



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Re-Diseño en el Desarrollo y Aplicación de un Envase Corrugado  
Parafinado para Uso en Exportación de Mango”

**INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIEROS DE ALIMENTOS**

Presentado por:

Angel Christopher Alarcón Cedeño

Jewston Severo Bravo Trujillo

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2010

# AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y vida para cumplir mis sueños, a mi Familia por estar en las buenas y las malas, a Dayane Vásquez por ser mi inspiración, a la MSc. Sandra Acosta D. por guiarnos en este Proyecto de Tesis, a Jewston Bravo, a el Grupo CARTOPEL y a todos mis amigos.

Angel Alarcón C.

# DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI NOVIA

Angel Alarcón C.

# AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme llegar a estas instancias de mi vida. A mi familia por ser siempre un apoyo incondicional para alcanzar mis metas. A la MSc. Sandra Acosta D. por encaminarnos a la culminación de este proyecto. A mi compañero de tesis y a mis grandes amigos.

Jewston Bravo T

# DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI TIA MICHITA

A TODA MI FAMILIA

Jewston Bravo Trujillo.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Francisco Andrade S.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

MSc. Sandra Acosta D.  
DIRECTORA DE PROYECTO

---

Ing. Carlos Barrera M.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

Angel Alarcón Cedeño

---

Jewston Bravo Trujillo

## RESUMEN

El Proyecto de Graduación fuera de materia tiene como tema a tratar el desarrollo y la aplicación del Re-Diseño de una de caja de cartón corrugado usada como Envase – Embalaje, para La Exportadora RICABERTO S.A. que comercializa mango, el cliente ha solicitado un cambio en el diseño de la caja que se usa actualmente, manteniendo las medidas externas y el test (composición del papel), para lograr disminuir el número de unidades de la fruta de calibre estandarizado por unidad de cartón.

La finalidad es reducir el volumen interior y mantener la caja con el mismo costo. Una vez realizadas las pruebas de diseño, se obtuvo una caja con las mismas medidas externas, menor volumen y con valor agregado aprovechamos al máximo el espacio en la lámina de cartón, reduciendo en un 8% su desperdicio, también con el Re-Diseño se mejoró la resistencia de la caja aumentando el valor de apilamiento de 19 a 20 niveles.

Para el desarrollo de este Re-Diseño se usaron los programas Vector Works 12.0 que realiza trazados de líneas para diseño de planos en dos dimensiones, el programa Impact 4.0 es un software inteligente de simulación de planos en tres dimensiones, la Máquina Sample Maker que elabora prototipos basados en los diseños hechos en los programas antes mencionados, logrando de esta manera un envase – embalaje que será probado en las instalaciones del cliente para definir su factibilidad.



También se realizaron pruebas de resistencia y apilamiento que permitieron certificar que el envase - embalaje de cartón corrugado puede ser apilado en mayor número, lo que significa una ganancia de espacio en las bodegas y en el volumen de exportación del cliente.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	9
1.1. Análisis de la Situación Actual.....	9
1.2. Descripción del Problema.....	16
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivos Generales.....	17
1.3.2. Objetivos Específicos.....	17
1.4. Justificación del Proyecto.....	18
1.5. Metodología Utilizada.....	18

1.5.1. Programa Vector Works 12.0.....	19
1.5.2. Programa Impact 4.0.....	19
1.5.3. Máquina Sample Maker.....	20

## CAPÍTULO 2

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	22
2.1. Caracterización de Materia Prima.....	22
2.2. Pruebas de Control de Calidad de Materia Prima.....	23
2.2.1. Pruebas al Liner y al Corrugado Medio.....	23
2.2.1.1. Prueba RCT: Rigidez (Normas TAPPI 1995).....	23
2.2.1.2. Prueba Test COBB.....	28
2.2.1.3. Prueba Peso Básico.....	34
2.2.1.4. Prueba de Contenido de Humedad.....	37
2.2.1.5. Prueba de Calibre.....	40
2.2.2. Pruebas de Control de Calidad de las Tintas (Flexoagua).....	44
2.2.3. Pruebas de Control de Calidad de la Goma PVA (PoliVinilAcetato).....	49
2.2.4. Pruebas de Control de Calidad de Almidón Perla Regular (fécula de maíz).....	51
2.3. Pruebas de Control de Calidad del Corrugado en Proceso.....	53

2.3.1. Prueba ECT (Norma TAPPI 1995).....	53
2.3.2. Prueba PIN Adhesion.....	55
2.3.3. Prueba de Contenido de Humedad.....	59
2.3.4. Link Test.....	60
2.3.5. Aplicación de la Parafina en el Corrugado Medio.....	63
2.4. Pruebas de Control de Calidad en el Producto Terminado.....	63
2.4.1. BCT: Box Compression Test.....	63

### CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	67
3.1. Caracterización Física de la Estructura Final del Corrugado.....	67
3.2. Adaptación y Re - Ingeniería del Plano Mecánico para el Cartón Corrugado.....	70
3.3. Aplicación del Programa Vector Works 12.0.....	79

### CAPÍTULO 4

4. INGENIERIA DEL PROCESO.....	85
4.1. Comportamiento de la Caja Corrugada después de la Re - Ingeniería.....	85

4.2. Pruebas In-Situ en la Industria del Mango.....	85
4.2.1. Prueba de Apilamiento.....	85
4.2.2. Prueba de Resistencia.....	86
4.3. Costo.....	87

## CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
--	----

## GLOSARIO

## BIBLIOGRAFÍA

## APÉNDICES

## ABREVIATURAS

BCT	Box Compression Test
°C	Grados Centígrados
cm	Centímetros
cm <sup>2</sup>	Centímetros cuadrados
ctvs.	Centavos
ctvs/Kg	Centavos por kilogramo
Fig.	Figura
g	Gramos
g/m <sup>2</sup>	Gramos por metros cuadrados
g H <sub>2</sub> O/m <sup>2</sup>	Gramos de agua por metro cuadrado
H	Humedad
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
min	Minutos
mg	Miligramos
ml	Mililitros
mm	Milímetros
lbf	Libras fuerza
pH	Potencial de hidrogeno
PVA	Acetato de Polivinilo
pulg.	Pulgada
RCT	Ring Crush Test
R	Resistencia
Seg.	Segundos
TAPPI	Sociedad de Científicos e Ingenieros del Papel y Corrugados
ACCCSA	Asociación de Corrugadores del Caribe, Centro y Sur América

## SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
+/-	Más – Menos
>	Mayor que
<	Menor que
#	Número
=	Igual
\$	Dólares
Pf	Peso Final
Pi	Peso Inicial

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura A	Diagrama de Operaciones para la Exportación de Mango.....	6
Figura 1.1	Cartón corrugado.....	10
Figura 1.2	La Fabricación del Cartón Corrugado.....	12
Figura 1.3	Tipos de Cartón Corrugado.....	13
Figura 2.1	Equipo Crush Tester HD.....	24
Figura 2.2	Accesorio de forma redonda con una ranura circular en el centro para prueba RCT.....	25
Figura 2.3	Dispositivo para medir el Número de COBB.....	30
Figura 2.4	Balanza electrónica.....	34
Figura 2.5	Micrómetro.....	41
Figura 2.6	Hand Proff y Carta de colores GCM.....	44
Figura 2.7	Copa Zahn.....	46
Figura 2.8	pH metro.....	48
Figura 2.9	Copa Stein Hall.....	50
Figura 2.10	Crush Tester HD.....	53
Figura 2.11	Dispositivo en forma de peinetas para prueba PIN Adhesion.....	56
Figura 2.12	Balanza para prueba Link Test.....	61
Figura 2.13	Máquina para compresión de la caja BCT.....	64
Figura 2.14	Gráfica de Esfuerzo en Prueba BCT para Diseño anterior de caja.....	65
Figura 2.15	Gráfica de Esfuerzo en Prueba BCT para Nuevo Diseño de caja.....	66
Figura 3.1	Modelo de Diseño 1.....	68
Figura 3.2	Modelo de Diseño 2.....	68
Figura 3.3	Esquinero Externo.....	69
Figura 3.4	Parte del esquinero adaptado a la caja.....	71
Figura 3.5	Diseño de Caja de la Propuesta Anterior.....	73
Figura 3.6	Foto del Diseño de Caja Propuesta Anterior.....	74
Figura 3.7	Diseño de Caja Final de Nueva Propuesta en Programa Vector Works 12.0.....	75
Figura 3.8	Modelación en el Plano de tres dimensiones de Programa Impact 4.0.....	76
Figura 3.9	Diseño de Caja Armada en Programa Impact en tres dimensiones.....	77
Figura 3.10	Foto de la Propuesta de Diseño de Caja Armada.....	78
Figura 3.11	Programa Vector Works 12.0.....	80
Figura 3.12	Programa Impact 4.0.....	84
Figura 4.1	Paletizado de Bandeja PLAFORM de Mango.....	86



## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla A	Estacionalidad de la Oferta Mundial de Mangos.....	1
Tabla B	Nutrientes del Mango.....	5
Tabla 1.1	Ondas o Flautas del Cartón Corrugado.....	11
Tabla 2.1	Composición del Corrugado Test 200 Doble Pared.....	22
Tabla 2.2	Especificaciones de prueba RCT para liner 175 g Kraft.....	26
Tabla 2.3	Especificaciones de Número de COBB para liner 175 g Kraft.....	31
Tabla 2.4	Especificaciones de Número de COBB para liner 140 g Kraft.....	31
Tabla 2.5	Número de COBB para liner 175 g obtenido en el Laboratorio.....	32
Tabla 2.6	Número de COBB para liner 140 g obtenido en el laboratorio.....	32
Tabla 2.7	Número de COBB para liner 175 g obtenido en el Laboratorio.....	33
Tabla 2.8	Número de COBB para liner 140 g obtenido en el Laboratorio.....	33
Tabla 2.9	Especificaciones de Gramaje para liner 175 g Kraft.....	35
Tabla 2.10	Pruebas de Gramaje realizadas a la materia prima del diseño de caja anterior obtenido en el laboratorio.....	36
Tabla 2.11	Pruebas de Gramaje realizadas a la materia prima del nuevo diseño de la caja obtenido en el laboratorio.....	37
Tabla 2.12	Especificaciones de Humedad para liner 175 g Kraft....	38
Tabla 2.13	Humedad Obtenida en el laboratorio.....	39
Tabla 2.14	Humedad Obtenida en el laboratorio.....	40
Tabla 2.15	Especificaciones de Calibre para liner 175 g Kraft.....	42
Tabla 2.16	Pruebas de Calibre realizadas a la materia prima del diseño de caja anterior.....	43
Tabla 2.17	Pruebas de Calibre realizadas a la materia prima del nuevo diseño de la caja .....	43
Tabla 2.18	Especificaciones para prueba ECT.....	54
Tabla 2.19	Especificaciones para prueba PIN Adhesion Flauta “C”	57
Tabla 2.20	Especificaciones para prueba PIN Adhesion Flauta “B”	58
Tabla 2.21	Prueba BCT al diseño de la caja anterior.....	65
Tabla 2.22	Prueba BCT al diseño de la nueva propuesta de caja	66
Tabla 3.1	Cuadro Comparativo de Áreas Totales de la Caja	

	Abierta.....	71
Tabla 3.2	Cuadro Comparativo del volumen interno de las cajas	72
Tabla 3.3	Medidas Internas del Nuevo Diseño de Cartón Corrugado.....	79
Tabla 4.1	Costo de los Troqueles.....	91
Tabla 4.2	Costo por Caja de Cartón Corrugado.....	93

## INTRODUCCIÓN

Actualmente Ecuador se encuentra dentro de los principales exportadores de mangos, y el empaque tiene un papel importante en el aseguramiento de la calidad de esta fruta. Más aún siendo el caso de la frutihorticultura donde el envase es el embalaje.

Tomando en cuenta que la producción de mango en el país es de estación invernal, como muestra la Tabla A: los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero representan la estacionalidad del mango, por lo tanto es necesario aprovechar al máximo la producción ya que el mercado internacional es cada vez más exigente, y se necesitan innovaciones constantes en el envase – embalaje para aprovechar la calidad del mango por caja.

**Tabla A**  
**Estacionalidad de la Oferta Mundial de Mangos**

Países	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sudáfrica												
Ecuador												
Perú												
Brasil												
Guatemala												
Honduras												
Costa Rica												
Mexico												
Filipinas												
Pakistan												
India												
Israel												

GRUPO CARTOPEL. Manejo adecuado de las cajas para obtener un máximo beneficio. 2007. (1)

La Tabla A indica las diferentes estaciones del año donde se producen los mangos a nivel mundial. Como se observa en la Tabla A el país produce mango durante cuatro meses del año: de Octubre a Enero.

El mango es una fruta muy versátil, se puede industrializar de muchas maneras y además exportarse como mango propiamente dicho.

Las variedades de mangos ecuatorianos a exportar son: Tommy Atkins (60%), Haden, Kent y Ataulfo. Esta exótica y apetitosa fruta es empacada en cajas de cartón corrugado que contienen 4 kilos de mangos y son exportados principalmente a Estados Unidos, a la Comunidad Europea y a México. El grupo CARTOPEL aporta con los envases para dicha exportación como su único proveedor, siendo las cajas de cartón corrugado parafinado de doble pared producidas en la Máquina Corrugadora Troqueladora T.C.Y. en la planta ubicada en la ciudad de Cuenca y posteriormente armada en la Máquina PLAFORM. (1)

### **Variedades de Mango Ecuatoriano:**

El mango, es una reconocida fruta tropical exótica, se consume mayormente como fruta fresca, pero también puede ser utilizado para preparar mermeladas y

confituras, además de sus grandes cualidades alimenticias, el mango Ecuatoriano se destaca por su excelente calidad y exquisito sabor. (1)

Las variedades que se cultivan en el Ecuador son las siguientes:

### **Tommy Atkins**

Es originaria de La Florida, del Haden. Es una fruta de 13 cm de largo y 450 a 700 gramos de peso, con forma ovoide a casi redonda, color con base morado a rojizo, bastante resistencia a los daños mecánicos debido a la cáscara gruesa, carece de fibra, tiene buen sabor y de pulpa jugosa.

### **Haden**

Es una de las más antiguas de Florida, que se originó de la variedad "Mulgoba". Es una fruta grande de 14 cm. de largo y 400 a 600 gramos de peso, de forma ovoide, redondeada con fondo de color amarillo, sobre color rojizo con numerosas lenticelas de color blanco. La pulpa es jugosa, casi sin fibra con sabor ligeramente ácido y de buena calidad.

### **Kent**

Se originó de la variedad "Brooks", la que a su vez proviene de la variedad "Sandersha". Es una fruta grande que llega a 13 cm. o más de longitud, con un peso promedio de 680 gramos. Tiene una forma ovoide, más bien llena y

redondeada con color base verde amarillento y sobre color rojo oscuro, numerosas lenticelas pequeñas y amarillas. Además tiene pulpa jugosa, sin fibra, rica en dulce y calidad de muy buena a excelente.

### **Keitt**

Se originó de una semilla de “Mulgoba”, alrededor de 1929 en Florida. La fruta crece hasta 12 cm. y pesa de 600 a 700 gramos, su forma es ovalada, con color base amarillo con numerosas lenticelas pequeñas, la pulpa es jugosa y dulce.

### **Valor Nutritivo del Mango**

Las cantidades nutritivas del mango le permiten competir con una gran variedad de frutas tropicales. A excepción del aguacate, ninguna otra fruta aporta tantos nutrientes como el mango, debido al alto contenido de carbohidratos, buen contenido de pro-vitamina A, vitamina B - Tiamina, Riboflavina, Niacina y Ácido Ascórbico, pocas cantidades de Calcio, Hierro y Fósforo; no obstante, debe mencionarse que la composición química varía con su estado de desarrollo, la variedad y las condiciones de cultivo.

Los frutos del mango constituyen un valioso suplemento dietético, pues es muy rico en vitaminas A y C, minerales, fibras y anti-oxidantes; siendo bajos en calorías, grasas y sodio. Su valor calórico es de 62-64 calorías/100 g de pulpa.

En la siguiente tabla se muestra el valor nutritivo del mango en 100 g de parte comestible. (1)

**Tabla B**  
**Nutrientes del Mango**

COMPONENTES	VALOR MEDIO
Agua (g)	81.8
Carbohidratos (g)	16.4
Fibra (g)	0.7
Vitamina A (U.I.)	1100
Proteínas (g)	0.5
Ácido ascórbico (mg)	80
Fósforo (mg)	14
Calcio (mg)	10
Hierro (mg)	0.4
Grasa (mg)	0.1
Niacina (mg)	0.04
Tiamina (mg)	0.04
Riboflavina (mg)	0.07

GRUPO CARTOPEL. Manejo adecuado de las cajas para obtener un máximo beneficio. 2007. (1)

El proceso que se realiza según los estándares de exportación del mango son los descritos a continuación en la Figura A.

**Figura A**  
**Diagrama de Operaciones para la Exportación de Mango**



ASOEMBALAJE. Manual sobre el Empaque de Frutas Frescas y Vegetales. 1990

### **Recepción:**

Una vez que llega la fruta a la planta de empaque pasa por una evaluación de la autoridad sanitaria local quien realiza un protocolo de corte para evaluar la calidad fitosanitaria de la fruta.

### **Lavado:**

A continuación la fruta pasa por dos tinas de lavado; proceso con el cual eliminamos el polvo y resina que pueda traer la fruta del campo. Se pone especial atención a la calidad y origen del agua de lavado, la cual es potable a fin de cumplir con estrictas normas de inocuidad asegurando así misma la sanidad de la fruta.



**Calibrado (Selección y Clasificación):**

Luego de esto el mango recibe un proceso de desinfección, lavado y secado quedando libre para ingresar a la calibradora electrónica, la cual ordena al mango, en función de su peso, en calibres que van desde el cinco hasta el catorce. El calibre del mango está relacionado al número de mangos que caben en una caja de 4 Kg. por ejemplo el calibre ocho refiere a que ocho mangos completan la caja.

**Hidrotérmico:**

Una vez seleccionada la fruta, esta es almacenada en rejas de plástico y transportadas al área de carga de las jaulas, en las cuales pasarán por el tratamiento hidrotérmico. Cada jaula tiene capacidad para 192 rejas de unos 27 Kg. de frutas aproximadamente. Cuando se ha llenado la jaula; esta se eleva y se transporta por medio de una grúa viajera hasta el área de las tinas de tratamiento hidrotérmico. El tratamiento hidrotérmico es un proceso por el cual se sumerge la fruta en agua caliente por periodos de tiempo que varían dependiendo del tamaño de la fruta. Los tiempos van desde 65.75 a 90 minutos a una temperatura de 46.1°C.

**Encerado:**

Al lavarse el mango pierde su capa natural de cera, pero puede adicionarse una capa de cera artificialmente; esa capa debe tener un grosor y una permeabilidad

adecuada, para no crear condiciones anaerobias dentro del fruto. Esta práctica aumenta la vida útil del fruto, proporciona al fruto características especiales de brillo, reduce las pérdidas de peso en post – cosecha, proporciona protección contra organismos que causan la putrefacción y mejora los beneficios de comercialización.

**Etiquetado:**

Consiste en colocar etiquetas con el logo de la empresa a cada uno de los mangos previamente encerados.

**Encajado:**

Se colocan los mangos dentro de la caja en la cantidad que el calibre permita, los tipos de cajas a usar son: autoarmables y cajas pegadas en máquina.

**Paletizado:**

Luego del encajado, las cajas pasan al pallet para así ser apiladas de acuerdo a la especificación del fabricante de la caja de cartón.

**Refrigerado:**

Esta es la etapa final del largo proceso del mango y su principal función es la conservación del mismo a la temperatura de 13°C. (4)

# CAPÍTULO 1

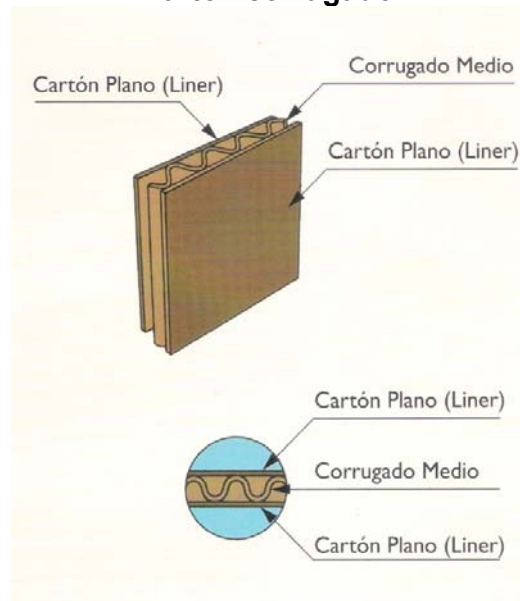
## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Análisis de la Situación Actual

El cartón corrugado se compone de tres elementos: dos caras de CARTON PLANO o LINERS separados entre sí por un núcleo de papel corrugado en forma de onda denominado CORRUGADO MEDIO (Ver Fig. 1.1).

Una de las caras conforma el exterior de la caja y sobre su superficie plana y rígida se imprime, con diferentes técnicas, estilos y colores, la identificación y marca del producto a contener. La otra cara forma el interior de la caja. (1)

**Figura 1.1**  
**Cartón corrugado**



GRUPO CARTOPEL. Manejo adecuado de las cajas para obtener un máximo beneficio. 2007. (1)

El número y tamaño de arcos por pie lineal que contienen las láminas de cartón corrugado son las flautas (Ver Tabla 1.1), y estas determinan su calibre, así pues, se tiene la flauta tipo A que es la más ancha, pasando por la C que es considerablemente más delgada; la B que es similar a la C pero en menor calibre. Siguen las flautas E ,F y G (desarrolladas en años recientes) que entran en las categorías de lo que se conoce con el nombre de flautas micro corrugadas, nombradas así por el mínimo tamaño que se logra en sus arcos a la hora de su corrugación.

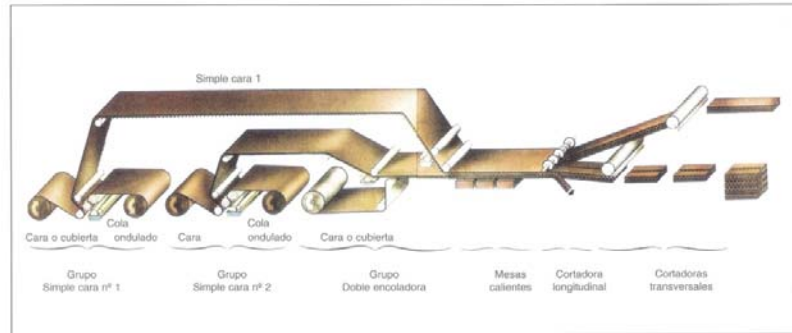
**Tabla 1.1**  
**Ondas o Flautas del Cartón Corrugado**

Perfil del ondulado	Calibre del cartón ondulado en mm.	Paso en mm.	Número de canales por metro	Coefficiente de ondulación
Onda grande (canal A)	5 mm aprox.	> 8	110 a 116	1,48 a 1,52
Onda mediana (canal C)	4 mm aprox.	7 a 8	123 a 137	1,41 a 1,45
Onda pequeña (canal B)	3 mm aprox.	6 a 7	152 a 159	1,33 a 1,36
Micro-canal (canal E)	2 mm aprox.	< 4	294 a 313	1,23 a 1,30

ACCCSA. El Cartón Ondulado. 1999. (2)

Para la elaboración del CARTON CORRUGADO, primero se moldea el papel onda y luego pasa entre dos masas dentadas, similares a un par de piñones, formando un infinito número de ondas inmediatamente después, los cartones planos son pegados a ambos lados de estas ondas obteniendo una estructura con elevada resistencia y rigidez en relación a su peso (Ver Fig. 1.2).

**Figura 1.2**  
**La Fabricación del Cartón Corrugado**



ACCCSA. El Cartón Ondulado. 1999. (2)

### **Tipos de Cartón Corrugado:**

**Single face:** Es una lámina de papel liner pegado a otra lámina ondulada, es usado principalmente para envolver objetos.

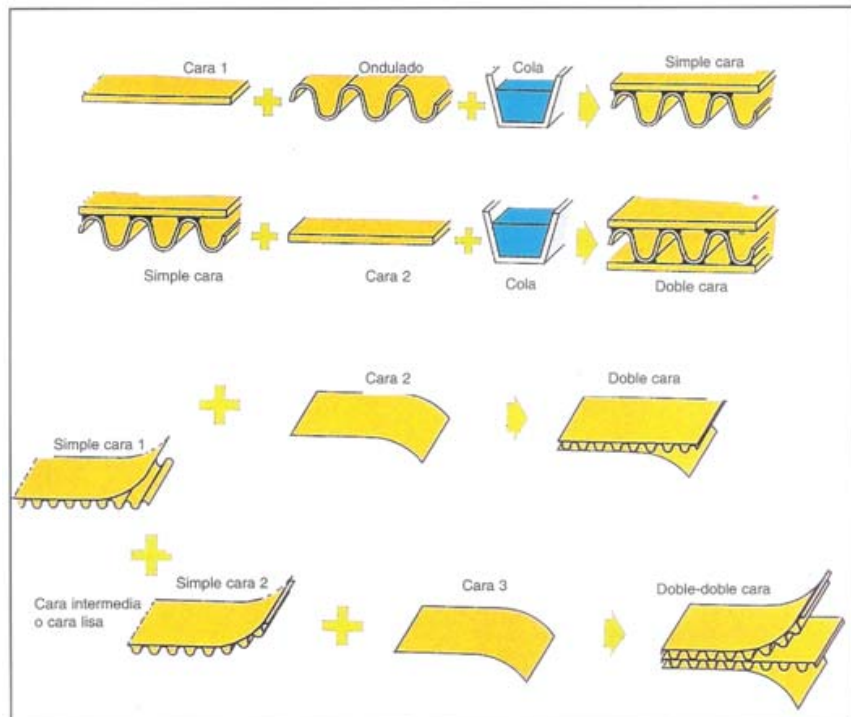
**Single Wall:** Son dos láminas de papel liner pegadas a las dos superficies de una lámina ondulada. Es la más usada dentro de la industria del empaque corrugado.

**Double Wall:** Es el resultado de tres liners (láminas de papel planas) más dos láminas onduladas pegadas en medio de las tres primeras. Este tipo de cartón es muy resistente, y es usado generalmente para artículos de peso considerable (Ver Fig. 1.3).

**Triple Wall:** Es el resultado de cuatro liners (láminas de papel planas) más tres láminas onduladas pegadas en medio de las cuatro primeras. Es un cartón sumamente resistente, concebido

para artículos y tareas que involucran pesos extremos. El cartón corrugado Single wall y Double wall constituyen la mayor parte de la producción. El Triple wall se reserva para usos específicos. (2)

**Figura 1.3**  
**Tipos de Cartón Corrugado**



ACCCSA. El Cartón Ondulado. 1999. (2)

### **Presentación de la Empresa:**

La Empresa GRUPO CARTOPEL, Corrugador Guayaquil fue fundada el 5 de Febrero de 1997, las instalaciones de la Planta están situadas en lo que fue la Empresa Policartón S.A.

Esta empresa es parte de un grupo empresarial llamado “Grupo CARTOPEL” que tiene su principal en la Ciudad de Cuenca, y está ubicada en la Av. Cornelio Veintimilla y Carlos Tosi (Parque Industrial). Denominado así mismo CARTOPEL, posee empresas como: Corrugador Cuenca, Corrugador Guayaquil, Cartosursa (Guayaquil, Machala, Quito, Ambato y Cuenca), Esursa y Cartones Villamarina CARVIMSA (Lima – Perú). La empresa Corrugador Guayaquil está localizada en la Provincia del Guayas Ciudad de Guayaquil, ubicada en el sector industrial de la Cdla. Prosperina Av. Primera y Calle Cuarta alrededor del Km. 6 ½ de la Vía Daule.

Posee una extensión de terreno de 21000 m<sup>2</sup> de los cuales 800 m<sup>2</sup> están construidos, además consta con todos los servicios básicos importantes y su ubicación fue seleccionada adecuadamente ya que desde Guayaquil se tramitan las negociaciones para el sector bananero.

El grupo CARTOPEL diseña también cajas para la exportación de piñas, papayas, flores y banano. Los tipos de caja según el diseño que maneja La Máquina Corrugadora son los siguientes: Caja Regular, Caja Telescópica, Caja Especial a Troquel y Bandejas Autosellables.



**Definición del Tipo de Organización:**

La empresa GRUPO CARTOPEL, posee un tipo de organigrama funcional, las actividades que cumple el personal es dependiente del puesto de trabajo y por su jerarquía.

La descripción orgánica de la Empresa Grupo CARTOPEL cuenta con una buena estructura organizacional.

En el primer nivel del organigrama está ubicada la Junta de Accionistas (Grupo Víctor Mersalles) donde se definen las políticas de todo el Grupo Corporativo, a la cual pertenece esta empresa, luego se tiene un Directorio en donde se toman las decisiones generales de las empresas a continuación esta la Gerencia General (Ing. Rafael Simons) quien asume las responsabilidades ante el directorio del Grupo empresarial. Los Gerentes de Ventas, Recursos Humanos y de Planta, son los que planifican y desarrollan los procesos operativos de producción y mantenimiento de la empresa, luego por jerarquía están los Superintendentes de Producción y Mantenimiento junto a los Jefes de Control de Calidad, Mantenimiento, Despachos e Ingeniería de Empaques en un tercer y cuarto nivel quienes velan que lo anterior se cumpla dentro de la empresa.

Para la supervisión, control e inspección de las actividades y operaciones de la empresa está el personal de mandos medios, como lo son: Supervisores, Asistentes y Auditores ubicados en un cuarto nivel esta el personal de planta y mantenimiento tales como: Operadores, Mecánicos, Electricistas, Montacarguistas, Estibadores y personal de servicios varios. (3)

## **1.2. Descripción del Problema**

El empaque que utiliza el cliente RICABERTO S.A. para la exportación de mango, es el cartón corrugado de doble pared Blanco en Test 200, este corrugado se paletiza de acuerdo a las dimensiones de la caja y el destino del producto.

El problema científico o profesional planteado, es la aplicación de un Re – Diseño de la caja de cartón corrugado parafinado, manteniendo las medidas externas y reduciendo el volumen interno de la misma. Con esta reducción además de cumplir con los requerimientos del cliente, se disminuye el desperdicio de cartón por caja a fabricarse. El parafinado es usado en muchas corrugadoras para asegurar el desempeño de la caja en condiciones de alta humedad. La aplicación debe medirse al inicio del proceso y debe de estar entre 5 y 7 g/m. Deben

controlarse la temperatura de la parafina y la distancia del rodillo aplicador a la lámina de cartón.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivos Generales**

El cliente RICABERTO S.A. requiere un cambio en el cartón corrugado parafinado que utiliza para exportar mangos, manteniendo iguales las medidas externas de la caja que se usa actualmente sin modificar la calidad del corrugado.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Se desarrollara una caja de cartón corrugado parafinado usada como envase - embalaje reduciendo el volumen interno de la misma, para que contengan 9 mangos en lugar de 10 que actualmente se empaca, manteniendo las medidas externas de apilamiento y de esta forma el cliente pueda obtener mayores ganancias ya que en el exterior se venden los mangos por cajas.

## **1.4. Justificación del Proyecto**

El Grupo CARTOPEL requiere un nuevo diseño de cartón corrugado parafinado de doble pared como empaque para mangos de exportación, este diseño tiene como principal característica la reducción del volumen interno manteniendo el mismo precio e igual área externa de la caja, con lo cual aseguramos la disminución de la cantidad de mangos que van en cada caja, esto significa una ganancia para el cliente RICABERTO S.A.; ya que en el mercado externo, ellos desean reducir el número de mangos utilizando la misma caja.

## **1.5. Metodología utilizada**

Para diseñar una caja es necesario realizar un estudio completo sobre las características del producto y las condiciones en que se desempeñará la caja. Con esta información se obtiene la mejor solución estructural en términos de dimensiones, formas, optimizando los recursos materiales y económicos de manera que se cumplan con las especificaciones establecidas y aprobadas por el cliente, el siguiente paso es la utilización de los programas que contribuyen en el diseño de la caja.

Se usaron como base del desarrollo para el Re – Diseño los programas: Vector Works 12.0 e Impact 4.0 y la Máquina Sample Maker que elabora prototipos (muestras para los clientes), luego se aplicaran los controles de calidad para la liberación del corrugado. Finalmente se hicieron pruebas en la Planta Exportadora para verificar la factibilidad del proyecto en cuanto a su estructura y apilamiento armado.

#### **1.5.1. Programa Vector Works 12.0**

Es un programa de diseño de trazado de líneas más antiguo en comparación con el Programa Impact 4.0, que permite realizar planos de diferentes índoles en dos dimensiones, que van a ser trasladados por medio de una red a La Máquina Sample Maker, la cual reproduce los planos en las láminas de cartón.

#### **1.5.2. Programa Impact 4.0**

Este programa permite diseñar planos en los tres ejes (x,y,z); es decir, en tres dimensiones, además posee una función que permite simular el armado de la caja en tres dimensiones y en todas las vistas posibles, con esto

logramos observar si la caja tiene un correcto ensamblaje, luego de esto se envía el diseño a la Máquina Sample Maker a través de la red para reproducir nuestro plano en un prototipo de tamaño y medidas reales.

### **1.5.3. Máquina Sample Maker**

Este dispositivo produce muestras de diseño de cajas en tamaño real en láminas de cartón corrugado, ubicándose primero en un punto de origen por medio de un sensor, luego marca el límite del diseño en la lámina de cartón corrugado, se procede a realizar los dobleces o scores del diseño, luego los cortes punteados (troqueles) y los slots (ranuras) por medio de la cuchilla que se puede calibrar en varias medidas según nuestra necesidad. La Máquina Sample Maker que se encuentra en el Departamento de Ingeniería de Empaques en Corrupac (Cartopel Guayaquil) se especializa sólo en hacer muestras de cartón corrugado virgen para entregar a los clientes y ellos comprueben que sus requerimientos fueron atendidos satisfactoriamente y luego solicitarán al

vendedor su pedido y estos a su vez a producción para que realicen el planeamiento del mismo. Además se puede graficar varios dibujos o imágenes en alta precisión en dicha lámina. Todo se realiza con un sistema adicional de presión al vacío que adhiere la lámina de cartón corrugado que se va a utilizar contra la mesa para que el proceso sea óptimo.

# CAPÍTULO 2

## 2. PRUEBAS EXPERIMENTALES.

### 2.1 Caracterización de la Materia Prima

Para la fabricación del cartón corrugado se utilizó papeles con diferentes gramajes para otorgarle mayor resistencia al cartón corrugado. Para este diseño se utilizó el cartón de TEST 200 DOBLE PARED que le proporcionó una fuerte protección y estabilidad al contenido del cartón y que fue desarrollado principalmente de un 70% de papel reciclado y un 30 % de papel virgen.

El TEST 200 DOBLE PARED está compuesto de 5 papeles con diferentes gramajes, utilizando la siguiente composición:

**Tabla 2.1**

**Composición del Corrugado Test 200 Doble Pared**

<b>Liner (g)</b>	<b>Medium "B" (g)</b>	<b>Liner (g)</b>	<b>Medium "C" (g)</b>	<b>Liner (g)</b>
175	140	140	140	175

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010.



La tabla 2.1 muestra la composición del corrugado: en el liner exterior se utilizó papel de 175 g de espesor, el médium flauta “B” se utilizó papel de 140 g de espesor, el liner central (une flauta “B” con la flauta “C”) se utilizó papel de 140 g de espesor, el médium flauta “C” se utilizó papel de 140 g de espesor, y el liner interior se utilizó papel de 175 g de espesor.

## **2.2 Pruebas de Control de Calidad en la Materia Prima**

### **2.2.1 Pruebas al Liner y al Corrugado Medio**

- RCT: Rigidez
- Prueba Test COBB
- Peso básico
- Contenido de Humedad
- Calibre

#### **2.2.1.1 Prueba RCT: Rigidez**

Esta prueba conocida también como Ring Crush (Compresión del anillo) consiste en una compresión vertical al liner de papel para

determinar la resistencia del papel al aplastamiento.

**Equipos:**

- Crush Tester HD
- Accesorio de forma redonda con una ranura circular en el centro para prueba RCT

**Figura 2.1**

**Equipo Crush Tester HD**



**Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010.

**Figura 2.2**

**Accesorio de forma redonda con una ranura circular en el centro para prueba RCT**



**Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010.

**Procedimiento:**

Se obtuvo una muestra de 12 cm por 5 cm de papel con que se produce el corrugado doble pared ( liner y corrugado) y se lo colocó en el accesorio para RCT (fig. 2.2 ), el accesorio junto con la muestra se introdujo en el Equipo Crush Tester HD (fig. 2.1 ), en donde fue sometido a un aplastamiento de forma perpendicular al papel y que proporcionó datos con respecto a la resistencia a la compresión vertical.

**Especificaciones de acuerdo a las Normas TAPPI  
para prueba RCT**

**Tabla 2.2**

**Especificaciones de prueba RCT para liner 175 g  
Kraft**

<b>Rollo 175 g</b>	<b>RCT (lbf)</b>
Límite mínimo	72
Promedio	74
Límite máximo	76

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010.

**Especificaciones de prueba RCT para liner 140 g  
Kraft:**

$$RCT = 40 \text{ lbf}$$

**Especificaciones de prueba RCT para corrugado  
140 g Kraft**

$$RCT = 38 \text{ lbf}$$

**Prueba RCT realizada a la materia prima del  
Diseño de Caja anterior**

**Prueba RCT obtenida en el laboratorio para liner  
175 g Kraft:**

$$RCT = 74.6 \text{ lbf}$$

**Prueba RCT obtenida en el laboratorio para liner  
140 g Kraft:**

$$RCT = 40.7 \text{ lbf}$$

**Prueba RCT obtenida en el laboratorio para  
corrugado 140 g Kraft:**

$$RCT = 40.16 \text{ lbf}$$

**Prueba de RCT realizada a la materia prima del  
Nuevo Diseño de la Caja**

**Prueba RCT obtenida en el laboratorio para liner  
175 g Kraft:**

$$\text{RCT} = 75.3 \text{ lb f}$$

**Prueba RCT obtenida en el laboratorio para liner  
140 g Kraft:**

$$\text{RCT} = 42.6 \text{ lb f}$$

**Prueba RCT obtenida en el laboratorio para  
corrugado 140 g Kraft:**

$$\text{RCT} = 40.1 \text{ lb f}$$

#### **2.2.1.2 Prueba Test COBB**

La absorción de agua (valor COBB) consiste en determinar la masa de agua absorbida en una muestra de papel en un determinado tiempo de contacto con el agua. El proceso permite conocer la

influencia sobre la absorción de tintas de flexo agua durante el proceso de impresión, la penetración del adhesivo de corrugado así como también la capacidad de absorción de humedad. Su valor depende del grado de encolado del papel, porosidad y tratamientos superficiales que influye directamente sobre la calidad del papel.

**Equipos:**

- Dispositivo de acero inoxidable con forma anillo circular ajustable a una base por medio tornillos para fijar la muestra de papel y medir el número de Cobb
- Balanza electrónica

**Figura 2.3****Dispositivo para medir el Número de COBB**

**Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010

**Procedimiento:**

Se tomó una muestra de papel de 14 cm por 14 cm, se pesó inicialmente y se colocó en el dispositivo para medir el número de Cobb (Fig. 2.3), este dispositivo cumplió la función retener el agua durante un tiempo de 120 seg. (2 min.). Posteriormente se obtuvo el peso final y se estableció el número de Cobb dado por la diferencia de pesos.

$$\#COBB = Pf - Pi$$



**Especificaciones de acuerdo a las Normas TAPPI  
para Pruebas de Número de COBB**

**Tabla 2.3**

**Especificaciones de Número de COBB para liner  
175 g Kraft**

<b>Rollo 175 gr</b>	<b>Número de COBB (g H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>)</b>	
	<b>TOP</b>	<b>BACK</b>
Límite mínimo	32	41
Promedio	35	43
Límite Máximo	40	44

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Tabla 2.4**

**Especificaciones de Número de COBB para liner  
140 g Kraft**

<b>Rollo 140 g</b>	<b>Número de COBB (g H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>)</b>	
	<b>TOP</b>	<b>BACK</b>
Límite mínimo	35 ± 10	40 ± 10

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Especificaciones de Número COBB para  
corrugado 140 g**

**Kraft**

$$\#COBB = 40 \pm 10 \text{ g H}_2\text{O/m}^2$$

**Pruebas de Número de COBB realizadas a la  
Materia Prima del Diseño de Caja Anterior**

**Tabla 2.5**

**Número de COBB para liner 175 g obtenido en el  
laboratorio:**

<b>Número de COBB (g H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>)</b>	
<b>TOP</b>	<b>BACK</b>
35.23	43.7

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Tabla 2.6**

**Número de COBB para liner 140 g obtenido en  
el laboratorio:**

<b>Número de COBB (g H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>)</b>	
<b>TOP</b>	<b>BACK</b>
31.42	44.8

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Número de COBB para corrugado 140 g  
obtenido en el laboratorio:**

$$\#COBB = 42.26 \text{ g H}_2\text{O/m}^2$$

**Pruebas de Número de COBB realizadas a la  
materia prima del nuevo diseño de la caja**

**Tabla 2.7**

**Número de COBB para liner 175 g obtenido en el  
laboratorio:**

<b>Número de COBB (g H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>)</b>	
<b>TOP</b>	<b>BACK</b>
33.1	43.5

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Tabla 2.8**

**Número de COBB para liner 140 g obtenido en el  
laboratorio:**

<b>Número de COBB (g H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>)</b>	
<b>TOP</b>	<b>BACK</b>
36.9	43.2

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

Número de COBB para corrugado 140 g obtenido en el laboratorio:

$$\#COBB = 44.02 \text{ g H}_2\text{O/m}^2$$

### 2.2.1.3 Prueba Peso básico

Esta prueba también conocida como GRAMAJE, nos muestra el peso del papel por unidad de área.

**Equipo:**

**Figura 2.4**

**Balanza electrónica**



**Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010

**Procedimiento:**

Se la realizó obteniendo una muestra de 10 cm por 10 cm de papel y se lo comparó con las especificaciones para cada clase de papel

**Especificaciones de acuerdo a las normas TAPPI  
para Pruebas de Gramaje**

**Tabla 2.9**

**Especificaciones de Gramaje para liner 175 g Kraft**

<b>Rollo 175 g</b>	<b>Gramaje (g/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Límite mínimo</b>	179
<b>Promedio</b>	180.4
<b>Límite máximo</b>	183

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Especificaciones de Gramaje para liner 140 g Kraft**

$$\text{Gramaje} = 140 \pm 7 \text{ g/m}^2$$

**Especificaciones de Gramaje para corrugado  
140 g Kraft**

$$\text{Gramaje} = 140 \pm 3 \text{ g/m}^2$$

**Tabla 2.10**

**Pruebas de Gramaje realizadas a la materia prima  
del diseño de caja anterior obtenido en el  
laboratorio**

<b>Papeles</b>	<b>Gramaje (g/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Liner 175</b>	182
<b>Liner 140</b>	148
<b>Medium 140</b>	141

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Tabla 2.11**

**Pruebas de Gramaje realizadas a la materia prima del nuevo diseño de la caja obtenido en el laboratorio**

<b>Papeles</b>	<b>Gramaje (g/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Liner 175</b>	180
<b>Liner 140</b>	145
<b>Medium 140</b>	143

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

#### **2.2.1.4 Prueba de Contenido de Humedad**

Propiedad que determina la cantidad de humedad (H<sub>2</sub>O) contenida en el papel y su peso, un cambio de equilibrio de humedad entre la atmósfera y el papel conduce a cambios dimensionales y una variación en sus propiedades mecánicas, la humedad se lo expresa en porcentaje.

#### **Equipos:**

- Estufa
- Balanza electrónica

**Procedimiento:**

Esta prueba se la realizó pesando inicialmente una muestra de papel de 10 cm por 10 cm y posteriormente ingresamos la muestra en una estufa a una temperatura de 105 °C por un tiempo de una hora y luego se pesó la muestra finalmente y con estos datos se obtiene el cálculo del porcentaje de humedad utilizando esta fórmula:

$$H = \frac{P_f - P_i}{P_i} \times 100$$

**Especificaciones de acuerdo a las Normas TAPPI  
para pruebas de Humedad**

**Tabla 2.12**

**Especificaciones de Humedad para liner 175 g**

**Kraft**

<b>Rollo 175 g</b>	<b>% Humedad</b>
<b>Límite mínimo</b>	5
<b>Promedio</b>	5,76
<b>Límite máximo</b>	6,15

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010



**Especificación de Humedad para liner 140 g Kraft**

$$H = 7 \pm 1.5 \%$$

**Especificación de Humedad para corrugado 140 g Kraft**

$$H = 7 \pm 2 \%$$

**Pruebas de Humedad realizadas a la materia prima del diseño de caja anterior**

**Tabla 2.13**

**Humedad Obtenida en el laboratorio**

<b>Papeles</b>	<b>% Humedad</b>
<b>Liner 175</b>	5,13
<b>Liner 140</b>	6,62
<b>Médium 140</b>	7,44

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Pruebas de Humedad realizadas a la materia prima del nuevo diseño de la caja**

**Tabla 2.14**

**Humedad Obtenida en el laboratorio**

<b>Papeles</b>	<b>% Humedad</b>
<b>Liner 175</b>	4,81
<b>Liner 140</b>	6,35
<b>Médium 140</b>	7,53

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**2.2.1.5 Prueba de Calibre**

Es el espesor del cartón, dado a su vez por el espesor de los papeles componentes y el tipo de flauta (calibre de la onda) usada. Esta prueba nos permite controlar las diferentes etapas de la fabricación, en maquina corrugadora y durante el proceso de conversión, también influye sobre la resistencia al apilamiento de la caja

**Equipo:**

Micrómetro

**Figura 2.5****Micrómetro**

**Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010

**Procedimiento:**

Esta prueba se midió con un Micrómetro, que se compone de una parte fija y una móvil paralelas entre sí, en donde con el émbolo del micrómetro hace una presión hasta tocar el papel y se observó el calibre en milésima de pulgada o milímetro.

**Especificación de acuerdo a las Normas TAPPI  
para prueba de calibre**

**Tabla 2.15**

**Especificaciones de Calibre para liner 175 g kraft**

<b>Rollo 175 g liner</b>	<b>Calibre (pulg./1000)</b>
<b>Límite mínimo</b>	9.5
<b>Promedio</b>	9.8
<b>Límite máximo</b>	10

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

Especificaciones de Calibre para Liner 140 g Kraft

$$Calibre = 9 \pm 1(pulg./1000)$$

Especificaciones de Calibre para Corrugado 140 g  
Kraft

$$Calibre = 9 \pm 1(pulg./1000)$$

**Tabla 2.16**

**Pruebas de Calibre realizadas a la materia prima del diseño de caja anterior**

<b>Papeles</b>	<b>Calibre (pulg./1000)</b>
<b>Liner 175</b>	9,92
<b>Liner 145</b>	9,73
<b>Médium 140</b>	8,96

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Tabla 2.17**

**Pruebas de Calibre realizadas a la materia prima del nuevo diseño de la caja**

<b>Papeles</b>	<b>Calibre (pulg./1000)</b>
<b>Liner 175</b>	9,79
<b>Liner 145</b>	9,41
<b>Médium 140</b>	10.01

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

### 2.2.2 Pruebas de control de calidad de las Tintas (Flexoagua)

La prueba de extendido de muestras de tinta sirve para comparar visualmente dos muestras de tinta, así como para comprobar la tonalidad requerida (prueba de igualación de color). Este ensayo es útil para detectar diferencias en la tonalidad e intensidad de los colores sobre dos o más tipos de sustratos.

#### Equipos:

- Hand Proff
- Carta de colores GCM

**Figura 2.6**

#### **Hand Proff y Carta de colores GCM**



**Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010

**Procedimiento:**

Para esta prueba se utilizó un dispositivo llamado Hand Proff que tiene la función de simular el proceso de impresión con rodillos, para realizar esta prueba se agregó dos gotas sobre la superficie a imprimir del cartón (top) luego se procedió al barrido de superficie y se esperó a que se seque. Posteriormente se comparó con la carta de colores GCM1 para corroborar la codificación de la tinta.

**Prueba de Viscosidad**

La prueba de viscosidad mide la velocidad de flujo de la tinta a través de un instrumento conocido como Copa Zahn. La viscosidad del papel influye sobre la estabilidad de la impresión (tonos e intensidad de color) y sobre el desempeño en la máquina de la tinta.

**Equipo:**

- Copa Zahn

**Figura 2.7****Copa Zahn**

**Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010

**Procedimiento:**

Para esta prueba se utilizó un dispositivo llamado Copa Zahn la cual fue introducida en un vaso de precipitado, en donde se encontraba depositada la tinta, se llenó toda la copa y luego se la retiró, apenas se sacó la última parte de la copa se controló el tiempo con un cronómetro hasta que dejó de caer la tinta y se comparó el tiempo obtenido con las especificaciones de tinta Flexoagua para determinar si la composición de la tinta es la más idónea.



**Especificación de viscosidad para tintas Flexoagua:**

$$\textit{Tiempo de viscosidad} = 30 \textit{ seg} \pm 20\%$$

**Tiempo de viscosidad de tintas Flexoagua en el laboratorio:**

$$\textit{Tiempo de viscosidad} = 31 \textit{ seg}$$

Los valores del tiempo de viscosidad para tintas Flexoagua fueron los mismos para los el diseño anterior y el nuevo diseño de caja.

**pH de las Tintas de impresión**

Esta prueba se la realiza para medir el grado de acidez o alcalinidad de un líquido. La mayoría de las tintas flexo base acuosa tienen un pH en el rango de lo alcalino, este rango de pH le permite a la tinta el tener un estado estable y una velocidad de flujo constante en el momento de la impresión del cartón.

**Equipos:**

**Figura 2.8**

**pH metro**



**Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010

**Especificación de pH tinta Flexoagua**

$$pH = 8,5 - 9,5$$

**pH Obtenido en el laboratorio para diseño anterior:**

$$pH = 9$$

**pH Obtenido en el laboratorio para nuevo diseño:**

$$pH = 8,6$$

### **2.2.3 Pruebas de Control de Calidad de la Goma PVA (PoliVinilAcetato).**

#### **Determinación de Sólidos en la Goma PVA**

Esta prueba sirve para controlar la homogeneidad del adhesivo, también influye directamente sobre el consumo del almidón así como también la viscosidad del adhesivo y la calidad del pegado entre los liner y el medium.

#### **Equipos:**

- Estufa

#### **Procedimiento:**

Para esta prueba se tomó 100 ml de goma PVA y se pesó inicialmente, luego se colocó la muestra en la estufa por un tiempo de dos horas y se tomó el peso final, con estos datos se calculó el porcentaje de sólidos por medio de esta fórmula:

$$\% \text{ Sólidos} = \frac{100 - (P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

**Especificación para determinación de sólidos:**

$$\% \text{ sólidos} > 50\%$$

**Porcentaje de Sólidos obtenido en el laboratorio:**

$$\% \text{ sólidos} = 64\%$$

**Viscosidad de la Goma PVA**

Esta prueba se la realiza para conocer el grado de fluidez o capacidad reológica de la goma ya que la viscosidad de la goma influye en el desempeño o en la máquina adhesiva, en el PIN Adhesion Test y por lo tanto, en la calidad del pegado de los liners y el médium

**Equipo:****Figura 2.9****Copa Stein Hall**

**Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010

**Procedimiento:**

Para esta prueba se utiliza un dispositivo llamado copa Stein Hall y se determina con un cronómetro, el tiempo que se demora en disminuir el nivel señalado al caer la goma por un orificio que posee en la base de la copa

**Especificaciones para Viscosidad de Goma PVA**

Tiempo < 15 min.

**Viscosidad de Goma determinado en el laboratorio:**

Tiempo = 14 min.

**2.2.4 Pruebas de control de calidad del Almidón Perla Regular (fécula de maíz).****Punto gel del adhesivo de almidón**

Consiste en determinar el punto en el que la cola de almidón empieza a desarrollar sus propiedades adhesivas como

pegamento a través del conocimiento progresivo del almidón crudo. La temperatura del punto gel influirá en la calidad final del pegado y la adhesión entre los papeles componentes del cartón

**Equipos:**

- Termómetro
- Calentador (radiador)

**Procedimiento:**

Se calentó el almidón en baño maría hasta el punto de gelatinización y se tomó la temperatura del almidón.

**Especificación de Punto Gel del Almidón:**

$$\text{Punto Gel} = 71^{\circ}\text{C} \pm 2$$

**Punto de gelatinización en el laboratorio:**

$$\text{Punto Gel} = 70^{\circ}\text{C}$$

## **2.3 Pruebas de Control de Calidad del Corrugado en Proceso.**

- ECT (según Norma TAPPI)
- PIN Adhesion
- Contenido de Humedad
- Aplicación de Parafina en el corrugado medio.

### **2.3.1 Prueba ECT (Norma TAPPI 1995)**

Este ensayo indica la contribución individual de los papeles en la resistencia a la compresión vertical del cartón (ECT) provocada por una carga ejercida sobre el cartón o sección del cartón corrugado, paralela a las ondulaciones y por lo tanto, sobre la resistencia al apilamiento de la caja.

**Equipos:**

**Figura 2.10**

**Crush Tester HD**



**Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010

**Procedimiento:**

Se obtuvo una muestra de la lámina de cartón corrugado de 5 cm por 10 cm, la cual fue colocada en el equipo Crush Tester HD de forma vertical y perpendicular a las prensas del equipo, el cual nos proporcionó datos con respecto a la resistencia al colapso de el cartón corrugado

**Tabla 2.18****Especificaciones para prueba ECT**

<b>Prueba ECT (test 200)</b>	<b>lbf</b>
<b>Límite mínimo</b>	77
<b>Promedio</b>	82
<b>Límite máximo</b>	87

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010



**Prueba ECT obtenida en el laboratorio del diseño anterior de caja:**

$$ECT = 80.37 \text{ lbf}$$

**Prueba ECT obtenida en el laboratorio del nuevo diseño de caja:**

$$ECT = 86 \text{ lbf}$$

### **2.3.2 Prueba PIN Adhesion**

Esta prueba se expresa como la fuerza requerida para separar las caras internas o externas del cartón corrugado, tiene como principal función indicar la naturaleza y resistencia de la unión liner-medium además sirve para detectar los defectos de fabricación como la mala penetración del adhesivo o la adhesión intermitente o discontinua.

#### **Equipos:**

- Crush Tester HD
- Dispositivo en forma de peinetas para prueba PIN Adhesion

**Figura 2.11****Dispositivo en forma de peinetas para prueba****PIN Adhesion****Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010**Procedimiento:**

Por medio de la prueba se evaluó la capacidad de pegado en el corrugado en proceso en donde se utilizó el Equipo HD Tester que está compuesto de un dispositivo en forma de peinetas y que se introdujo en las ondulaciones de las flautas, este dispositivo se lo colocó en el HD Tester el cual nos mostró resultados acerca de la fuerza necesaria para despegar los liner tanto de la flauta "C" como la flauta "B".

**Tabla. 2.19**

**Especificaciones para prueba PIN Adhesion Flauta “C”:**

<b>Prueba PIN Adhesion Flauta “C” (test 200)</b>	<b>lbf</b>
<b>Límite mínimo</b>	51
<b>Promedio</b>	56.5
<b>Límite máximo</b>	62

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Prueba PIN Adhesion Flauta “C” para el diseño anterior de caja obtenido en el laboratorio:**

$$PIN\ Adhesion\ "C" = 55,6\ lbf$$

**Prueba PIN Adhesion Flauta “C” para el nuevo diseño de caja obtenido en el laboratorio:**

$$PIN\ Adhesion\ "C" = 54,2\ lbf$$

**Tabla. 2.20**

**Especificaciones para prueba PIN Adhesion Flauta “B”:**

<b>Prueba PIN Adhesion Flauta “B” (TEST 200)</b>	<b>lbf</b>
<b>Límite mínimo</b>	45
<b>Promedio</b>	51
<b>Límite máximo</b>	57

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Prueba PIN Adhesion Flauta “B” para el nuevo diseño de caja obtenida en el laboratorio:**

$$PIN\ Adhesion\ B = 50,2lbf$$

**Prueba PIN Adhesion Flauta “B” para el nuevo diseño de caja obtenida en el laboratorio:**

$$PIN\ Adhesion\ "B" = 53,7\ lbf$$

### 2.3.3 Prueba de Contenido de Humedad del cartón corrugado

En esta prueba se toma una muestra de la lámina de cartón fabricado para someterlo a la prueba de humedad para determinar el contenido de humedad una vez que este ya ha pasado por el pegado del liner-medium.

#### Equipos:

- Estufa
- Balanza electrónica

#### Procedimiento:

Al igual que la prueba anterior de humedad se pesó inicialmente una muestra de cartón corrugado de 10 cm por 10 cm y posteriormente se ingresó la muestra en una estufa a una temperatura de 105 °C por un tiempo de una hora y luego se pesó la muestra finalmente y con estos datos se obtiene el cálculo del porcentaje de humedad utilizando esta fórmula:

$$H = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

### **Especificación de contenido de humedad del cartón**

$$\text{Humedad} < 8 \%$$

**Humedad obtenida en el laboratorio para el anterior diseño de caja**

$$\text{Humedad} = 8 \%$$

**Humedad obtenida en el laboratorio para el nuevo diseño de caja**

$$\text{Humedad} = 7 \%$$

#### **2.3.4 Link Test**

Esta prueba mide la resistencia del pegado entre el liner y corrugado por medio de la utilización de un esfuerzo para producir el desprendimiento y calcular la fuerza necesaria para despegar el corrugado.

#### **Equipos:**

- Probeta de 100 cm<sup>3</sup>
- Balanza para prueba Link Test

**Figura 2.12****Balanza para prueba Link Test**

**Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010

**Procedimiento**

Se tomó una muestra de cartón corrugado doble pared de 3 cm por 11cm y se lo introduce en una estufa a 105°C por una hora. Posteriormente se introduce la muestra en un recipiente con agua.

Luego se pegó el flexoback (plástico) a 3 cm de la muestra de cartón corrugado. El plástico es sujetado a un gancho inferior y la muestra es sujetada a un gancho superior de la balanza. En el otro lado de la balanza es colocado un recipiente el cual es llenado con agua paulatinamente.

A medida que se llena el recipiente con agua en un lado de la balanza en el otro lado se produce un esfuerzo para separar el pegado entre el liner y el corrugado.

Cuando se produce el desprendimiento entre el liner y el corrugado se mide la cantidad de agua necesaria para lograr desprender el corrugado este valor se aplica en la siguiente fórmula para medir la resistencia al desprendimiento:

$$\text{Resistencia} = \frac{\text{cantidad de agua} \times \# \text{ de gancho}}{454,6}$$

### **Especificaciones para prueba Link Test de Corrugado**

#### **Doble Pared**

$$R > 3.5 \text{ lbf}$$

#### **Prueba Link Test para el anterior diseño de caja**

$$R = 3.63 \text{ lbf}$$

#### **Prueba Link Test para el nuevo diseño de caja**

$$R = 3.85 \text{ lbf}$$



### **2.3.5 Aplicación de la Parafina en el corrugado medio**

Se aplicó la parafina en los corrugados para darle impermeabilidad a los corrugados medios y evitar la humedad que disminuye la resistencia y la calidad del cartón. Como control de calidad a esta sustancia se solicita certificados de calidad a los proveedores de la parafina para asegurar la idoneidad de la parafina.

## **2.4 Pruebas de control de calidad en el producto terminado.**

### **2.4.1 BCT: Box Compression Test.**

Este ensayo mide la habilidad de la capa para resistir fuerzas externas de compresión. Esta prueba es una de las más importantes ya que permite estimar el apilamiento, puntos de deformación y colapsamiento así como la carga máxima que soporta una caja.

#### **Equipo:**

- Máquina para compresión de la caja BCT (Box Compression Test)

**Figura 2.13****Máquina para compresión de la caja BCT**

**Propiedad de:** Grupo CARTOPEL S.A.I. 2010

**Procedimiento:**

Se realizó dos pruebas de compresión a las cajas con el equipo BCT. La primera muestra pertenece al anterior diseño de caja y la segunda muestra pertenece al nuevo diseño de caja. El equipo registró una resistencia determinada a la compresión pero se consideró a este valor una disminución del 15% que representa la fuerza de compresión del cartón durante el trayecto de formación e impresión del cartón en donde pasa por rodillos y se le aplica una fuerza determinada.

Las especificaciones para esta prueba dependen de las necesidades del cliente, en este caso el cliente necesitaba que la caja resistiera por lo menos 1000 lbf.

**Tabla 2.21**

**Prueba BCT al diseño de la caja anterior:**

MUESTRA	BCT (lbf)	MENOS 15%
1	1047	890

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Figura 2.14**

**Gráfica de Esfuerzo en Prueba BCT para Diseño Anterior de Caja**



**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

Tabla 2.22

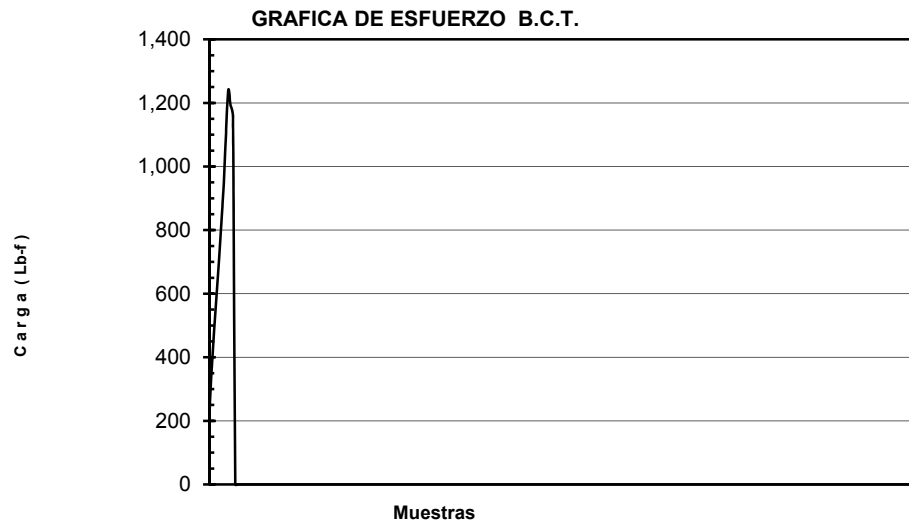
Prueba BCT al diseño de la nueva propuesta de caja

MUESTRA	BCT (lbf)	MENOS 15%
2	1240	1054

Elaborado por: Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

Figura 2.15

Gráfica de Esfuerzo en Prueba BCT para Nuevo Diseño de  
Caja



Elaborado por: Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

# CAPÍTULO 3

## 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 3.1 Caracterización Física de la Estructura del Final del Corrugado

Tanto el diseño anterior como el nuevo diseño están compuestos del mismo tipo de papel ya que es el más idóneo para esta clase de producto por su gran resistencia como envase-embalaje de frutas.

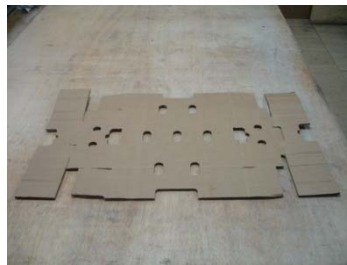
Para esto se utilizó el Test 200 Doble Pared de color Blanco que es una combinación de papeles que le confiere una medida de resistencia a la caja y que está conformado de tres papeles liners y dos médium parafinados para suministrarle impermeabilidad a la caja (uno flauta B y otro flauta C).

Para realizar el diseño se hizo un análisis de las necesidades del corrugado para mangos con varias opciones tentativas para mejorar la propuesta anterior tanto en función de reducción de desperdicio y por consiguiente en los costos, se obtuvieron algunos diseños que

fueron seleccionados y probados para corroborar si cumplían con las expectativas del cliente.

**Figura 3.1**

**Modelo de Diseño 1**



**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Figura 3.2**

**Modelo de Diseño 2**



**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

El diseño anterior necesitaba un cambio en su diseño para una reducción de volumen interno de la caja, sin variar las medidas externas, para no comprometer el apilamiento en el pallet. El Grupo CARTOPEL propuso el uso de un esquinero adicional a la caja para suplir las necesidades de disminuir la capacidad de llenado, pero esta solución no era aplicable en términos de costo, debido a que esto incurría en gastos adicionales al valor de la caja, así que las expectativas del cliente fueron que en la próxima temporada de producción de mangos ya contarían con un nuevo diseño de empaque con esas características

**Figura 3.3**

**Esquinero Externo**



**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

### **3.2 Adaptación y Re-Ingeniería del Plano Mecánico para el Cartón Corrugado**

El nuevo diseño de caja debía contar con los esquineros para reducir el volumen interno de la caja pero de tal forma en que no se produzca un desperdicio de papel. Por esa razón se creó un diseño en donde estos esquineros se encuentran acoplados en la caja de forma transversal (a lo ancho de la caja) a la dirección de las flautas debido a que es más fácil realizar los scores en el troquel. Se realizó la prueba BCT de aplastamiento vertical de la caja y se corroboró la resistencia que ejercían los esquineros a la compresión.

Para asegurar los esquineros se introdujo unos candados que consisten en unas ranuras en la superficie de la caja para asegurar la estabilidad de los esquineros



**Figura 3.4****Parte del esquinero adaptado a la caja**

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

Una de las principales tareas consistió en reducir el área de la caja abierta sin que se modifique las dimensiones de área externa una vez que el cartón este armado, consiguiendo reducir el área en un 7 %

**Tabla 3.1****Cuadro Comparativo de Áreas Totales de la Caja Abierta**

<b>Área de Propuesta de Diseño Anterior</b>	<b>Área Nueva Propuesta de Diseño</b>
0.30 m <sup>2</sup>	0.28 m <sup>2</sup>

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

Otra ventaja del nuevo diseño es que cumple el principal objetivo del Re-Diseño que es disminuir el volumen interno en un 6% con la incorporación de esquineros que contribuyen en gran medida a la reducción de espacio de la caja para disminuir la cantidad de mangos en cada empaque ya que se comercializa en el exterior por unidad de cajas y no por unidad de mangos

**Tabla 3.2**

**Cuadro Comparativo del Volumen Interno de las Cajas**

<b>Volumen Interno de Diseño Anterior</b>	<b>Volumen Interno de Nuevo Diseño</b>
0.0086064 m <sup>3</sup>	0.0081264 m <sup>3</sup>

**Elaborado por:** Ángel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

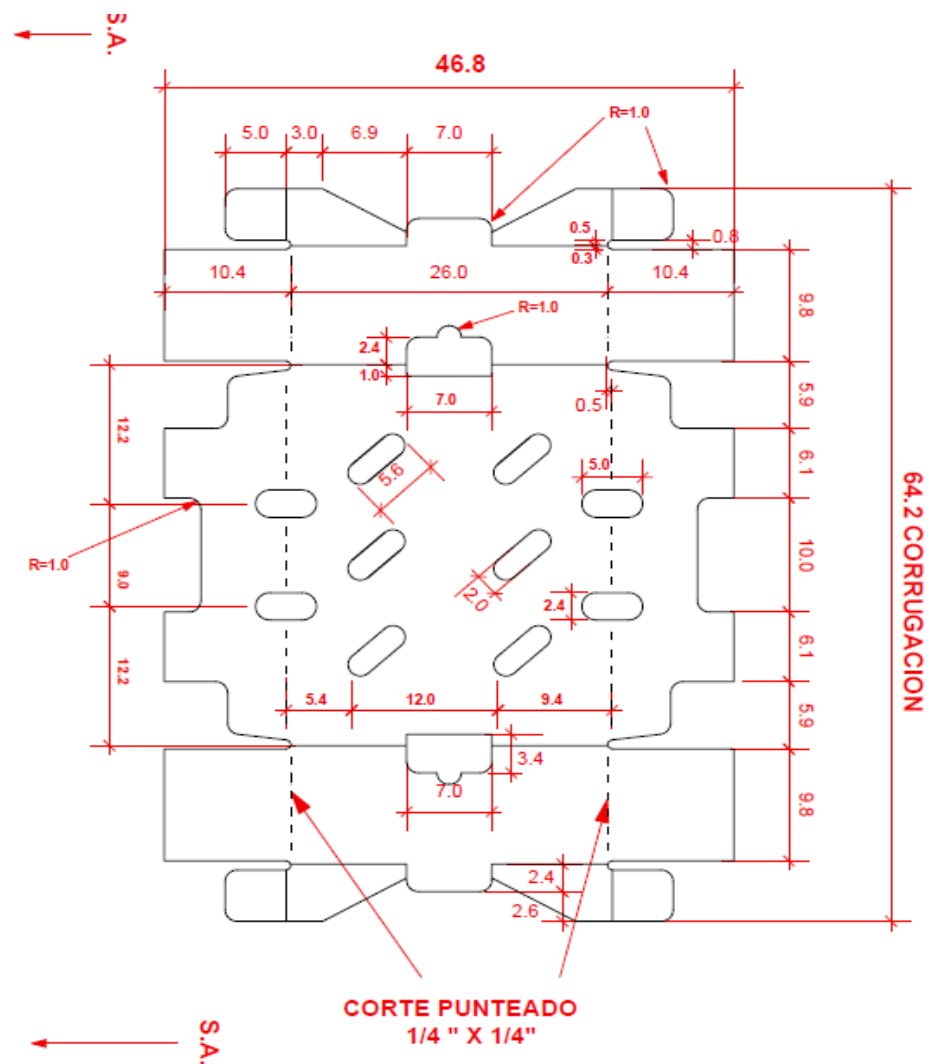
Figura. 3.5

## Diseño de Caja de la Propuesta Anterior

CAJA LLEVA RECUBRIMIENTO INTERIOR  
 PARA MEJOR DEFINICION DEL ARMADO DE LA CAJA SE UTILIZA  
 CORTE PUNTEADO POR QUE ES EN DOBLE PARED

MEDIDAS DE LA CAJA: 32.6 X 24.4 X 10.0

EL AREA EN MTS<sup>2</sup> = 0.300



Elaborado por: Grupo Cartopel. 2010

**Figura. 3.6**

**Foto del Diseño de Caja Propuesta Anterior**



**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

Figura 3.7

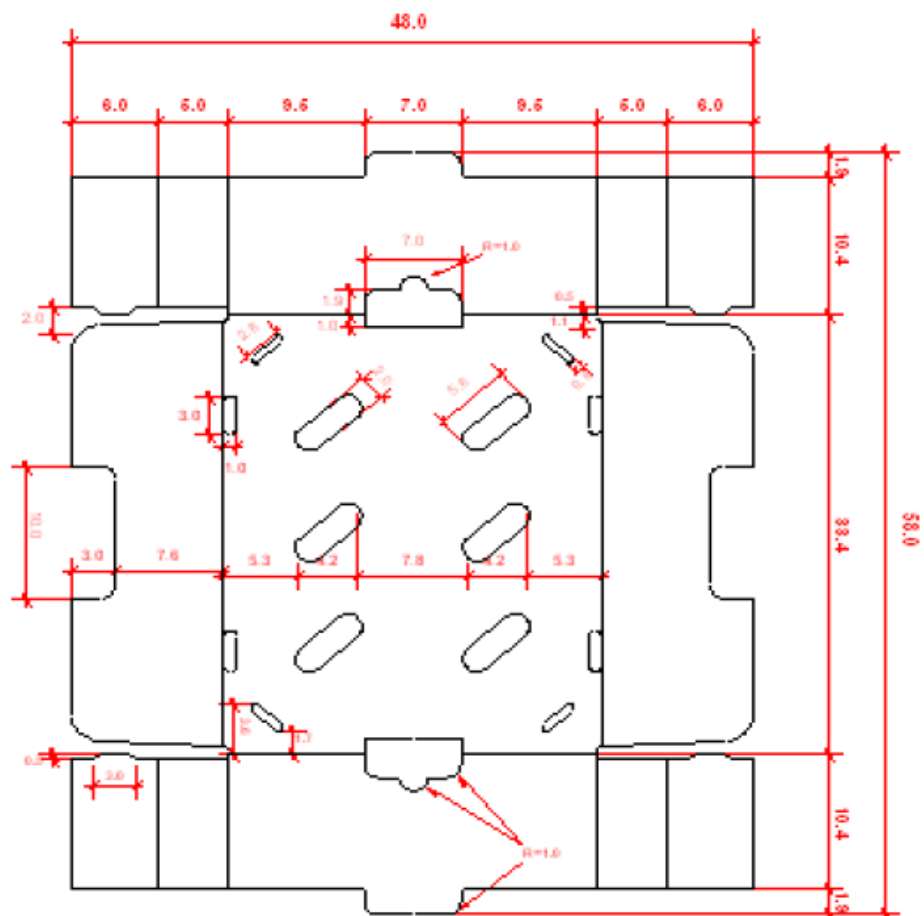
Diseño de Caja Final de Nueva Propuesta en Programa

Vector Works 12.0

CAJA LLEVA RECUBRIMIENTO INTERIOR

MEDIDAS DE LA CAJA: 32.6 X 24.4 X 10.0

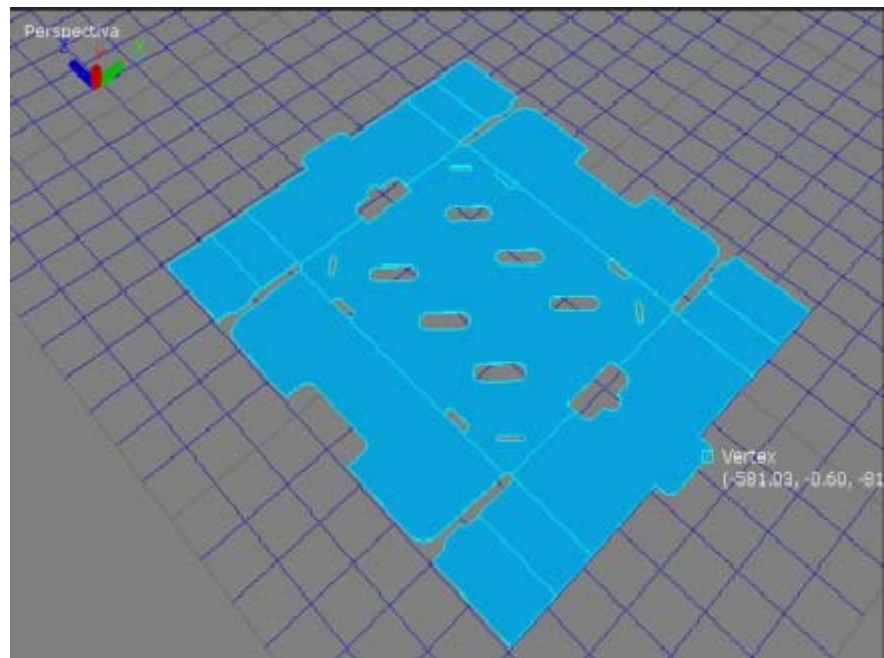
EL AREA EN MTS<sup>2</sup> = 0.278



Elaborado por: Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

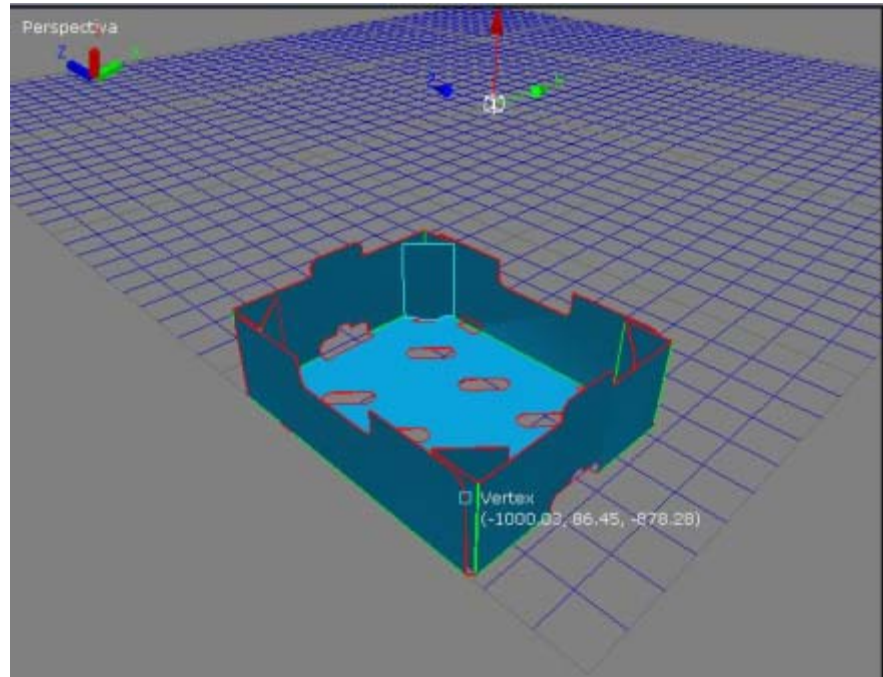
## Diseño de Caja de Nueva Propuesta en Programa Impact 4.0

**Figura 3.8**  
**Modelación en el Plano de tres dimensiones de**  
**Programa Impact 4.0**



**Elaborado por:** Ángel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Figura 3.9**  
**Diseño de Caja Armada en Programa Impact 4.0 en tres**  
**dimensiones**



**Elaborado por:** Ángel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

**Figura 3.10**

**Foto de la Propuesta de Diseño de Caja Armada**



**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010



### 3.3 Aplicación del programa Vector Works 12.0

#### Programa Vector Works 12.0

Para realizar una caja de cartón corrugado para mango estilo Bandeja PLAFORM en el programa Vector Works 12.0 se necesitó obtener las medidas internas de la misma. En la investigación una vez realizada las pruebas con varios diseños se obtuvo como medidas internas más adaptables al diseño lo siguiente:

**Tabla 3.3**

#### Medidas Internas del Nuevo Diseño de Cartón Corrugado

<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>
32.6 cm	24.4 cm	10.0 cm

**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

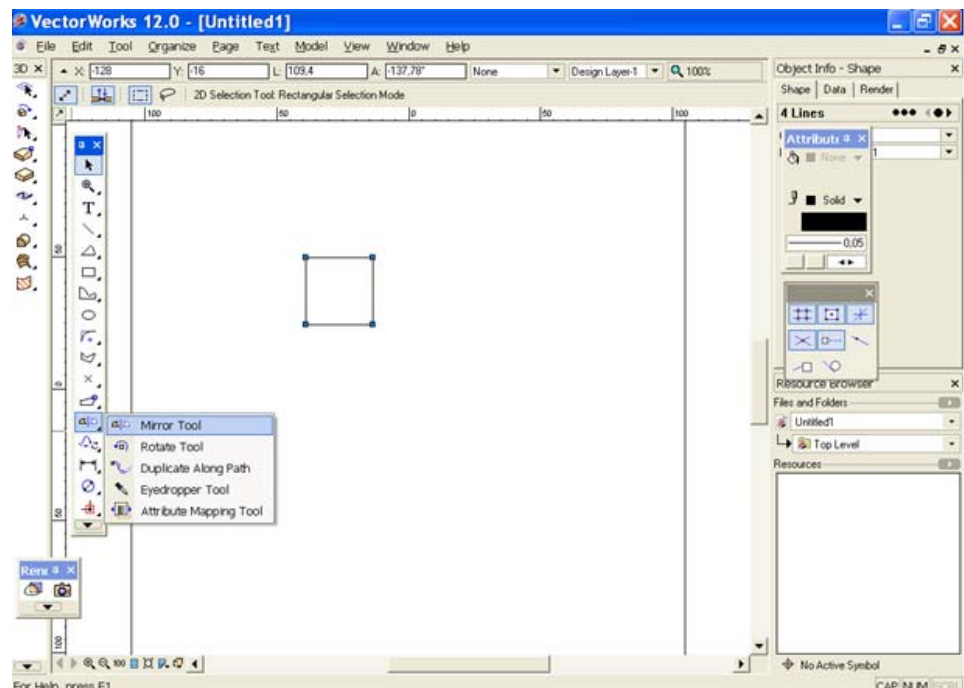
Con estos datos y el plano a mano alzada se empezó a dibujar la caja. Se inició dividiendo el plano en cuatro cuadrantes iguales y de esta forma poder hacer los zunchos,

ventanas y aletas que tiene la caja de mango. Debe entenderse que las cajas de cartón corrugado son simétricas.

Luego de haber dibujado la cuarta parte de la caja, se usó la herramienta “mirror (espejo)” y se aplicó el efecto espejo al primer cuadrante que se duplica, de esta forma se tiene dos cuadrantes, a estos dos cuadrantes o media caja se aplicó el efecto espejo y de esta forma se obtiene el plano mecánico completo realizado en el Programa Vector Works 12.0.

**Figura 3.11**

### Programa Vector Works 12.0



**Elaborado por:** Ángel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

Para dibujar los ángulos:

Se trazó dos líneas perpendiculares entre sí y se utilizó la opción "Fillet Tool" en la barra de herramientas y se selecciona la herramienta "Fillet Preferences", luego se ingresa el valor del radio (centímetros) del ángulo (semicircunferencia) o circunferencia, y se procede a seleccionar las dos líneas perpendiculares entre sí donde va a ir el ángulo y se obtuvo el ángulo con las medidas especificadas.

Para dibujar los cuadros:

Se seleccionó la herramienta "Rectangle Tool", y aparece una ventana donde se tiene que ingresar los valores del largo en el eje de las X y el ancho del cuadro en el eje de las Y, se acepta y luego se selecciona en cualquier parte de la hoja de trabajo y aparece el cuadro con las medidas que previamente se ingresó.

Para dibujar líneas:

Se seleccionó la herramienta “Line Tool” y se acepta, y lo que hace son las líneas de la distancia que se desea sobre la hoja de trabajo, se señala donde se quiere que empiece la línea y también donde se quiere que termine la misma.

### **Programa Impact 4.0**

Para realizar una caja de cartón corrugado para mango estilo bandeja PLAFORM en el programa Impact 4.0 se necesita tener las medidas internas de la misma (Tabla. 3.3) con estos datos y el plano a mano alzada se puede empezó a dibujar la caja.

Se Ingresa al programa utilizando una contraseña. Posteriormente se selecciona la barra de menú a Archivo → Nuevo → Proyecto y aparece la siguiente ventana y se selecciona “crear”:

Aparece la hoja de trabajo donde se tiene que dirigir nuevamente a la barra de menú a la opción Macro → FEFCO 0200 Range → 0201 y se oprime enter.

Luego aparece la ventana FEFCO code: 0201:

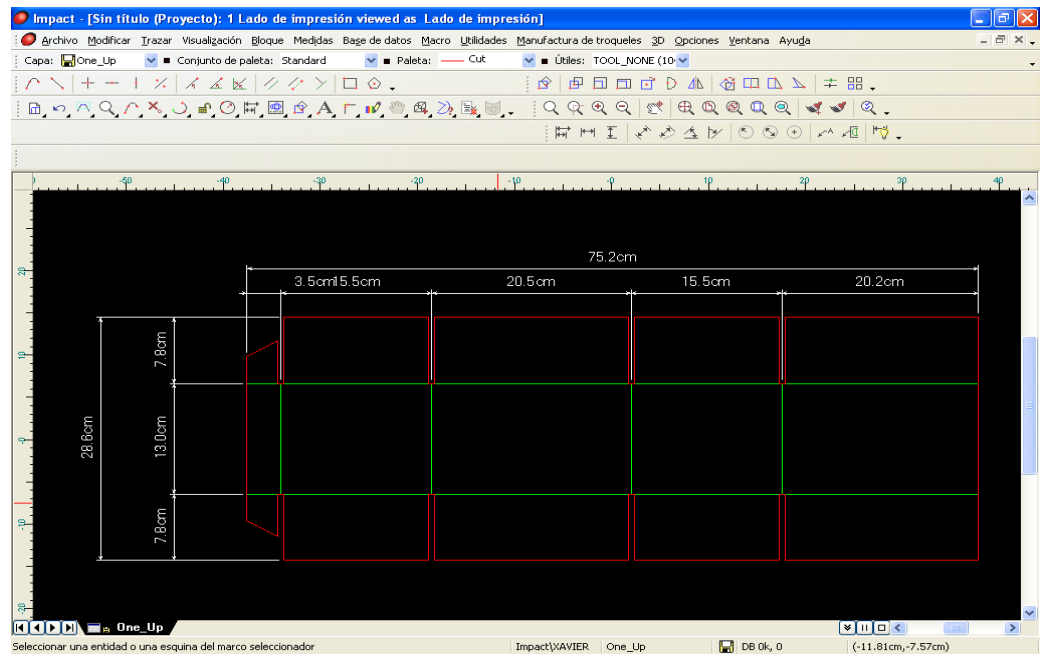
En material se selecciona si es flauta E: 125k/E/125t, B: 150k/B/150t, C: 200k/C/200t, BC: 300k/300t/BC. El profile tiene que ser estándar.

Se ingresa las medidas en centímetros: Length (largo), Width (ancho) y Height (alto) y se acepta.

Aparece la siguiente ventana con la caja dibujada con sus respectivas líneas cotas.

Figura 3.12

## Programa Impact 4.0



**Elaborado por:** Ángel Alarcón C. y Jewston Bravo T. 2010

Luego se selecciona la barra de menú a Archivo → Exportar y aparece la siguiente ventana donde se acepta:

Aparece otra ventana Exportar, y se selecciona guardar. La caja queda en formato compatible con la Máquina Sample Maker en donde es enviado el archivo para que este equipo troquee el diseño.

# CAPÍTULO 4

## 4. INGENIERÍA DEL PROCESO

### 4.1 Comportamiento de la Caja Corrugada después de la Re-Ingeniería

La nueva caja de cartón corrugado cumple con los objetivos planteados al inicio de esta investigación, los cuales consistían en reducir el volumen interno de la caja manteniendo las medidas externas del diseño anterior.

### 4.2 Pruebas In - Situ en la Industria del Mango

#### 4.2.1 Prueba de Apilamiento

La Prueba de Apilamiento determina la cantidad de cajas que se pueden apilar o arrumar a lo alto del contenedor en el pallet como muestra la Figura 4.1 y los Apéndices B,C,D,E, esto va sujeto al tipo de contenedor a utilizar el cual es High Cube Refrigerado de 40 pies de largo y 2.40 metros de altura. No se puede apilar más allá de los 2.40 metros de altura porque se obstruiría el sistema de ventilación de las cajas de mango.

**Figura 4.1**  
**Paletizado de Bandeja PLAFORM de Mango**



**Elaborado por:** Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T., 2010.

#### **4.2.2 Prueba de Resistencia**

Esta Prueba determina en libras fuerzas por metro cuadrado cuanto peso va a poder soportar la Bandeja PLAFORM y según este valor se podrá hacer el apilamiento. Esta prueba es muy importante porque es la que va a determinar si la caja sirve o no para la exportación. La resistencia de la caja la determinan los papeles que componen el TEST. Esta resistencia fue calculada para realizar un viaje en contenedor y barco alrededor de 30 – 45 días.



### 4.3 Costo

Existen varios rubros que determinan el precio de la caja de cartón corrugado parafinado estilo Bandeja PLAFORM para mangos en TEST 200 Doble Pared color Blanco. En orden de importancia se tiene: los papeles con que se realizó el cartón corrugado para la bandeja, el área y peso de la lámina, los clisés, el costo del troquel y otros (recubrimiento interior y parafinado médium).

Todos estos rubros se resumen en un factor de ventas que está estandarizado entre todas las cartoneras a nivel Latinoamericano, el cual es multiplicado por el peso de la caja y de esta manera hallamos el precio de una Bandeja PLAFORM en dólares. Este precio incluye todos los servicios antes mencionados y otros costos de fabricación.

A continuación se describirán los rubros que componen el precio de la Bandeja PLAFORM.

#### **Papeles:**

El precio de los papeles depende si son de fabricación nacional, la cual se realiza en la Planta de Cuenca del Grupo CARTOPEL o si los papeles son importados.

Los papeles a utilizar dependen del TEST de la caja a fabricar, en nuestra investigación la Bandeja PLAFORM tiene un TEST 200 en

Doble Pared color Blanco. Este Test lo componen 5 papeles: 3 liners y 2 corrugados medios, como muestra la Tabla 2.1.

Estos papeles llegan a la Bodega de Materia Prima en bobinas de 224 y 235 de ancho con un peso de 3000 kilos promedio.

**Área y Peso de la Lámina de Cartón Corrugado:**

El área es en metros cuadrados y resulta de multiplicar el largo por el ancho (corrugación) del tamaño de hoja, antes de multiplicar se incrementan 2 centímetros al largo y al ancho como medida de precaución por alguna variación que pudiera suceder en la máquina que no se detecte a tiempo y también porque como el cartón no es un material rígido, tiene tendencia a estirarse. Luego de esto se multiplica y se obtiene el área real de la lámina de cartón corrugado. Este valor depende de las cabidas que se vayan a hacer para las cajas de cartón corrugado, esta investigación indica que la Bandeja PLAFORM será fabricada en cabida 4, esto quiere decir que de una lámina en TEST 200 Doble Pared color Blanco saldrán 4 Bandejas PLAFORM de la máquina troqueladora para poder aprovechar mejor la lámina.

El Peso de la lámina es muy importante porque es la cantidad a multiplicarse por el factor de ventas que determina el costo de la Bandeja PLAFORM; este factor de ventas es manejado por la empresa.

**Clisés:**

Los clisés son fotopolímeros que según el fabricante lleva su nombre, tenemos clisés de marca Nylon Flex, Dupont, Ashai y Mac Dermis. Estos fotopolímeros llevan las impresiones que se van a plasmar en la caja de cartón corrugado, vienen en láminas de 1.10 metros a lo largo y 0.9 metros a lo ancho. Estas láminas tienen un calibre que oscila entre 3.93 y 3.95 mm, el valor estándar es 3.94 mm. Esta lámina es sometida a un proceso donde se le da forma a la misma, para esto se utilizan unas películas (negativos) en los cuales se encuentra el diseño que se va a imprimir y por medio de un proceso calórico o lumínico estos diseños pasan al fotopolímero quedando en alto relieve para poder utilizarlos en la máquina impresora como sellos.

Estos clisés utilizan un arte (diseño) que es realizado por el Departamento de Diseño Gráfico, en el cual ellos calculan el costo del clisé según el tamaño de las impresiones del arte y por el número de colores que utilice el arte de la caja a fabricarse. El orden de las tintas en la máquina es: el tono más suave va primero y al final el más fuerte. La tinta no tiene valor.

A continuación ponemos un ejemplo sobre cómo se calcula el costo del clisé.

**Color Azul (Color base):**

$$ALTO \rightarrow 66 \text{ cm} + 2 \text{ cm} = 68 \text{ cm}$$

$$ANCHO \rightarrow 39.4 \text{ cm} + 2 \text{ cm} = 41.4 \text{ cm} \approx 41 \text{ cm}$$

$$AREA = (68 \times 41) \text{ cm} \rightarrow AREA = 2788 \text{ cm}^2$$

**Color Amarillo:**

$$ALTO \rightarrow 10 \text{ cm}$$

$$ANCHO \rightarrow 17 \text{ cm}$$

$$AREA = (10 \times 17) \text{ cm} \rightarrow AREA = 170 \text{ cm}^2 \times 2 \rightarrow 340 \text{ cm}^2$$

**Color Rojo:**

$$ALTO \rightarrow 10 \text{ cm}$$

$$ANCHO \rightarrow 15 \text{ cm}$$

$$AREA = (10 \times 15) \text{ cm} \rightarrow AREA = 150 \text{ cm}^2 \times 2 \rightarrow 300 \text{ cm}^2$$

$$AREA \text{ TOTAL} = (2788 + 340 + 300) \text{ cm}^2$$

$$AREA \text{ TOTAL} = 3428 \text{ cm}^2 \text{ 3 colores 1 cabida}$$

$$AREA \text{ TOTAL} = 13712 \text{ cm}^2 \text{ 3 colores 4 cabidas}$$

$$\$0.06 \text{ ctvs.} \rightarrow 1 \text{ cm}^2 \text{ clisé}$$

$$13712 \text{ cm}^2 \times \$0.06 \text{ ctvs.} \rightarrow \$822.72$$

**Troquel:****Tabla 4.1****Costo de los Troqueles**

<b>Costo de Los Troqueles</b>	
<b>Costo Del Troquel</b>	<b># De Cuchillas</b>
\$500	1 – 3
\$750	4 – 6
\$1000	6 EN ADELANTE

**Elaborado por: Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T., 2010.**

El precio del troquel depende del grado de complejidad del mismo; es decir, del número de cuchillas que se vayan a utilizar en el cuerpo Troquelador (teja + cuchillas).

El área de la lámina de cartón que se utiliza para fabricar la Bandeja PLAFORM, se tiene que multiplicar por uno de estos tres valores de la Tabla 4.1 que indica el costo de los troqueles. Según la investigación se tiene que multiplicar por \$1000 porque la Bandeja PLAFORM es una caja 100% troquelada, esto quiere decir que todas las perforaciones y los scores van a ser hechos por el Cuerpo Troquelador.

**Factor de Ventas:**

Para determinar el Factor de Ventas se tiene que tomar en cuenta el volumen de ventas de la caja en cuestión y el peso de la lámina

utilizado para producir una caja de cartón, según estas dos cantidades se puede calcular el factor de Ventas.

Este año el Precio para la Bandeja de Mango PLAFORM cuya temporada empieza en Septiembre y dura hasta Diciembre es de \$ 0.32 centavos.

**Caja anterior:**

Área:  $0.300 \text{ m}^2$

Factor de Peso DP:  $0.880 \text{ Kg/m}^2$

Peso de la lámina:  $0.300 \text{ m}^2 \times 0.880 \text{ Kg/m}^2$

Peso de la lámina: 0.264 Kg

Costo por Caja:  $0.264 \text{ Kg} \times \text{Factor de Ventas}$

Costo por Caja: \$ 0.35 cts.

**Caja actual:**

Área:  $0.278 \text{ m}^2$

Factor de Peso DP:  $0.880 \text{ Kg/m}^2$

Peso de la lámina:  $0.278 \text{ m}^2 \times 0.880 \text{ Kg/m}^2$

Peso de la lámina: 0.245 Kg

Costo por Caja:  $0.245 \text{ Kg} \times \text{Factor de Ventas}$

Costo por Caja: \$ 0.32 ctvs.

**Tabla 4.2**

**Costo por Caja de Cartón Corrugado**

<b>Costo</b>		
	<b>Anterior</b>	<b>Actual</b>
Peso de la lámina	0.264 Kg	0.245 Kg
Precio por caja	\$ 0.35 ctvs.	\$ 0.32 ctvs.

**Elaborado por: Angel Alarcón C. y Jewston Bravo T., 2010.**

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cartón corrugado está formado por tres papeles: dos liners y un corrugado medio; los cuales dan las características para su uso; esto también depende del tipo de flauta que es el número de arcos por pie lineal que contiene la lámina de cartón corrugado.

Durante las Pruebas de Control de Calidad se pudo corroborar que el material que se utilizó Test 200 Doble Pared fue el más idóneo para este tipo de empaques debido a que este cumplió con las especificaciones técnicas (ver ejemplo Apéndice A).

En las Pruebas de BCT (Box Compression Test) se observó que el nuevo diseño de la Bandeja PLAFORM soportó una mayor compresión debido a la introducción de los esquineros que ejercen en el empaque una mayor resistencia y protección al producto.



Se concluyó que en la reducción de volumen interno de la caja de cartón corrugado en un 6%, la prolongación de las aletas laterales proporcionan un menor volumen interno y mayor resistencia en comparación con los esquineros que están diseñados de un material extra a la caja de cartón corrugado y que dan mayor volumen interno y no aportan en nada a la resistencia porque la corrugación de los esquineros es en sentido horizontal.

Se logró reducir el área por cada caja de cartón corrugado de  $0.300 \text{ m}^2$  del diseño anterior a  $0.280 \text{ m}^2$ ; es decir, en un 7% porque al hacer el rediseño eliminamos las aletas del plano anterior que cumplían la función de esquineros pero no aportaban a la resistencia de la caja de cartón corrugado, entonces se encontró factible no incluirlas y aumentar las aletas sin modificar las medidas externas ni aumentar el área de la caja de cartón corrugado.

El costo de la caja de cartón corrugado depende de dos factores: El peso de la lámina donde se va a producir la caja y el factor de ventas; el cual encierra muchos rubros como: energía, mano de obra, armado de la caja, impresiones, clises, troqueles y asesoría técnica. El peso de la lámina anterior es de 0.264 Kg. y el peso de la lámina actual es de 0.245 Kg., es así que para el año 2010 con el Factor de Ventas ya establecido, el

precio de la caja de cartón corrugado para el diseño anterior fue de \$ 0.35 ctvs. y para el diseño actual es de \$ 0.32 ctvs.; es decir, ahorramos \$ 0.03 ctvs. un 9% del costo que en el volumen de ventas de cajas de cartón corrugado para mangos es una gran cantidad de dinero.


## BIBLIOGRAFÍA

1. GRUPO CARTOPEL. Manejo adecuado de las cajas para obtener un máximo beneficio. 2007. Pags. 7-8, 22-31
2. ACCCSA. El Cartón Ondulado. Segunda Edición, Editorial AFCO. Capitán Haya, Madrid. 1999. Pags. 84 – 87, 92.
3. BARRERA MIRANDA, CARLOS. “Implementación de Máquina Sample Maker”, Tesis, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 2004.
4. ASOEMBALAJE. Manual sobre el Empaque de Frutas Frescas y Vegetales. Quito, Ecuador. 1990
5. McKee, R.C., Gander, J.W., and Wachuta, J.R., “Edgewise Compression Strength of Corrugated Board,” Paperboard Packanging 46 (11); 70 (1961)
6. McClain, T.E., And Bolnot, “Crush Tests Rely on Parallel-to-flute Loading,” Tappi Journal 65 (3f): 148 (1982)

7. Moody, R.C., and Koning, J.W., Jr., "Effect of Loading Rate on the Edgewise Compressive Strength of Corrugated Fireboard," U.S. Forest Service Research Note FPL-0121 (April 1966)
8. Koning, J.W., Jr., "A Short Column Crush Test of Corrugated Fireboard", Tappi 47 (3): 134 (1964)
9. Koning, J.W., Jr., "Towards an International Standard for the Edgewise Crush Procedure," Tappi 71 (10): 62 (1988).
10. Schrampfer, K.E., and Whitsitt, W.J., "Clamped Specimen Testing: A Faster Edgewise Crush Procedure," Tappi 71 (10): 65 (1988).

APENDICE A

HOJA TÉCNICA DE LA CAJA DE MANGO

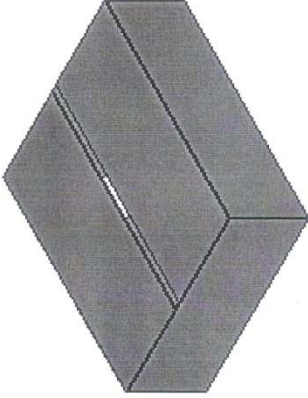
		R4DI-DE-7.3-06
	<b>HOJA TECNICA</b>	FECHA: 02 / 09 / 2010
<b>I.</b>		
CLIENTE:	<b>POTENCIAL</b>	
SIMBOLO:	MANGO 4 KILOS PLAFORM	
REFERENCIA:	937063	
TARJETA		
TEST:	<b>200 DP CON HOJA SCOREADA</b>	
Peso del producto		8.8 lb
Peso de la caja		1 lb
E.C.T. *		42 lbs./pulg.
CALIBRE: *		0.25 pulg.
FLAT CRUSH: *		no aplica lbs/10 pulg2.
PIN ADHESION: *		45 lbs/5pulg.2
DIMENSIONES: Internas		
LARGO:		32.6 cms.
ANCHO:		24.4 cms.
ALTO:		10.0 cms.
<b>II.</b>		
RESISTENCIA CARGA DINAMICA:		1.1 1100 lbs.(1)
RESISTENCIA CARGA ESTÁTICA		220.00 lbs.
<b>III. ALMACENAMIENTO (Bajo Carga)</b>		
<b>CLASE DE ARRUME</b>	<b>ALMAC. MENOR 90 DIAS</b>	<b>ALMAC. MAYOR 90 DIAS</b>
EN COLUMNA # CAJAS (máximo)	24	22
TRABADO # CAJAS (máximo)	13	12
Este cuadro es válido para productos no portantes o semiportantes. Para una humedad relativa de 85% y 14°C. Los productos portantes trabajan junto con la caja en la sustentación de la carga. Esta certificación no prevé arrumes que sobresalgan de los bordes de las estibas o estantes (en voladizo) o manipulaciones inadecuadas. Tiene validez de seis meses a partir de la fecha de fabricación de las cajas.		
<b>IV. OBSERVACIONES :</b>		
(1) Las muestras deben ser ambientadas en condiciones estandar (humedad relativa 50% y 23 °C de temperatura) durante 24 horas antes de ser probadas en un compresómetro. *Valor mínimo		
<b>LLEVA RECUBRIMIENTO INTERIOR</b>		
Dpto de Control de Calidad	Responsable: f. _____	

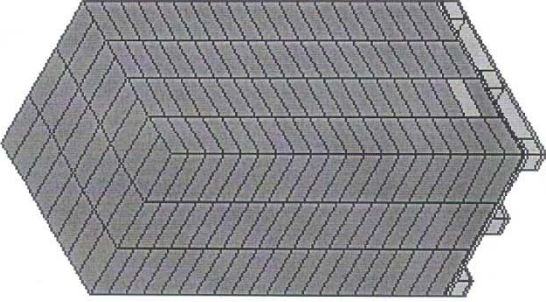
# APENDICE B

## CUBICAJE DE LA CAJA DE MANGO

Información de las Cajas

Longitud de caja int./externa: 32.60/34.00 cm  
 Ancho int./externo de la caja: 24.40/27.50 cm  
 Altura de caja int./externa: 10.00/11.00 cm  
 Corrugado por Caja: 0.01 m<sup>2</sup>  
 Peso de Caja llena: 4.00 m<sup>2</sup>  
 Compresión mínima Final: 0.00 m<sup>2</sup>  
 Holgura Int. en la Long. Caja: 0.00 cm  
 Holg. Int. en el Ancho de Caja: 0.00 cm  
 Holg. int. en Altura de Caja: 0.00 cm  
 RSC - Regular Slotted Container 125-250#B Flute  
 Tipo de Divisor Interno: Ninguno  
 Cod.:





Número de Paleta: 0002 Tipo de Paleta: 2

Inf. de Cajas en la Paleta: Eficiencia del Paletizado

Cajas/Long. de Paleta: 4 Eficiencia de Area: 100.00%

Cajas por Ancho de Paleta: 3 Eficiencia en Volumen: 97.71%

Cajas por Altura de Paleta: 20 Eficiencia en Peso: 66.00%

Cajas por Nivel: 12 Cajas para Máximo Teórico: 6

Total de Cajas por Paleta: 240 Total Empaques Primarios por Paleta: 0

Long. Carga	Ancho Carga	Alt. Carga	Peso Carga
110.00	102.00	220.00	960.00
110.00	102.00	234.50	990.00

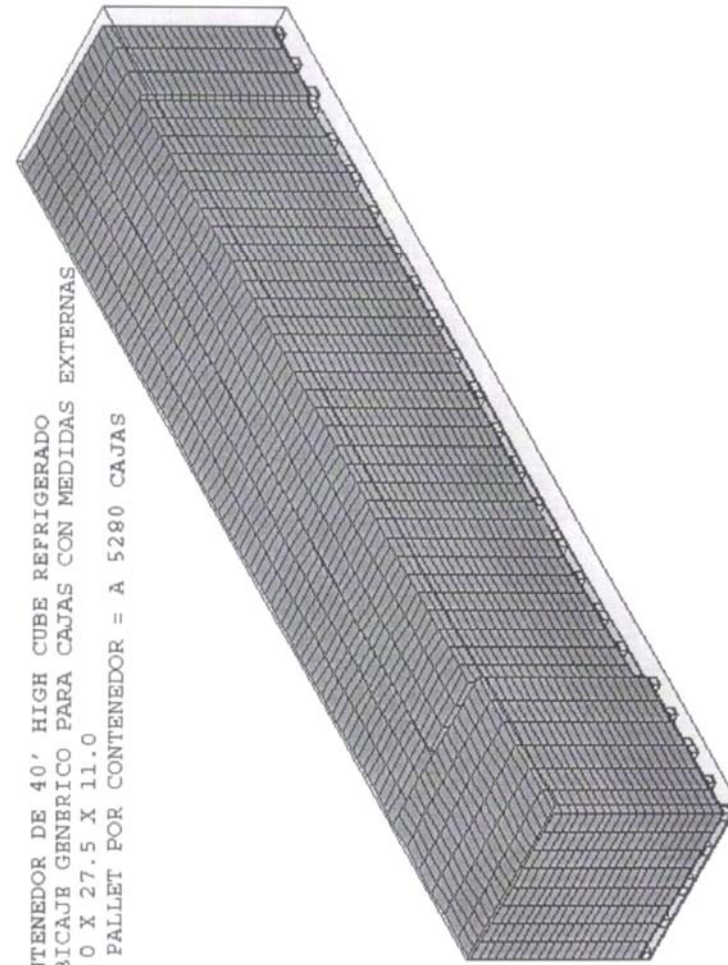
Factor de Unidad Estadística:  Unidades/UE: 0 UE/Paleta

HD = 937063  
 CLIENTE POTENCIAL  
 MANGOS 4 KILOS CON HOJA SCOREADA  
 TEST 200 DP

Descripción:

## APENDICE C

### CUBICAJE DE LA CAJA DE MANGO



Tipo de contenedor: High Cube 40'  
CONTENEDOR DE 40' HIGH CUBE REFRIGERADO  
CUBICAJE GENÉRICO PARA CAJAS CON MEDIDAS EXTERNAS  
34.0 X 27.5 X 11.0  
Total Paletas: 22  
Numero Total de Cajas 5280  
Total de Empaques Primarios: 0 22 PALLET POR CONTENEDOR = A 5280 CAJAS  
Long. Carga: 1194.00 cm  
Ancho Carga: 220.00 cm  
Alt. Carga: 234.50 cm  
Peso Carga: 21780.00 kg  
Volumen de la carga: 57.88 m<sup>3</sup>  
Eficiencia de Area: 93.87%  
Eficiencia en Volumen: 79.56%  
Eficiencia en Peso: 84.28%

# APENDICE D

## TIPO DE PALLET UTILIZADO



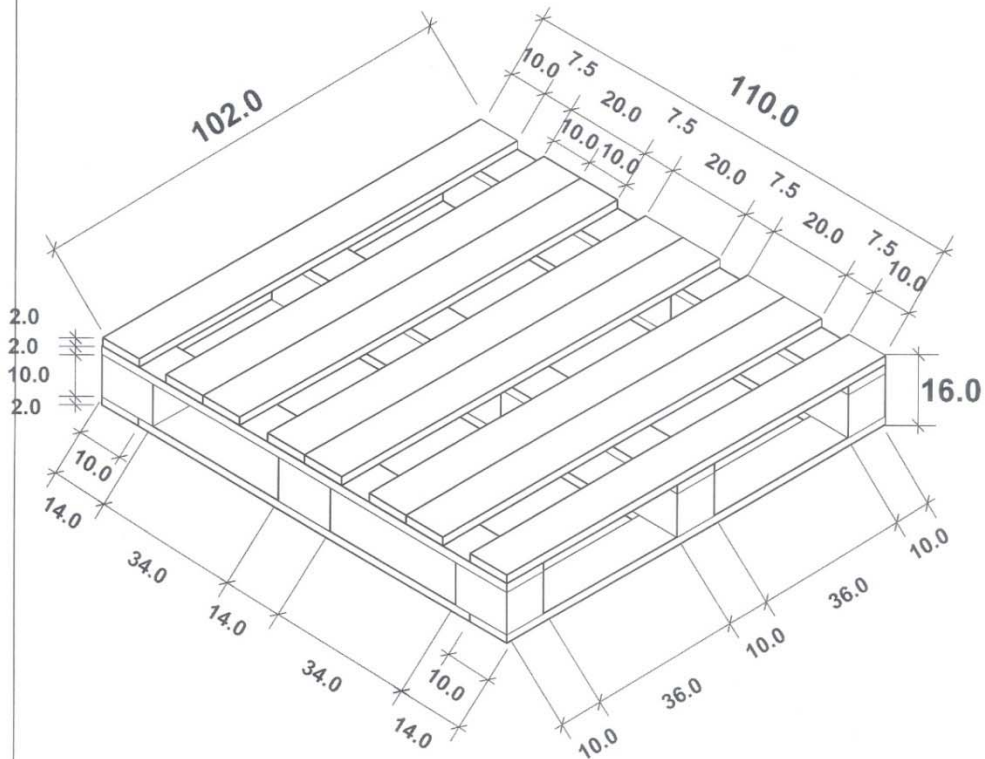
**GRUPO CARTOIPEL**

R4DI - DE - 7.3 - 04

Medidas internas: <b>102.0 X 110.0</b>		Cliente :		
Tamaño hoja neta :		Referencia :	Nº Troquel :	Escala :
Tamaño hoja a troquel:		Símbolo : <b>PALLET DE 102.0 X 110.0</b>		
Cabida :	Estilo : <b>PALLET</b>	Test :	Cierre :	
Troqueladora :	Ruta :	M.2 :	Peso :	B.C.T. :

Observaciones:

### VISTA SUPERIOR



Diseño :

Dibujo :

Aprobado por :

Fecha :

INGENIERIA DE EMPAQUES.

JORGE CALLE Z.

2 SEPTIEMBRE 2010



# APENDICE E

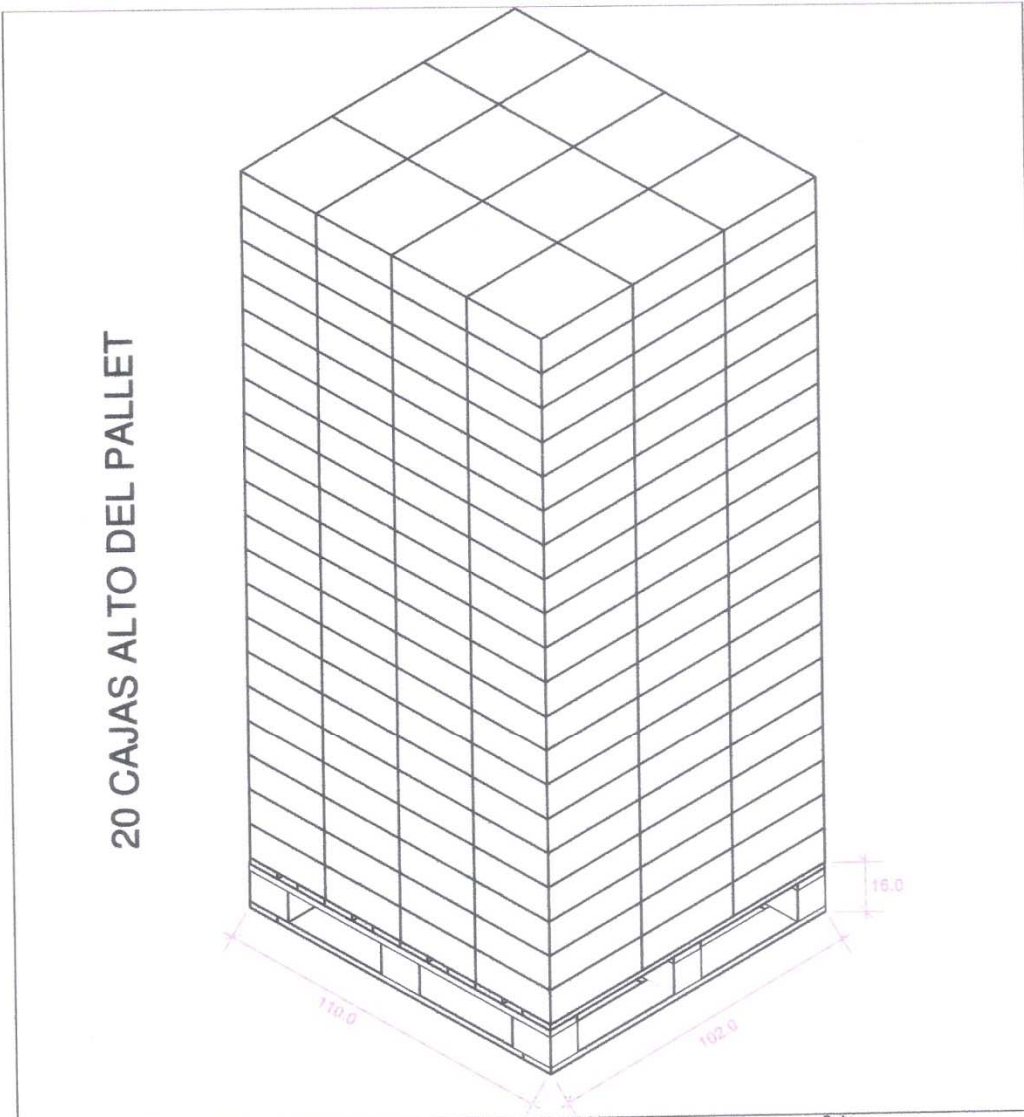
## PALETIZADO DE LA CAJA DE MANGO



Medidas Basicas: 32.0 X 24.6 X 10.1		Cliente :		
Tamaño hoja neta :		Referencia : 601318	Nº Troquel :	Escala: 1.14
Tamaño hoja a troquel:		Símbolo : MANGO 4 KILOS ACOMODO EN PALLET 102 X 110.0		
Cabida :	Estilo : ACOMODO CAJAS EN PALLET	Test : 225 BCO	Cierre : CAJA AUTOSELLABLE	
Troqueladora :	Ruta :	ML2 :	Peso :	Cajas por bulto :

**Observacione:**

ESTE PALLET ES EL IDEAL PARA LAS CAJAS DE MANGOS CON MEDIDAS EXTERNAS 34.0 X 27.5 X 11.0  
ACOMODO DE CAJAS EN EL PALLET 12 TENDIDO X 20 A LO ALTO = 240 CAJAS POR PALLET X 22 PALLET  
POR CONTENEDOR DE 40" PIES REFRIGERADO HIGH CUBE = 5.280 CAJAS



Diseño :	Dibujo :	Aprobado por :	Fecha :
INGENIERIA DE EMPAQUES.	JORGE CALLE Z.	XAVIER HERNANDEZ	SEPTIEMBRE 26 / 2000

## APENDICE F

TABLA DE INFORMACIÓN TECNICA

CLAVES CARTOPEL	PESO $Kg/m^2$		PESO A CONTENER (Kg)	CLAVES COLOMBIA	NORMA 41 FLAUTA "B"	NORMA 41 FLAUTA "C"
	FLAUTA "B"	FLAUTA "C"				
125	0.458	0.470	9	SS 0 350	20	23
150	0.526	0.538	12	450	23	26
175	0.570	0582	18	540		29
200	0.614	0.626	26	620		32
225	0.628	0.643	30	720		36
250	0.748	0.758	36	790		40
275	0.878	0.890	40			44
200 DP		0.880	36			42
275 DP		0.989	45	BC1050		48
400 DP		1.167	60			61
450 DP		1.299	65			78

# GLOSARIO

**Aletas:** Prolongaciones de cartón corrugado en una caja.

**Back:** Papel rugoso que forma la cara posterior del liner, la cual se va a pegar con el corrugado medio.

**Bandeja Autosellable:** Tipo de caja de cartón corrugado de armado manual.

**Bandeja PLAFORM:** Tipo de caja de cartón corrugado armado por la Máquina PLAFORM.

**Cabida:** Número de cajas a realizarse.

**Caja Regular:** Tipo de caja de cartón corrugado que no lleva troquel y se usa para cualquier producto.

**Caja Especial a Troquel:** Tipo de caja de cartón corrugado que lleva troquel y se usa para productos especiales como frutas.

**Caja Telescópica:** Tipo de caja de cartón corrugado que lleva troquel y se usa sólo para flores.

**Corte punteado:** Corte segmentado según la medida de la cuchilla.

**Corrugación:** Es la medida de la lámina de cartón corrugado en sentido de la flauta.

**Cuerpo Troquelador:** Realiza los cortes, ranuras y scores.

**Envase – Embalaje:** Empaque que sirve como recipiente que contiene cualquier producto y a su vez sirve para transportarlo.

**Flauta:** Onda que forma parte de los componentes del cartón corrugado.

**Piñón:** Rueda que tiene menos dientes de las dos que forman un engranaje.

**Recubrimiento interior:** Líquido que ayuda a la resistencia de la humedad que pueda absorber el cartón corrugado.

**Score:** Línea de dobles en la caja de cartón corrugado.

**Slot:** Ranura de una caja de cartón corrugado.

**Top:** Papel liso que forma la cara anterior del liner.

**Troquel:** Cuchillas que realizan cortes especiales.

**Ventana:** Perforación realizada por un troquel.

**Zuncho:** Aleta central en una Bandeja troquelada.