencias a las cuales la capacitación ira enfocada.

En diferentes áreas se pueden aplicar las capacitaciones, así las necesidades de capacitación abarcan niveles profesionales hasta niveles operativos. En general dependiendo en el área donde se genere una problemática existen variables utilizadas para la determinación de necesidades de capacitación, las cuales son:

a. Evaluación de desempeño

b. Observación

- c. Cuestionarios
- d. Solicitud de supervisores y gerentes
- e. Entrevistas con supervisores y gerentes
- f. Reuniones ínter departamentales
- g. Examen de empleados
- h. Modificación de trabajo
- i. Entrevista de salida
- j. Análisis de cargos

2. Plan de capacitaciones: fallas en las máquinas, productividades bajas y desperdicios han llevado a la empresa a buscar el adiestramiento adecuado de sus trabajadores. A continuación en la tabla XX se presenta el plan de las capacitaciones que se hacen necesarias para la disminución del desperdicio.

**Tabla XX. Plan de capacitaciones**

Mantenimiento Productivo Total			
Duración:	Fecha de Realización:	Dirigida a:	Impartida por:
8 horas	11 de Septiembre 2006	Área Corrugadora	CEFOF
Mantenimiento Productivo Total			
Duración:	Fecha de Realización:	Dirigida a:	Impartida por:
8 horas	12 de Septiembre 2006	Convertidoras	CEFOF
Programa de las 5'S			
Duración:	Fecha de Realización:	Dirigida a:	Impartida por:

### Continuación

Duración:	Fecha de Realización:	Dirigida a:	Impartida por:
8 horas	18 de Septiembre 2006	Área Corrugadora	CEFOF
<b>Programa de las 5'S</b>			
Duración:	Fecha de Realización:	Dirigida a:	Impartida por:
8 horas	19 de Septiembre 2006	Convertidoras	CEFOF
<b>Mejores Prácticas de Manufactura</b>			
Duración:	Fecha de Realización:	Dirigida a:	Impartida por:
2 horas	20 de Septiembre 2006	Líderes de tripulaciones	INTECAP
<b>Seguridad e Higiene Industrial</b>			
Duración:	Fecha de Realización:	Dirigida a:	Impartida por:
2 horas	28 de Septiembre 2006	Grupo operativo	Depto. Seguridad Litografía Zadik
<b>Trabajo en Equipo</b>			
Duración:	Fecha de Realización:	Dirigida a:	Impartida por:
2 horas	4 Octubre 2006	Grupo operativo	Gerencia General
<b>Solución de problemas y uso eficiente de los equipos</b>			
Duración:	Fecha de Realización:	Dirigida a:	Impartida por:
2 horas	11 Octubre 2006	Líderes de tripulación	Depto. Mantenimiento
<b>Sistema de sugerencias</b>			
Duración:	Fecha de Realización:	Dirigida a:	Impartida por:
2 horas	18 Octubre 2006	Grupo operativo	Aseguramiento de la Calidad
<b>Reducción de desperdicios</b>			
Duración:	Fecha de Realización:	Dirigida a:	Impartida por:
2 horas	25 Octubre 2006	Grupo operativo	Gerencia de Producción
<b>Delegación de autoridad y liderazgo</b>			
Duración:	Fecha de Realización:	Dirigida a:	Impartida por:
2 horas	31 Octubre 2006	Líderes de tripulación	Gerencia General

Es necesario darle seguimiento a las capacitaciones presentadas en la tabla XX, es decir al finalizar el programa se debe retroalimentar de tal manera que las mismas se impartan por lo menos 2 veces.

### 4.1.3 Premios y reconocimientos

La motivación de los empleados, es un factor clave en la disminución del desperdicio, un plan de premios y reconocimientos busca que los ahorros obtenidos en la eliminación de las pérdidas producto del desperdicio, se conviertan en un beneficio para el trabajador. Concientizar para alcanzar el cero desperdicio, el fomento del trabajo en equipo, sentir orgullo de pertenecer a la organización, la conservación de los equipos, el mejor manejo de materiales, da como resultado el aumento de la productividad y competitividad de la empresa.

Durante un mes se hizo un estudio de los indicadores que se utilizarán para medir los cambios obtenidos, esto con el fin de poder reconocer con premios a las áreas que hayan hecho el esfuerzo de mejorar dichos índices. A continuación en la tabla XXI se presentan los índices actuales:

Tabla XXI. Índices actuales

Área	Productividad	Horas muertas	Porcentaje de Desperdicio
Corrugadora	4,595 m/h	9	4%
Impresoras	10,000 láminas/h	14	5%
Troqueladoras	5,660 láminas/h	10	3%
Acabados	1,600 láminas/h	21	2%

- Acciones que se van a tomar:

Cualquier mejora en los índices mostrados en la tabla XXI debe ser reconocida, en el inciso 4.3.1 se propone un método de cuantificación de los desperdicios que ayudará a hacer comparaciones en algún periodo que se desee; los reconocimientos que deben hacerse a las áreas que logren disminuir el desperdicio, aumentar la productividad y tiempo efectivo de trabajo están:

- Programar descansos a los miembros del grupo adicionales a los que por ley les corresponde, éstos descansos deben acordarse de manera que no afecten la producción normal de la empresa, no mayor a un mes después de logrado el objetivo.
- Otorgar distintivos a los grupos que alcancen los mejores índices (por ejemplo dando gorras, pines o playeras a los miembros del grupo ganador)
- Recursos humanos debe dar a conocer el primer lugar de los grupos, colocando en un espacio publico dentro de la empresa los nombres de los miembros del grupo denominado “grupo del mes”, este debe permanecer en dicha área un mes inmediato posterior de alcanzado el objetivo.
- Realizar algún tipo de agasajo con el grupo ganador, se puede realizar durante la celebración de cumpleaños del mes.
- Establecer un plan de incentivos por grupo, es decir implantar una bonificación adicional por mejora en los indicadores de la tabla XXI.

#### **4.2 Equipo involucrado en la reducción del desperdicio**

En cuanto a equipo, en primer lugar se hace necesario cuantificar el desperdicio a través de un peso, es decir que es imprescindible contar con una báscula; en segundo lugar se necesita que las máquinas tengan un mantenimiento continuo, es decir a diario, luego de que mantenimiento las deje funcionando a un 100%.



#### **4.2.1 Uso de la maquinaria y equipo**

En CEGSA, semanalmente se realizan reuniones con el personal de la planta para tratar temas concernientes a problemáticas que se presentan durante el desarrollo de las actividades de la empresa, este aspecto es positivo en relación al conocimiento de los problemas, pero no debe provocar que las personas que participan en las mismas, se pongan unas en contra de otras. Como se mencionó en la sección de premios y reconocimientos, es importante impulsar el trabajo en equipo y se debe evitar que se cree un espíritu de rivalidad entre los operarios; así pues que éstas reuniones deben ayudar a aumentar las capacidades y destrezas del personal, compartiendo experiencias para mejorar el uso del equipo

Actualmente la empresa se encuentra implementando un programa de TPM, el cual tiene como idea básica cero defectos orientados a las cuatro emes, por lo que las reuniones que se realizan semanalmente se deben enfocar en formar a los operarios para que ellos mismos realicen mejoras a los equipos y por supuesto que sepan prevenir y solucionar fallas. Sólo mantenimiento cuenta con los manuales de operación de las máquinas, es necesario que el líder de cada tripulación cuente con una copia de dichos manuales, esto ayudará a implementar tres puntos específicos que ayudarán a la disminución de desperdicio los cuales se detallan a continuación:

- Limpieza e inspección diaria de los equipos, realizando pruebas de corridas con materiales que se consideran desperdicios.

- Ajustes, lubricación, solución de pequeñas fallas de forma diaria que los operarios deben realizar en los equipos, con el objetivo de disminuir la intervención del personal de mantenimiento.
- A cada área se le debe asignar un carretón en perfecto estado y numerado para depositar el desperdicio generado durante el turno, el cual debe pertenecer a una única máquina.

#### **4.2.2 Mantenimiento y mejora del equipo**

Para que el funcionamiento de las máquinas sea el óptimo, se hace necesario que se implemente un plan integral de mantenimiento, este plan debe ser fortalecido con la participación de todo el personal. Debido a los cambios ocasionados en el entorno debido a la globalización, las empresas se ven obligadas a buscar medios que maximicen la eficiencia de sus sistemas productivos.

- Implementación de un programa de TPM

Para que en el mantenimiento de los equipos se involucren todas las personas de una organización, se debe pensar en la implementación de un programa de mantenimiento productivo total o TPM. Un programa de TPM no es un método de mantenimiento orientado únicamente a mecánicos o técnicos, no es un programa de limpieza equipos o simplemente una conceptualización.

TPM busca mas bien, la conservación de los equipos a través de la prevención de fallas por parte de los operarios, esto es la minimización de la intervención del personal de mantenimiento, adicionalmente busca que los mismos operarios realicen reparaciones menores en los equipos.

➤ Definición de TPM (*Japanese Institute of Plant Maintenance, 1989*):

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene todo tipo de pérdidas, en las operaciones de la empresa, es decir cero accidentes, cero defectos y cero fallas en el sistema productivo. Se aplica en todos los sectores productivos, como también administrativos, apoyándose en la participación de todos los integrantes de la organización desde la alta dirección hasta los niveles operativos.

- Mejora del Equipo:

Para lograr el éxito del programa de TPM, se hace necesario realizar el primer paso en cuanto equipo, esto es la revisión completa de los mismos y la reparación de las fallas comunes. Finalmente se hace necesario la adquisición de una báscula que ayude a pesar los desperdicios.

- Revisar la razón por la cual al querer aumentar la velocidad de la corrugadora se genera más desperdicio en esta área.
- Controlar la tensión en los rodillos de la corrugadora para evitar que éstos revienten las fajas.
- Hacer que las calderas proporcionen el vapor necesario para la ducha, haciendo una revisión completa de las tuberías.
- Que siempre funcione al 100% el Roll Stand, realizando una lubricación completa del mismo.

- Verificar que la presión sea la adecuada para que funcione correctamente el aire de los aspiradores y que siempre haya presión de aire, verificando y reemplazando las válvulas.
- Reemplazar las cuchillas por unas nuevas.
- Reparar la falla que se da en el Triplex, realizando una lubricación completa del mismo.
- Adquirir el equipo necesario para poder pesar el desperdicios de cada área, a continuación se presentan las opciones:

➤ Opción 1:

- Báscula SIPESA de piso
- Capacidad 2,500 kilogramos
- Dimensiones 4X4 pies, 4 pulgadas de altura
- Indicador Panther Mettler – Toledo precisión de .5 kg
- Mano de obra

➤ Opción 2:

- Báscula SIPESA de piso
- Capacidad 2,500 kilogramos

- Dimensiones 4X4 pies, 4 pulgadas de altura
- Indicador Hawk Mettler – Toledo precisión de .5 kg
- Mano de obra
  - Opción 3:
- Báscula Mecánica FairBanks Morse (se posee ya la base y el indicador mecánico, el cual no funciona)
- Celda de carga tipo “S”, capacidad 3,000 kilogramos
- Indicador electrónico marca Hawk Mettler – Toledo, (tanto el indicador como la celda realizarán la conversión de la báscula mecánica a digital)
- Mano de obra
  - Desembolso Opción 1 US \$ 2,775.00
  - Desembolso Opción 2 US \$ 2,375.00
  - Desembolso Opción 3 US \$ 725.00

El tipo de cambio es de 7.67 quetzales por cada dólar de los Estados Unidos.

La mejor opción, es adquirir el equipo para realizar la conversión de la báscula mecánica averiada, por una electrónica, la base de la báscula mecánica se encuentra en buen estado y el proveedor recomienda el uso de dicha base, obteniendo así un equipo ideal para poder cuantificar el desperdicio a través del peso. En cuanto a tiempo, el vendedor de las básculas ofrece un plazo de instalación de una semana máximo.

### **4.3 Propuesta de mejora en el proceso de fabricación para la reducción del desperdicio**

A continuación se presentan mejoras a las deficiencias observadas en las distintas áreas de CEGSA, en primer lugar se muestra la forma de cuantificar correctamente el desperdicio, en segundo lugar la manejo de los materiales e insumos poniendo énfasis en la materia prima y por último el almacenamiento del producto terminado. Para lograr disminuir el desperdicio es necesario un manejo adecuado de la materia prima como del producto terminado, además se debe establecer un control estricto de los desperdicios.

#### **4.3.1 Métodos y procedimientos**

Como se muestra en la siguiente fórmula, es necesario establecer un índice el cual se conoce como porcentaje de desperdicio, para lo cual se debe comparar lo desperdiciado sobre lo producido, de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Cantidad desperdiciada}}{\text{Cantidad producida}} = \% \text{ desperdicio}$$

A continuación se propone la forma en que el desperdicio debe ser manejado y cuantificado.

- Manejo de los desperdicios:

1. En todas las áreas productivas de CEGSA debe existir como se muestra en la figura 31 un carretón por turno; debido a que los carretones son grandes, en áreas de bajo volumen como el desperdicio es menor, se deben colocar carretones más pequeños.

Figura 31. **Carretones para el desperdicio**



2. Al personal que corresponda, debe realizar el mantenimiento a los carretones, así como restaurar algunos que actualmente se encuentran en desuso, esto a través de un programa de mantenimiento que debe adicionarse al programa de mantenimiento de máquinas, el cual se muestra en la tabla XXII.

Tabla XXII. Programa de mantenimiento

<b>Mantenimiento a:</b>	<b>Correspondiente a:</b>
Impresoras	Fines de semana Enero y Febrero
Troqueladoras	Fines de semana Marzo y Abril
Acabados	Fines de semana de Mayo
Corrugadora	Mes de Mayo
Carretones	Mes de Mayo
Restaurar carretones	Septiembre

3. El operario de cada máquina debe identificar cada carretón con una “bandera”, en la “bandera” por lo menos debe anotar:

- a) Identificar el número y peso del carretón, para restárselo al peso que indique la báscula, con lo que se obtendrá el peso del desperdicio.
- b) Máquina a la que pertenece el desperdicio.
- c) Turno al que pertenece el desperdicio.
- d) Operario al que pertenece el desperdicio.

4. El operario de la máquina de dónde proviene el desperdicio, no debe ser el que se encargue de transportar el desperdicio hacia la “máquina embaladora”, debido a que se puede perder el control de la máquina a la que corresponde el desperdicio, esto puede ser no intencional o como también puede ser por negligencia.



5. El encargado de transportar el desperdicio de las máquinas hacia la “máquina embaladora” debe ser el operario de embaladora o el operario auxiliar, éste a su vez debe comprobar los datos de la “bandera”, y luego de pesar el desperdicio debe inmediatamente llenar el reporte correspondiente.

6. Nunca lo que indique la pesa será el peso del desperdicio, hay que tomar en cuenta que el carretón tiene un peso, éste debe ser restado para obtener el peso neto del desperdicio.

7. Este control del peso del desperdicio debe ser independiente al control que se lleva de las pacas, éste puede ser llevado en los reportes de producción o en un nuevo formato.

8. Por último, el peso del “trim” no podrá ser cuantificado en la báscula, por lo que para obtener su peso se necesitará hacer una resta, el peso total de las pacas menos el peso de todos los carretones será el peso del “trim”.

- Cuantificación de los desperdicios:

El procedimiento para cuantificar el desperdicio consiste en comparar el peso de lo desperdiciado con el peso de lo producido, para obtener el peso de lo producido se necesita el área en metros cuadrados de la producción, esto se obtiene multiplicando los metros lineales de cada corrida por el ancho que corresponda.

Por cada tipo de flauta y calibre, como se muestra en la tabla XVI, el departamento de calidad establece un peso (grs./m<sup>2</sup>), debido a la forma de

reportar la producción en el área de corrugadora, se hace necesario obtener el peso por área en kilogramos por metro cuadrado.

**Tabla XXIII. Peso del cartón**

TEST	CALIBRE		PESO	
	ESP. MIN.	ESP. STD.	ESP. MIN.	ESP. STD.
NT	0.140	0.147	430	453
125	0.142	0.148	430	453
150	0.145	0.151	476	501
175	0.145	0.151	476	501
200	0.148	0.154	522	549
250	0.153	0.159	617	649
275	0.158	0.164	712	749
P.S.I	PULGADAS		grs./m <sup>2</sup>	

**CARTONES PARED SENCILLA FLAUTA C**

TEST	CALIBRE		PESO	
	ESP. MIN.	ESP. STD.	ESP. MIN.	ESP. STD.
125	0.055	0.057	403	426
175	0.057	0.059	451	474
P.S.I	PULGADAS		grs./m <sup>2</sup>	

**CARTONES PARED SENCILLA FLAUTA E (micro)**

En las flautas C y E mostradas en la tabla XXIV, los primeros valores que no poseen un test (NT=No Test) se consideran con el peso del calibre más pequeño, se sabe que existen flautas desde A hasta E, pero en CEGSA se producen solamente los tipos de flauta C y E (también conocido como micro).

- Ejemplo:

La producción de metros lineales de un día fueron 8,824, el cartón corrugado producido tiene un ancho 1.606 metros, el área sería:

$$8,824 \times 1.606 = 14,171.3 \text{ metros cuadrados.}$$

Los 14,171.3 metros cuadrados producidos, corresponden a la denominación flauta C, de test 125, según los datos de la tabla XXIV, se sabe que el peso por área es: 453 grs/m<sup>2</sup>, para convertir los gramos a kilogramos se dividen los gramos entre mil y se obtiene 0.453 Kgs/m<sup>2</sup>.

Para obtener el peso de 14,171.3 m<sup>2</sup> del tipo 125C, se multiplican los metros cuadrados por el factor 0.453 Kgs/m<sup>2</sup>, con lo que se anulan los m<sup>2</sup> y se obtiene el peso. Ahora con el peso de la producción se puede hacer la comparación con el peso del desperdicio reportado en embaladora, de ese día.

$$\frac{\text{Peso del desperdicio}(300 \text{ Kgs})}{\text{Peso de la producción (6419.6 Kgs)}} = 4.67\% \text{ de desperdicio}$$

En la máquina corrugadora los operarios reportan los metros lineales producidos, así como los anchos, entonces el cálculo anterior se introduce en una fórmula de Excel y se obtiene el porcentaje de desperdicio del área de corrugadora. Esta forma de cuantificar el desperdicio es aplicable a cualquier área, ya que en cualquiera de las mismas se puede calcular el peso de la producción; el porcentaje de desperdicio, será de mucha utilidad al momento de calcular otros tipos de índices como “la eficiencia global de producción o EGP”.

### 4.3.2 Utilización de materiales

Es muy importante adquirir materiales que no generen desperdicios, esto es la idea básica de cero defectos (CEFOF,2006), claro está que esta práctica también debe ser aplicada a las otras tres emes, es decir investigar sobre equipos que no generen desperdicios, desarrollar métodos que no generen desperdicios, y la eficiencia del trabajo de los operarios. Como CEGSA compra la materia prima a una empresa perteneciente al grupo sigma, esto asegura que los materiales utilizados para el proceso no generan desperdicio.

El correcto uso de los materiales corresponde al personal de planta cuando de bodega de materia prima salen los materiales hacia el área de producción, esto significa que se les debe inculcar a las personas una cultura de aprovechamiento de los materiales.

- Acciones que se van a tomar:

- a) El encargado de bodega de materia prima debe revisar que en la descarga de los rollos de papel kraft éstos no se golpeen, y si los mismos vienen golpeados, no los debe aceptar, es decir ingresarlos al almacén.

- b) Hacer el correcto uso de rotación de inventarios, utilizar el método primero dentro primero fuera.

- c) Debe haber una supervisión constante hacia el montacargas y el montacarguista que transporta los rollos, con el fin de evitar como se muestra en la figura 32 que los rollos sufran golpes al ser transportados.

Figura 32. **Supervisión de transporte de rollos**



d) Si los rollos van con muchos golpes, el encargado de corrugadora no debe realizar la corrida con dichos rollos.

e) En la medida de lo posible las láminas que no cumplen con los estándares de calidad, deben ser utilizadas para realizar las pruebas de impresión en las convertidoras, con esto se logra eliminar el desperdicio generado en las pruebas de impresión.

f) Las láminas utilizadas en las pruebas de impresión y las que por sus defectos constituyen desperdicio, deben continuar siendo trituradas, embaladas y vendidas a la empresa que compra las pacas.

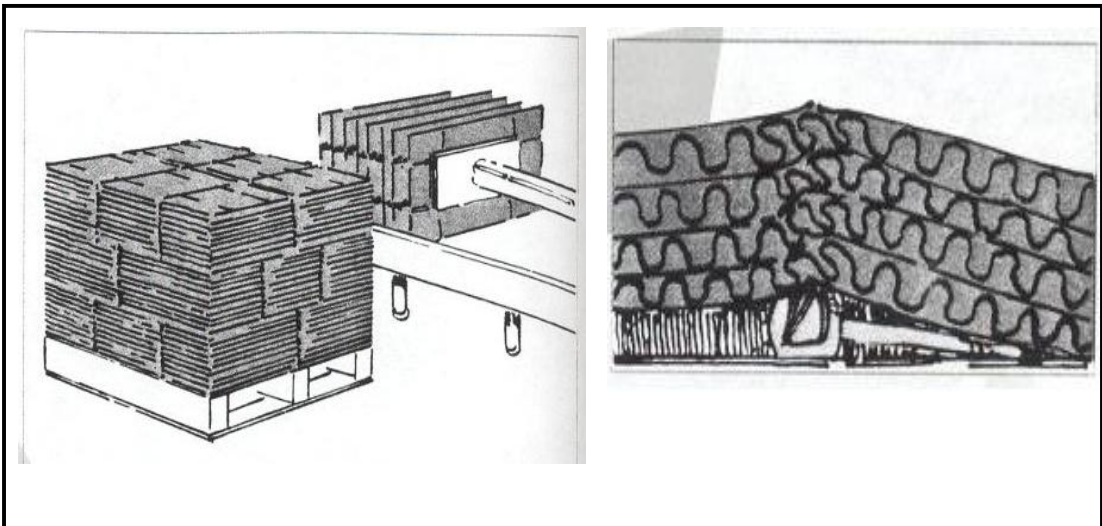
### **4.3.3 Aprovechamiento del espacio**

El manejo adecuado del espacio implica una correcta distribución del producto terminado en los espacios, ya que el proceso de almacenaje juega un papel muy importante en la disminución de los desperdicios. A continuación se presentan mejoras que ayudarán a disminuir los desperdicios mientras el producto se almacena y cuando ya se encuentre almacenado.

- Acciones que se van a tomar:

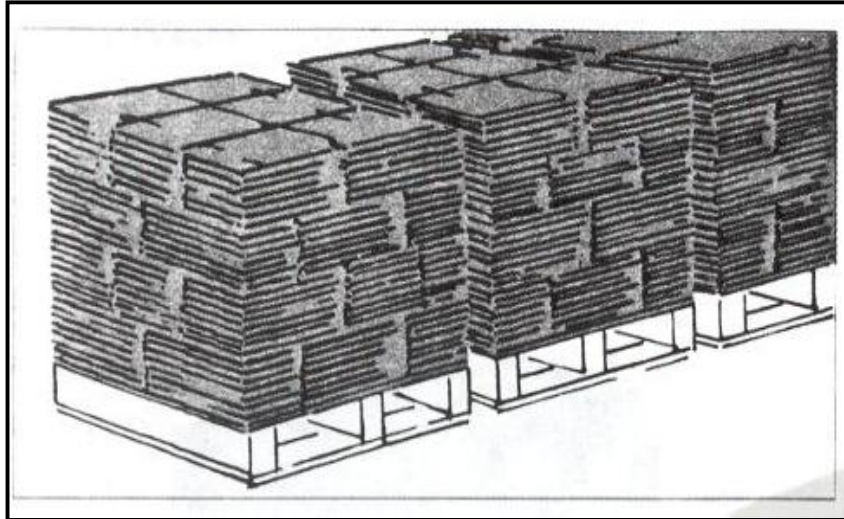
1. Almacenamiento de las cajas en forma plana: las cajas no deben almacenarse en forma vertical, debido a que los bordes como se muestra en la figura 33 son proclives a daños como curvaturas que afectaran su resistencia a la compresión; sobre todo esto ayudará a que las cajas no luzcan deterioradas y que sean devueltas por el cliente.

Figura 33. Almacenamiento de las cajas



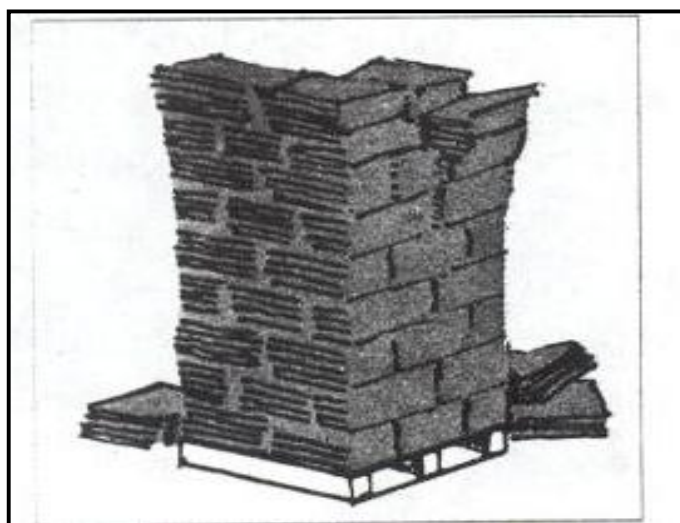
2. Formación de las estibas: como se muestra en la figura 34 se debe alternar la dirección de los bultos, esto permitirá que los palets sean más estables, esto es debido a que las cajas no son totalmente planas debido a las pestañas y otros acabados. En la formación de lotes de láminas, se deben utilizar retazos de cartón el cual puede ser de desperdicio, en el centro de gravedad del palet, esto es un amarre que incrementará la estabilidad.

**Figura 34. Formación de las estibas**



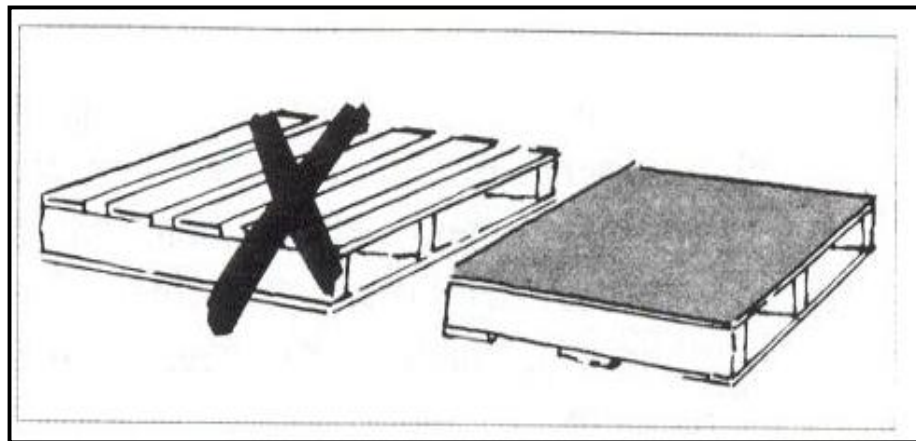
3. Tamaño de las estibas: como se muestra en la figura 35, estibas demasiado altas ocasionarán que el palet caiga al suelo y que el producto sufra daños deteriorando su aspecto, afectando posteriormente a la línea de llenado.

**Figura 35. Tamaño de las estibas**



4. Protección al aplastamiento: cuando se almacena el producto sobre tarimas, éstas deben llevar como se muestra en la figura 36, un colchón también de cartón para distribuir la carga, el mismo puede ser cartón de desperdicio o cartón chip.

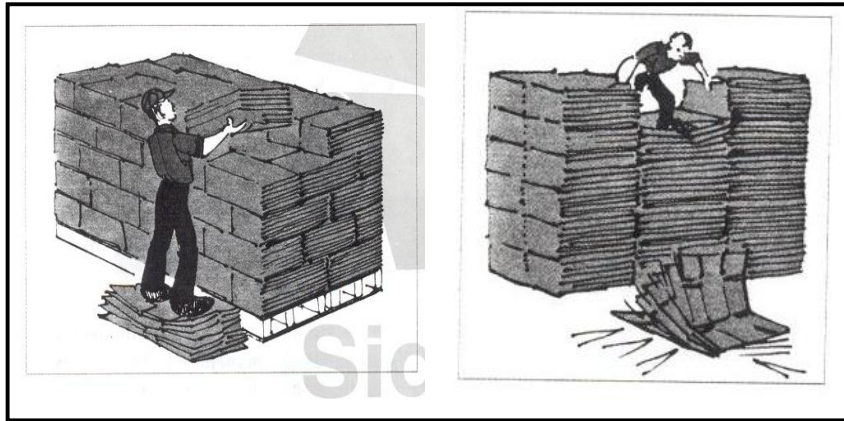
Figura 36. **Protección a utilizar**



5. Cuidado en el manejo de los palets: las cajas deben ser colocadas y por ningún motivo como se muestra en la figura 37 deben tirarse o ponerles cargas extras, ya que las flautas están diseñadas para absorber impactos durante el embalaje de los productos, así cualquier peso como: pararse, sentarse o brincar sobre las cajas afectará la resistencia de las mismas.



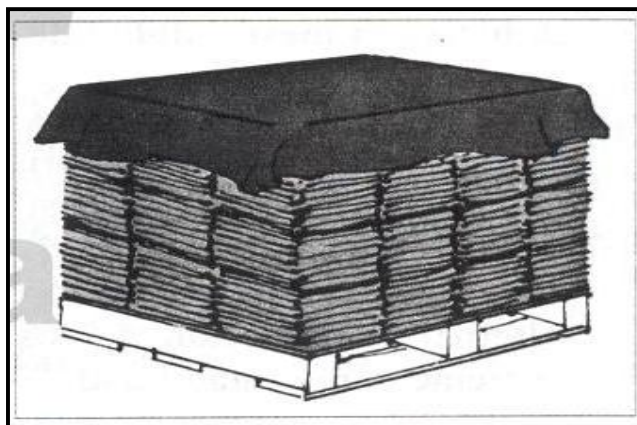
Figura 37. Manejo de las cajas



6. Protección a la humedad: el enemigo número uno del cartón corrugado es la humedad que se concentra principalmente en el piso, así las mismas deben estar colocadas siempre sobre las tarimas.

Al almacenar las cajas en la bodega de producto terminado, como se muestra en la figura 38, se deben tomar las medidas necesarias como la protección de gotas de agua del techo u otros factores, sin olvidar que la exposición al exceso de temperatura también afectará la calidad de las mismas.

Figura 38. Protección a la humedad



## CONCLUSIONES

1. Debido a que no se cuenta con una cuantificación adecuada del desperdicio, se hizo necesario cuantificar el desperdicio a través de un peso, ya que se tornaría dificultoso controlar el desperdicio lámina por lámina, este se realizó gracias a que los diferentes tipos de cartón poseen un peso por metro cuadrado.
2. En la empresa se han llevado a cabo varios programas de mejora para el proceso productivo, pero no se le da el seguimiento necesario, mismo que sucede con el problema del desperdicio.
3. En los distintos procesos para la elaboración de productos de cartón corrugado se genera desperdicio, el cual puede ser controlado al darle la importancia que merece dicha problemática.
4. En todas las áreas se genera desperdicio, pero al no llevar un control de cuanto está generando cada área, existe un desinterés por evitar que suceda el mismo, la solución a esta problemática inicia con una correcta cuantificación.
5. Como existe un desperdicio el cual no puede desaparecer por completo el desperdicio no podría eliminarse por completo, pero al implementar la propuesta de disminución de desperdicio éste podría reducirse a más de la mitad de lo que se esta generando.



## RECOMENDACIONES

1. Se le debe dar .seguimiento al actual programa de TPM, y por ende, al plan de control de desperdicio.
2. Controlado el desperdicio, se deben buscar soluciones que beneficien tanto a la empresa como al trabajador.
3. Dentro de las acciones a tomar por parte de la gerencia, la más importante es la capacitación que se debe dar al personal, sobretodo para que exista un espíritu de trabajo en equipo, esto es el primer paso tomar respecto a las capacitaciones.
4. Las capacitaciones que normalmente se hacen semanalmente deben servir para aumentar las habilidades de los operadores, este es el fin del programa de TPM, así pues se recomienda que un mecánico forme parte de las reuniones semanales y juntamente con el gerente de planta capaciten al personal.
5. Se debe implementar un estudio de tiempos y movimientos orientado con la filosofía *lean*, estos deben ser revisados por lo menos anualmente.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Evans y Lindsay, **La administración y el control de la calidad**, International Thomson Editores, 4ª. Edición, 2004.
2. Kume Hitoshi, **Herramientas estadísticas para el mejoramiento de la calidad** , Colombia, Editorial Norma, 1993.
3. Meyers Fred, **Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil**, México, Pearson Education, 2ª. Edición, 2000.
4. Muralles Cárcamo Moisés, Disminución del desperdicio de materiales de empaque en envases de vidrio, Trabajo de graduación de ingeniería industrial, Universidad de San Carlos 2004.
5. Manual de cartón corrugado. Sigma/Q. 1999.
6. Peláez Álvarez Marina Vanessa, Programa de control y reducción de desperdicio de papel de imprenta de prensas rotativas, Trabajo de graduación de ingeniería industrial, Universidad de San Carlos 2005.
7. 5S's y Generalidades del TPM, **CEFOF**, Centro regional para la productividad, 2006.