



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

ENVASE Y EMBALAJE DE ALIMENTOS.

ESTUDIO DE CARTON CORRUGADO COMO
EMBALAJE PARA BEBIDAS REFRESCANTES.

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERA EN ALIMENTOS
P R E S E N T A :
VIANEY ORTIZ SANTIAGO

ASESOR: I.Q. FERNANDO MAYA SERVIN.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA 14
MEXICO

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Envase y embalaje de alimentos. Estudio de cartón
corrugado como embalaje para bebidas refrescantes.

que presenta la pasante: Vianey Ortíz Santiago

con número de cuenta: 9102858-9 para obtener el título de :

Ingeniera en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 11 de junio de 2001.

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>II</u>	<u>I.O. Fernando Maya Servín</u>	<u>[Firma]</u>
<u>II</u>	<u>I.A. Alfredo Alvarez Cardenas</u>	<u>[Firma]</u>
<u>I</u>	<u>M.C. Ma. de la Luz Zambrano Zaragoza</u>	<u>[Firma]</u>

DEDICATORIAS

A Dios:

Que es la esencia que siempre esta conmigo.

A MIS PADRES:

Que siempre han sido el mejor ejemplo de superación, por todo su amor, tiempo, apoyo incondicional y por creer siempre en mí. ¡GRACIAS POR TODO!.

MAMA: Gracias por darme la vida, por ser mi mejor amiga y consejera.

PAPA: Gracias por protegerme, por respetarme y regalarme lo mejor de mi vida:

 Mi Familia, y gracias Dios por darme el mejor papá del mundo.

 ¡LOS QUIERO MUCHO!

A MI HERMANA :

Por ser mi mejor amiga y confidente, mi consejera, mi apoyo y sobre todo gracias por estar siempre conmigo y creer en mí.

A MI HERMANO :

Por que eres muy importante en mi vida, y una de mis principales motivaciones para superarme. Te quiero mucho desde el primer día que llegaste.

A MIS AMIGOS:

A todos mis amigos, con quienes he compartido momentos de muchos esfuerzos, momentos alegres, tal vez tristes, pero siempre me apoyan para seguir adelante.

Dicen que para contar los amigos sobran dedos de las manos, pero soy afortunada por sé que tengo muchos amigos, a quienes quiero mucho.

A LA UNAM:

Por ser la institución que me abrió las puertas para formarme y cumplir con la principal meta en mi vida.

A MIS PROFESORES:

Gracias a todos mis maestros por su tiempo y por compartir sus conocimientos para darme las bases de un nuevo comienzo.

INDICE

	PAGINA
Introducción	
Objetivo general	
Objetivos particulares	
Justificación	
1. ANTECEDENTES	
1.1 Aspectos generales de las bebidas refrescantes.	1
1.2 Definición y clasificación de las bebidas refrescantes.	3
1.3 Propiedades químicas de las bebidas refrescantes.	5
1.3.1 Ingredientes.	5
1.3.2 Preparación de bebidas refrescantes.	7
1.3.3 Parámetros químicos.	8
1.4 Materiales de envasado para bebidas refrescantes.	9
1.4.1 Definiciones.	9
1.4.2 Principales envases	10
1.4.2.1 Envases de vidrio.	10
1.4.2.2 Envases de lata metálica.	12
1.4.2.3 Envases poliméricos.	13
1.4.2.4 Envases laminados.	19

2. METODOLOGÍA

2.1 Descripción del cuadro metodológico.	21
2.2 Cuadro metodológico.	23

3. ESTRUCTURA DEL CARTÓN CORRUGADO Y SUS PROPIEDADES DE RESISTENCIA MECÁNICA.

3.1 Definiciones.	24
3.2 Estructura del cartón corrugado.	25
3.2.1 Caras.	26
3.2.2 Tipos de flauta.	29
3.2.2.1. Dirección de la flauta.	32
3.2.3 Adhesivos.	34
3.3 Tipos de corrugado.	35
3.4 Propiedades de resistencia mecánica.	40

4. FABRICACIÓN DEL EMBALAJE.

4.1 Fabricación del cartón corrugado.	44
4.1.1 Suajado.	45
4.1.2 Impresión.	46
4.2 Tipos de cajas.	47
4.2.1 Insertos o separadores.	49
4.3 Tipos de cierre.	50

4.3.1 Cierre de fabricante.	51
4.3.2 Cierre del consumidor.	52
5. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE CARGA.	
5.1 Almacenamiento del cartón corrugado.	53
5.1.1 Almacenamiento antes de su empleo.	53
5.1.2 Almacenamiento del embalaje con producto.	56
5.1.2.1 Tarimas.	57
5.1.2.2 Consideraciones de la forma de estiba.	58
5.2 Ciclo de distribución.	59
5.2.1 Clasificación de riesgos.	60
5.3 Características del transporte.	62
5.3.1 Simulación de transporte.	64
5.3.1.1 Prueba de la compresión.	65
5.3.1.2 Prueba de la caída libre.	66
5.3.1.3 Prueba de plano inclinado.	67
5.3.1.4 Prueba de vibración.	67
5.3.2 Prueba real del transporte.	67
CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFIA	71

INDICE DE CUADROS

- Cuadro 1: Producción nacional de bebidas.
- Cuadro 2: Producción de bebidas por subsectores.
- Cuadro 3: Clasificación de bebidas refrescantes.
- Cuadro 4: Propiedades químicas de bebidas refrescantes.
- Cuadro 5: Dimensiones de los diferentes tipos de flauta.
- Cuadro 6: Características de las flautas.
- Cuadro 7: Resistencia a la estiba en función al tipo flauta y dirección.
- Cuadro 8: Principales adhesivos.
- Cuadro 9: Clasificación de resinas.
- Cuadro 10: Riesgos de transporte.

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1: Estructura del cartón corrugado.
- Figura 2: Tipos de flauta.
- Figura 3: Dirección de la flauta.
- Figura 4: Tipos de corrugado.
- Figura 5: Tipos de cartón corrugado.
- Figura 6: Esquema de un corrugador (Simplificado y condensado).

Figura 7: Efecto de la impresión en la resistencia a la compresión.

Figura 8: Tipos de cajas (Cartón corrugado, 2001)

Figura 9: Tipos de cierre de la caja.

Figura 10: Formas de unión de la caja.

Figura 11: Tipos de paletizado.

Figura 12: Riesgos de un embalaje.

Figura 13: Líneas de resistencia a la compresión.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar las propiedades de resistencia mecánica del cartón corrugado, en función a su estructura, para establecer los parámetros que influyen en su función como embalaje para bebidas refrescantes, así como su relación con el transporte de carga y almacenamiento.

OBJETIVO PARTICULAR 1

Analizar las características de los principales materiales de envasado para las bebidas refrescantes, como criterio para la elección de las propiedades de resistencia mecánica del cartón corrugado.

OBJETIVO PARTICULAR 2

Analizar la estructura del cartón corrugado para establecer sus propiedades de resistencia mecánica.

OBJETIVO PARTICULAR 3

Estudiar la formación del embalaje para establecer los principales factores que influyen en las propiedades de resistencia mecánica del cartón corrugado.

OBJETIVO PARTICULAR 4

Analizar las características del transporte de carga y las condiciones de almacenamiento para establecer su relación con el embalaje.

JUSTIFICACIÓN

Hoy en día se considera que el 90 por ciento de los embalajes utilizados son elaborados a partir de cartón corrugado. Por su costo y eficiencia es el material de embalaje más usado, ya que además pueden lograrse buenas impresiones sobre sus caras, dependiendo de los materiales utilizados, dando de esta forma la posibilidad de desempeñar funciones no sólo de embalaje sino también de exhibidor.

Sin embargo el cartón corrugado, es uno de los materiales a los que menos tiempo se le dedica, lo cual tiene consecuencias importantes, ya que una vez que el producto sale del área productiva, e incluso de los almacenes, no se puede garantizar el trato que se le dará al producto, el cual generalmente es muy drástico.

Actualmente el cartón corrugado es un material con mayor demanda para la elaboración de embalajes para bebidas refrescantes, debido a que presenta las ventajas de ser más ligero, tiene la versatilidad de ser un medio informativo para el consumidor, es económico y reciclable. Por ello es importante estudiar las propiedades del cartón corrugado como embalaje ya que las pérdidas generadas por producto devuelto son cuantiosas y generalmente son provocadas por un inadecuado embalaje.

INTRODUCCION

El trabajo realizado tiene como objetivo, aportar un documento de apoyo en cuanto al estudio del cartón corrugado como embalaje para bebidas refrescantes.

El cartón fue creado en el siglo pasado y en la actualidad sigue siendo de suma importancia, incluso su uso se ha extendido tanto, que es indispensable en estos tiempos, aun a pesar del gran avance que se han tenido en las películas, las cajas de cartón no han podido ser desplazadas en su totalidad.

Para la industria el objetivo es que llegue en buenas condiciones el producto al consumidor, por ello es importante conocer la estructura del embalaje, tomando en consideración a quién va dirigido en que tipo de maquina será llevado, como será transportado, tiempo de almacenamiento, forma de consumo y por supuesto el tipo de material del envase que contiene la bebida refrescante.

Con fundamento a lo anterior, el estudio se desarrollo de la siguiente manera:

En el capítulo uno se presenta un panorama de los antecedentes de las bebidas refrescantes, consumo, definiciones, clasificación, preparación y el análisis de los materiales de envasado.

Para llevar acabo el estudio del proyecto fue necesario plantear una metodología, con el fin de darle un seguimiento. En el capítulo dos se muestra a detalle la metodología que se siguió para dar respuesta al objetivo general y objetivos particulares.

En el capítulo tres se abordan las propiedades de resistencia mecánica del cartón corrugado, tomando como base la estructura característica de este material, donde se analizan cada uno de sus componentes.

En el capítulo cuatro se estudio la formación del cartón corrugado y se analizaron los parámetros que influyen en sus propiedades de resistencia mecánica.

Para el cartón corrugado en su función como embalaje, es el de proteger el producto de factores externos, sin embargo a lo largo del ciclo de distribución se presenta una serie de riesgos, los cuales se analizaron en el capítulo cinco y se estableció la relación que existe entre el embalaje y las condiciones de almacenamiento y las características del transporte de carga.

Para finalizar se presentan las conclusiones del estudio realizado.

1. ANTECEDENTES

1.1 ASPECTOS GENERALES DE LAS BEBIDAS REFRESCANTES

En la actualidad la industria de bebidas es de gran importancia a nivel mundial, sin duda los refrescos, aguas, jugos, etcétera, forman parte de la cultura y costumbres alimenticias de la población mundial.

Los criterios de consumo son variados y están fundamentalmente, influenciados por factores culturales, económicos, alimenticios y religiosos en algunas ocasiones. En los países del tercer mundo se consideran como parte importante del aporte calórico en las dietas de la población, como fuente de energía barata y de fácil acceso. Por el contrario, el comportamiento de los consumidores en los países desarrollados está más caracterizado por aspectos relacionados con una alimentación sana, una elevada sensibilidad al contenido de calorías, y al aspecto novedoso de envasado y presentaciones atractivas de los productos. La industria mundial de bebidas tiene un impacto importante en los índices económicos dentro del contexto globalizado de la economía del planeta. (*Bureau, 1996*).

Las principales razones de este alto consumo, se entienden por las características económicas de la población, del clima, la falta de agua de calidad, y los precios relativamente bajos respecto a los ingresos de los consumidores.

Durante 1996 la industria de bebidas registró un crecimiento de 1.3% con respecto a 1997, ya que durante este año se elaboraron 19,637 millones de litros y la producción del año anterior fue de 19,122 millones de litros, como se muestra en el cuadro 1. El subsector que presentó mayor crecimiento fue el de elaboración de jugos y néctares con 19.8%, siguiendo el subsector de envasado de leche en 3.4%, el subsector refrescos y bebidas refrescantes lo hizo en 2.5% y el de bebidas alcohólicas en 1.4%.

Cuadro No. 1: Producción nacional de bebidas.

AÑO	PRODUCCION
1994	18,970,189
1995	18,261,258
1996	19,122,796
1997	19,637,679

Boletín AMME, 1998

En el cuadro 2 se observa que el subsector de refrescos y bebidas refrescantes representa el 54.89% del total de la producción de la industria de bebidas en México, seguido por la elaboración de bebidas alcohólicas con el 25.96%, seguido por leche envasada y por último jugos y néctares.

Cuadro No. 2: Producción de bebidas por subsectores.

SUBSECTOR	% PRODUCCION
Refrescos y bebidas refrescantes	54.89
Bebidas alcohólicas	25.96
Leche envasada	16.78
Jugos y néctares	2.37
Total	100

Boletín AMME, 1998

1.2 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS BEBIDAS REFRESCANTES.

El término bebidas refrescantes (*soft drinks*) está abierto a diversas interpretaciones por lo que es necesaria una cuidadosa definición. En su más amplia aceptación el término engloba a las bebidas sin alcohol, pero en su uso corriente se excluye al té, café, y bebidas basadas en la leche. (*Varnam, 1997*).

Las bebidas refrescantes, son líquidos a base de agua destinados a calmar la sed, se caracterizan por su contenido significativo de azúcar, así como de la presencia de saborizantes, ácidos, colorantes y conservadores.

Las bebidas refrescantes se dividen en dos tipos: carbonatadas (con gas) y sin él y la legislación permite la producción de muchos tipos diferentes, como se muestra en el cuadro No 3.

Cuadro No. 3: Clasificación de bebidas refrescantes.

BEBIDAS NO CARBONATADAS	BEBIDAS CARBONATADAS
Aguas purificadas o de mesa	Refrescos
Bebidas de sabores	Aguas minerales
Bebidas a base de frutas	Refrescos bajos en calorías
Bebidas isotónicas	
Bebidas nutricionales	
Bebidas bajas en calorías	

Ashurst, 1999

- a) **Bebidas de sabores:** Son bebidas endulzadas y se caracterizan por el contenido de aceites esenciales y sabores de frutas naturales o artificiales, aportando una amplia gama de sabores. *(Ashurst, 1999)*.
- b) **Bebidas a base de frutas:** Estas bebidas se caracterizan por su contenido de hasta un 12% de zumo natural y/o concentrados. Apenas y aportan vitaminas y minerales y una cierta cantidad de carbohidratos. *(Ashurst, 1999)*.
- c) **Bebidas isotónicas:** Es una bebida endulzada y aromatizada con extractos de frutas y cítricos, se caracteriza por su sabor amargo debido a su contenido de quinina, que es un ligero estimulante del sistema nervioso. *(Ranken, 1993)*. También son denominadas bebidas deportivas, por su característica de equilibrar y reponer los electrolitos, estos están presentes en la formulación para facilitar la absorción del agua; los electrolitos principales son: sodio, cloruro, potasio, magnesio, calcio, hierro, fosfatos y carbonatos. *(Varnam, 1997)*.
- d) **Bebidas nutricionales:** Son las que se elaboran con un mínimo de 1.5% de proteínas o sus hidrolizados de calidad proteica equivalente al de la caseína; también pueden contener vitaminas, minerales y/o sales. *(NMX-F-439-1983)*.
- e) **Bebidas bajas en calorías:** Son aquellas que en su composición eliminan el uso del azúcar, sustituyéndola por edulcorantes autorizados, siendo los de mayor uso el aspartame y acesulfame K. *(NMX-F-439-1983)*.

- f) **Bebidas carbonatadas:** El término bebidas carbónicas o carbonatadas incluye una amplia variedad de bebidas. Históricamente, las bebidas carbonatadas surgieron de las aguas minerales carbonatadas. Se caracterizan por la presencia del dióxido de carbono.

Aguas minerales: Estas pueden estar gasificadas de forma natural o tener dióxido de carbono añadido. (*Ranken, 1993*).

Refrescos bajos en calorías: Son bebidas a las que se les ha eliminado el azúcar y se han sustituidos por edulcorantes autorizados. (*Ranken, 1993*).

1.3 Propiedades químicas de las bebidas refrescantes.

El agua es la base esencial de todas las bebidas, aunque por lo general estas contienen ingredientes que las hacen apetecibles. Como ya se mencionó estas son endulzadas, saborizadas, aciduladas, coloreadas, con o sin gas (dióxido de carbono), y a veces son conservadas mediante un aditivo químico. (*Potter, 1973*).

1.3.1 Ingredientes.

- a) **Agua:** Es el principal ingrediente y puede representar hasta el 92% de la bebida. Es esencial que tenga el máximo grado de pureza química factible comercialmente, ya que los rastros de impurezas tiende a reaccionar con diversos componentes de la bebida. El nivel de alcalinidad tiene que ser bajo a fin de prevenir la neutralización del ácido empleado. Lo cual alteraría su sabor y disminuiría su estabilidad. Los niveles de hierro y manganeso tienen que ser bajos para prevenir la reacción con agentes colorantes y los saborizantes. El

cloro residual tiene que ser casi inexistente, ya que afectarían en forma adversa el sabor de la bebida. La turbidez y el color tienen que ser mínimos para que no disminuyan la apariencia de la bebida. El nivel de materia orgánica así como de sólidos inorgánicos tiene que ser bajo, ya que las partículas coloidales proporcionarían núcleos para la acumulación del dióxido de carbono y su liberación de la solución. (Potter, 1973).

- b) **Azúcar:** El producto final contiene del 8 al 14% de azúcar. Este no sólo contribuye dulzura y calorías a la bebida sino que también le da cuerpo y una textura que se aprecia en la boca. Por ello cuando se sustituye el azúcar, se requiere un ingrediente adicional como carboximetil celulosa o una pectina, para darles cuerpo.

- c) **Saborizantes:** Estos existen en forma de compuestos saborizantes sintéticos, extractos de sabores naturales, y concentrados de jugos de fruta: Tienen que permanecer estables bajo las condiciones ácidas de la bebida y bajo exposición a la luz durante un año, como mínimo, ya que las bebidas envasadas suelen almacenarse por este tiempo o más. (Potter, 1973).

- d) **Colorantes:** Los más importantes agentes colorantes empleados son sintéticos, también se emplea el color obtenido de azúcar quemado, que no es sintético. Se prefieren estos materiales colorantes a los naturales de la fruta, debido a su mayor fuerza colorante y su mayor estabilidad.

- e) **Acido:** Los principales ácidos utilizados son el fosfórico, cítrico, tártrico y málico. Con excepción del ácido fosfórico, todos estos son importante ácidos naturales de la fruta, de manera que se emplean más bien para mejorar las bebidas con sabor a fruta, y el cítrico es el que más se usa. Además de mejorar el sabor, el ácido ejerce acción preservativa en las bebidas.
- f) **Dióxido de carbono:** Mejora el sabor, contribuye acción ácida preservativa, produce una sensación de hormigueo en la lengua, y da a la bebida una apariencia efervescente y espumosa. La cantidad empleada varía según el sabor y la marca.
- g) **Conservadores:** Se requiere el uso de conservadores para prevenir la aparición de alteraciones en los períodos prolongados de almacenamiento a temperatura ambiente. Se utilizan principalmente el ácido benzoico y benzoatos ácido sórbico y sorbatos. (*Varnam, 1997*).

1.3.2. PREPARACIÓN DE BEBIDAS REFRESCANTES.

La tecnología de la preparación de las bebidas refrescantes es relativamente sencilla. Básicamente consiste en una serie de mezclados. La primera mezcla que se lleva acabo es para la preparación del jarabe, el cual es una solución de azúcar, que generalmente es pasteurizada. (*Varnam, 1997*).

Una vez preparado el jarabe, se mezclan los ingredientes mencionados y con agua restante..

Para bebidas con gas el agua se desairea para conseguir una carbonatación efectiva. Las bebida pueden ser carbonatadas después de ser enfriadas.

En el caso de prepara bebidas sin gas generalmente son pasteurizadas a temperaturas de 92 a 105°C, durante 30 segundos, para eliminar cualquier riesgo microbiológico. (Soroa, 1965).

1.3.3 PARAMETROS QUIMICOS.

Debido a que las bebidas son muy populares entre todas las edades, la legislación alimentaria, debe asegurar su calidad. Algunos países tienen ciertas especificaciones para la calidad; sin embargo las reglamentaciones difieren respecto a las normas de composición. (Ashurst, 1999).

En el cuadro 4 se presenta algunos parámetros químicos para bebidas refrescantes. Como se puede ver es un alimento ácido, lo cual en combinación con las características preservativas de algunos ingredientes, se obtiene un producto de larga vida de anaquel (1 año aproximadamente), esto considerado que su almacenamiento es a temperatura ambiente.

Cuadro No. 4: Propiedades química de bebidas refrescantes.

PARAMETRO	%
° Brix	6.7 - 12.0
Acidez	0.13 - 0.30
pH	2.6 - 3.4

Muller, 1996

1.4 MATERIALES DE ENVASADO PARA BEBIDAS REFRESCANTES.

Los conceptos tradicionales en que anteriormente se basaba las decisiones sobre el envase eran costo y producción, quizá por que la apertura comercial no se había hecho presente y las opciones para el consumidor eran reducidas. Actualmente, los producto nacionales se enfrentan y compiten con extranjeros, mostrando así una gama más amplia de materiales de envasado para bebidas refrescantes; basados en sus características de protección, compatibilidad con el producto, su funcionalidad, y por su puesto para atraer la atención.

Sin embargo para la comprensión del trabajo es necesario definir algunos términos.

1.4.1 DEFINICIONES.

Envase: Es cualquier recipiente adecuado que esta en contacto directo con el producto, para protegerlo, conservarlo e identificarlo; y proporciona una mayor facilidad de manejo, uso y transporte de los productos.

Envase primario: Es el recipiente que mantiene contacto directo con el producto.

Por su consistencia los envases se clasifican en envases rígidos, semirígidos y flexibles, aspecto que define si el producto puede o no aportar resistencia a la carga de producto en una estiba (resistencia a la compresión), y que por lo tanto lo determina el embalaje. (AMME, 1997).

Envases rígidos: Envases con forma definida no modificable y cuya rigidez permite colocar producto estibado sobre el mismo, sin sufrir daños, ejemplo: envases de vidrio, latas metálicas.

Envases semirígidos: Envase cuya resistencia a la compresión es menor a la de los envases rígidos, sin embargo cuando no son sometidos a esfuerzos de compresión su aspecto puede ser similar a la de los envases rígidos, ejemplo: envases plásticos.

Envases flexibles: Envases fabricados de películas plásticas, papel, hojas de aluminio, laminaciones, etc. Y cuya forma resulta deformada prácticamente con su solo manipuleo. Este tipo de envase no resiste producto estibado. (*Fellows, 1994*).

1.4.2 PRINCIPALES ENVASES.

Durante muchos años el vidrio ha sido el material más ampliamente usado en la producción de botellas para la industria de bebidas refrescantes. En años recientes han competido crecientemente las latas metálicas, los laminados, así como envases fabricados con polímeros. (*Ranken, 1993*).

1.4.2.1 ENVASES DE VIDRIO.

Es inerte respecto a los alimentos, impermeable a los gases, a los vapores, a los aromas, olores, a los aceites y tiene la característica de ser transparente. La suave superficie interna de los recipientes de vidrio facilita su lavado y esterilización, permitiendo así su uso repetido.

El vidrio es pesado, se rompe por impacto mecánico y no puede tolerar cambios bruscos de temperatura. La resistencia mecánica de los envases de vidrio aumenta con el grosor del vidrio en cuerpos y fondos. Sin embargo, el diseño también influye en la resistencia, ya que las formas cilíndricas son más resistentes que las más complejas, que tienen aristas más agudas. Estos envases se debilitan con el uso, debido a la abrasión de la superficie por contacto de unos con otros o entre ellos y otras superficies. La resistencia de los envases de vidrio a los cambios bruscos de temperatura, conocida como resistencia al choque térmico, se reduce a medida que aumenta el grosor del vidrio. *(Brennan, 1998)*.

Las botellas de vidrio se fabrican calentando una mezcla de arena, óxido sódico y óxido de calcio, con una determinada proporción de vidrio fundido reaprovechado. La masa de vidrio fundido se moldea por soplado o por prensado; una vez confeccionado, el envase se cuece a 540 - 570°C para liberarle de tensiones y se enfría cuidadosamente en condiciones controladas para evitar su distorsión o rotura. *(Fellows, 1994)*.

El cierre de los envases de vidrio implica la compresión, por la tapa, de un disco resiliente (o junta) contra la superficie de cierre rígida del vidrio y el mantenimiento de la compresión por un mecanismo de retención de la tapa. El componente resiliente puede ser de corcho, goma o plástico y la tapa de metal o de plástico. La tapa puede ser roscada, doblada hacia dentro el borde del envase o presionada sobre él. *(Brennan, 1998)*.

1.4.2.2 ENVASE DE LATA METALICA

Los metales más usados en envase son: el acero inoxidable, la hojalata (lámina de acero recubierta de estaño por ambos lados) de aluminio y cromo.

Tiene versatilidad en su diseño, alta resistencia (del acero y de la hojalata) al impacto y al fuego. Ofrece el más alto grado de seguridad, resisten las temperaturas de esterilización, buena termoconductividad. Alta barrera a los rayos ultravioleta, barrera a gases y grasas. Es inerte si se le aplica adecuadamente el recubrimiento interior que aisle el metal del producto, larga vida de anaquel. Bajo peso en el aluminio y facilidad de laminación. (Brennan, 1998).

Las latas de tres piezas están constituidas por un cuerpo, una tapa y un fondo y se utilizan para contener herméticamente, para alimentos tratados o no térmicamente. Se fabrican a partir de chapa de acero recubierta por ambas caras con una capa de estaño. Las innovaciones en el material o proceso de elaboración que han permitido reducir costos es la utilización de hojalata más delgada, elaborada por un proceso de doble reducción en frío y las ondulaciones del envase, que le confiere mayor resistencia; la aplicación de recubrimiento de estaño de distinto grosor en ambas caras, entre otros.

Las latas de aluminio de dos piezas tienen la ventaja de ser más resistentes, el recubrimiento de la laca es más uniforme, ahorran material y son más atractivas, se forma mediante dos métodos: DWI (*draw-and-wall-iron*) y DRD (*draw-and-redraw*).

En el sistema DWI la máquina corta un disco de chapa y un vástago lo fuerza contra aberturas de diámetro progresivamente menor estirándolo hasta que las paredes se han alargado suficientemente para obtener la altura de cuerpo adecuada, este proceso permite controlar el grosor de la pared. Con el método DRD es, en sus fases iniciales, semejante al DWI, pero en aquél, en lugar de reducir el grosor de las paredes del cuerpo por planchado, el grosor de la chapa es siempre el mismo y las paredes del envase se forman a partir del material que constituye el fondo. Estos envases se lacan interiormente para evitar cualquier interacción con el contenido, el tipo de laca depende del tipo de metal empleado y del alimento en cuestión; normalmente se emplean lacas a base de compuestos epoxifenólicos o vinílicos. (Fellows, 1994).

1.3.2.3. ENVASES POLIMERICOS.

Los polietilenos pertenecen al grupo de los polímeros de las poliolefinas, la combinación de propiedades útiles, fácil fabricación y buenos aspectos económicos han originado que se les considere como materiales comerciales. (Rubín, 1999). Estos polímeros provienen de hidrocarburos simples, compuestos por átomos de carbono e hidrógeno y con dobles enlaces.

Las principales ventajas es que son más resistentes a la corrosión, son menos pesados, lo cual permite un ahorro del 40% en gastos de transporte y distribución. Se elaboran a temperaturas más bajas que el vidrio, lo cual supone cierto ahorro

energético; pueden moldearse con precisión en diversas formas flexibles, son resistentes y fácil de sellar. Sin embargo, no son reutilizables, son menos resistentes al calor y de menor rigidez que el vidrio o el metal. (*Fellows, 1994*).

Los más usados para la fabricación de envases para bebidas refrescantes son: el polietileno alta y baja densidad, el tereftalo de polietileno (PET), cloruro de polivinilo (PVC) y polipropileno. Los principales métodos utilizados para fabricar estos envases son: termoformado, el moldeo por soplado, moldeo por inyección y moldeo por compresión. (*Brennan, 1998*).

Cualquiera que sea el procedimiento de transformación, extrusión o inyección, incide directamente en las propiedades de los cuerpos huecos fabricados. Los procesos se basan en un mismo esquema de producción: plastificación de la materia prima, conformación de la masa plastificada y fijación de esta forma por enfriamiento. (*Bureau, 1996*).

1. POLIETILENO ALTA DENSIDAD

Tiene una densidad en el rango de 0.941 - 0.965 g/cm³; tiene una estructura ramificada, presenta un alto grado de cristalinidad, siendo así un material opaco y de aspecto ceroso, es más resistente, más grueso, menos flexible y más quebradizo que el de baja densidad, pero es más impermeable que éste a los gases y el vapor de agua. Su temperatura de reblandecimiento es más elevada (121°C) por lo que puede esterilizarse al calor. Las bolsas fabricadas con polietileno de alta densidad son muy resistentes al desgarramiento, a la tensión y a la

penetración y sus cierres también lo son. Es impermeable al agua y químicamente muy resistente. (*Fellows, 1994; IMPI, 1997*).

2. POLIETILENO BAJA DENSIDAD

Tiene una densidad de $0.910 - 0.925 \text{ g/cm}^3$; su estructura es ramificada y en su mayor parte es amorfo, se comporta como un material altamente flexible y su apariencia natural es traslúcida. (*IMPI, 1997*).

Es químicamente inerte, termosellable, no posee olor alguno y se retrae por calentamiento. Es impermeable al agua y relativamente poco permeable al vapor de agua y gases; es sensible a los aceites y los olores. Es más barato que la mayor parte de las películas flexibles, por lo que es muy utilizado. A veces se le somete a un tratamiento especial antideslizante para que los envases puedan apilarse o, por el contrario, a tratamientos deslizantes que faciliten la introducción de un envase dentro de otro. (*Fellows, 1994*).

3. POLIETILENO LINEAL DE BAJA DENSIDAD

Como el polímero presenta moléculas que son esencialmente lineales, las formas cristalinas son más compactas y ello ocasiona que se obtenga una película menos transparente que con el polietileno baja densidad. (*IMPI, 1997*). Su peso molecular es más homogéneo que el del polietileno de baja densidad y tiene una fuerza de contención mayor, las propiedades adhesivas de ambas películas han sido modificadas con objeto de incrementar al máximo la adhesión de capas adyacentes pero de reducir al mínimo la adhesión entre envases. (*Rubín, 1999*).

Dentro de sus propiedades tiene mayor resistencia a la tracción, al rasgado y a la perforación.

4. POLIETILEN TEREF TALO (PET)

El tereftalo de polietileno. es una película brillante, transparente, muy resistente, y tiene un buen balance de permeabilidad a gases tales como el CO₂, oxígeno, nitrógeno y vapor de agua. Es flexible a temperaturas de -70 +135°C y apenas si encoge por variaciones en la temperatura o la humedad relativa ambiental. (Fellows, 1994).

La propiedad más singular del PET, es que debido a que muestra una baja temperatura de transición vítrea (T_g = 70°C), se puede controlar el grado de cristalinidad del polímero mediante el proceso de transformación, es decir, que si se enfría razonablemente rápido desde su estado fundido, arriba de 270°C, hasta una temperatura menor a la de transición vítrea, solidifica en estado amorfo obteniéndose un producto de apariencia transparente. Contrariamente si el polímero se calienta por arriba de la T_g, entonces tomará lugar la cristalización y como consecuencia el producto moldeado será opaco. (IMPI, 1997).

5. CLORURO DE POLIVINILO (PVC)

En el sector de bebidas se utiliza en forma amorfa u orientada, para la fabricación de botellas de contenido relativamente grande.

Es un material esencialmente amorfo; la gran polaridad que imparte el átomo de cloro transforma al PVC en un material rígido. La resina de PVC directamente de cualquier proceso de polimerización, sin importar sus características de peso molecular y composición, es inútil para cualquier proceso de transformación. Por ello debe acompañarse con una serie de aditivos que proporcionen las características necesarias para ser procesado.

El PVC es un material químicamente resistente a líquidos corrosivos, soluciones básicas y ácidas, detergentes y agua. (IMPI, 1997).

6. POLIPROPILENO

El polipropileno presenta excelente resistencia química. Puede ser ligeramente atacado por algunos hidrocarburos no polares, también es sensible a la degradación por oxidación con calor o radiación UV, pero puede protegerse con aditivos adecuados. Presenta una moderada rigidez y tenacidad por lo que se clasifica como un plástico semirígido. Su resistencia a la abrasión es particularmente buena en comparación con el polietileno.

Existen dos tipos de polipropileno: homopolímero y copolímero; los primeros tienden a ser frágiles a bajas temperaturas debido a su alta temperatura de transición (Tg) de -20°C. Los copolímeros son más tenaces, se obtienen a partir de la copolimerización de etileno, butilo o elastómeros de etileno - propileno. El propileno en general se puede procesar por los métodos convencionales: inyección, extrusión, soplado, termoformado.

El polipropileno tiene menor densidad que el PVC, mayor rendimiento y menor costo del producto; las botellas se comparan con el brillo y claridad del PVC. Tiene mayor resistencia que el PVC a compuestos químicos que contienen los productos de consumo.

En comparación con el polietileno alta densidad, es su mejor brillo y transparencia, las piezas de las paredes delgadas permiten ver con más claridad

el producto de consumo; los envases de polipropileno se pueden llenar en caliente a temperaturas por arriba de 100°C y su resistencia al impacto se compara con las de polietileno alta densidad.

La transparencia de las botellas bioorientadas de polipropileno, se comparan con las de PET, sus ventajas en comparación con el PET son: mejor barrera a la humedad, mayor resistencia a la temperatura, menor costo en botellas, menor densidad y mayor rendimiento.

PROCESOS DE TRANSFORMACION

- a) Extrusión: Es un proceso continuo, en el que la resina es fundida por la acción de la temperatura y fricción, es forzada a pasar por un dado que le proporciona una forma definida, y enfriada finalmente para evitar deformaciones permanentes; se fabrican por este proceso bolsas como envases para alimentos.
- b) Inyección: El moldeo por inyección es un proceso intermitente para producir piezas de plástico que consisten básicamente de: un sistema de fusión y mezclador de la resina, diseñado para expulsarla a alta presión una vez que se encuentra en estado líquido; un molde metálico hecho de dos o más piezas, cuya cavidad tiene la forma exterior de la pieza deseada y; un sistema de cierre de molde que evita que éste se abra al recibir la presión interna del plástico fundido; mediante este proceso se fabrican envases y tapas principalmente.

- c) Soplado: El moldeo por soplado es un proceso discontinuo, donde una resina termoplástica es fundida, transformada en una preforma hueca y llevada a un molde final en donde, por la introducción de aire a presión en su interior, se expande hasta tomar la forma del molde es enfriada y expulsada como un artículo terminado. Para la producción de la preforma, se puede considerar la mitad del proceso como conjunto y utilizando el proceso de inyección o extrusión, permitiendo que el proceso de soplado se divida en dos grupos distintos: inyección - soplo y extrusión - soplo. Por este proceso se obtienen botellas. Con el proceso de inyección soplo se utiliza para obtener botellas de boca ancha, con o sin cuerda. Con el proceso extrusión - soplo se obtienen envases de boca angosta, con o sin cuerda.
- d) Termoformado: Es un proceso de transformación secundario, una lámina de material termoplástico se moldea por la acción de temperatura y presión. La temperatura ayuda a reblandecer la lámina y por medio de moldes y la intervención de vacío o presión, se adquiere la forma final. (IMPI, 1997).

1.4.2.4 ENVASES LAMINADOS

Un laminado consta de dos o más capas de material flexible. Se fabrican con papel o cartón, películas flexibles y hojas metálicas delgadas. El papel o el cartón le confieren resistencia; protegen a la lámina metálica y proporcionan una superficie adecuada para la impresión. Las películas refuerzan las propiedades de barrera del laminado metálico y proporciona una superficie termosellable. La

lámina metálica actúa como barrera y confiere un aspecto atractivo al laminado. Los laminados pueden ser de papel-papel, papel-película, papel-hoja metálica, película-hoja metálica o papel-película-hoja metálica. Las capas del laminado pueden unirse mediante adhesivos. Si una o varias capas son termoplásticas, pueden unirse a otras por simple contacto mediante aplicación de calor. Las películas termoplásticas recién extruidas, todavía no solidificadas, pueden unirse a otras por simple contacto. (*Brennan, 1998*).

1. CARTON RECUBIERTO

Para un envasado aséptico se emplea este tipo de envases que son a base de capas de polietileno baja densidad - papel - polietileno de baja densidad - aluminio - adhesivo - polietileno de baja densidad. Existen dos métodos de fabricación. En uno de ellos el material se suministra en forma de un tubo plegado. Las cajas se despliegan en la línea de llenado donde se llenan y cierran. En este método, el cierre superior se efectúa sobre el alimento, dejando un espacio de cabeza que permita agitar el contenido evitando que se pierda al abrir el envase. En un segundo método, el producto laminado se suministra en rollos y se transforma en cajas en la propia línea de envasado. Ambos tipos de cajas poseen las siguientes ventajas: son irrompibles, no se precisa de etiquetado o colocación de tapa alguna. La energía consumida para su fabricación es menor y el ahorro de peso es sustancial, comparado con los envases de vidrio o metálicos. Se abren sin dificultad y se desechan fácilmente. Ahorra espacio de estantería y la superficie imprimible es muy amplia. (*Fellows, 1994*).

2. METODOLOGIA

2.1 DESCRIPCION DEL CUADRO METODOLOGICO.

En el cuadro metodológico, se establece el procedimiento descrito en bloques para dar seguimiento del estudio realizado iniciando con el planteamiento del objetivo general, y los objetivos particulares, posteriormente se realizó una recopilación de la información y su análisis.

En el objetivo particular 1, se analizaron los aspectos generales de las bebidas refrescantes: clasificación, definiciones y sus propiedades químicas. Se definieron términos importantes como envase y su clasificación en función a su rigidez, ya que va relacionado con el tipo de material de envasado para las bebidas.

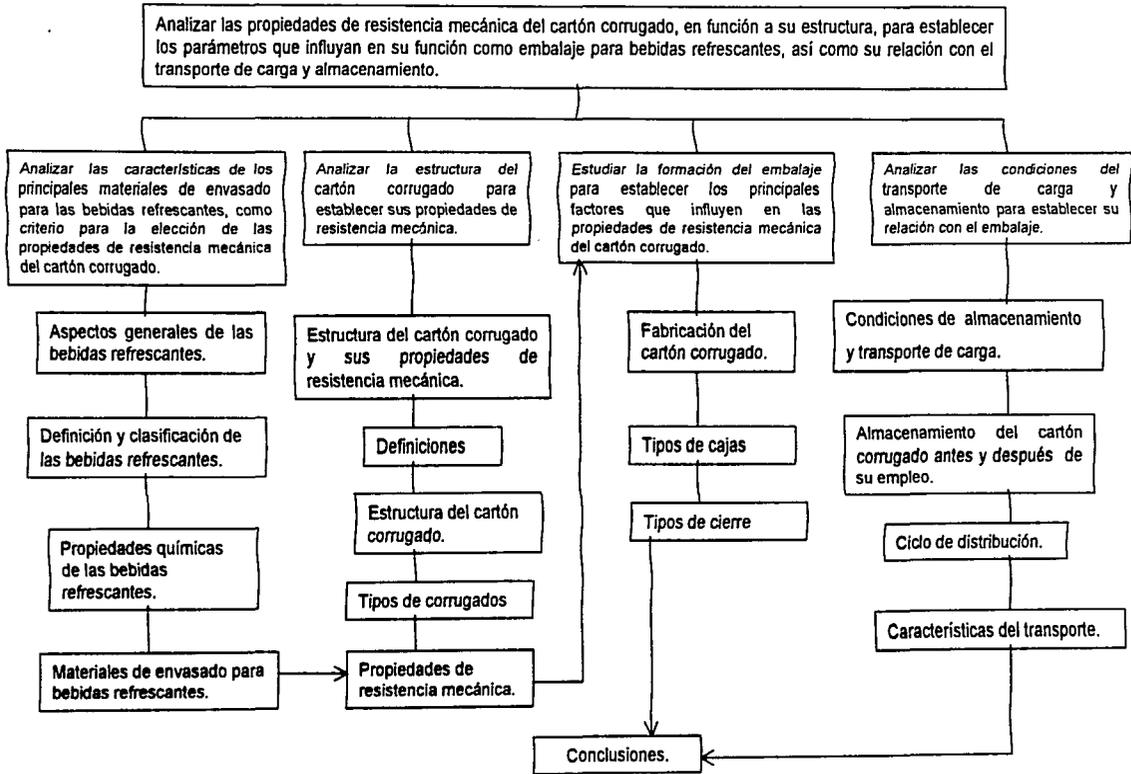
En el objetivo particular 2, Se hace un análisis de la estructura del cartón corrugado y como aportan las propiedades de resistencia mecánica del cartón como embalaje, así como las combinaciones y propiedades de cada una de las partes estructurales del cartón corrugado.

Para el objetivo particular 3, se estudio principalmente la formación del corrugado para conocer los parámetros que afecta las propiedades de resistencia mecánica del cartón corrugado.

En el objetivo particular 4, se estudia el almacenamiento del cartón corrugado antes y después de su empleo, así como las características de transporte, para poder establecer su relación con el embalaje.

Finalmente se concluye en base los objetivos establecidos, mediante el análisis de la información.

2.2 CUADRO METODOLOGICO



3. ESTRUCTURA DEL CARTON CORRUGADO Y SUS PROPIEDADES DE RESISTENCIA MECANICA.

El objetivo de estudiar la estructura del cartón corrugado es con el fin de comprender como estas se relacionan, con las propiedades de resistencia mecánica que proporciona el cartón corrugado; la cual es una de las principales características, por lo que actualmente es uno de los materiales de mayor demanda en la actualidad, para su empleo como embalaje para bebidas refrescantes.

Para comprender el siguiente capítulo es necesario definir términos que se manejan a lo largo del trabajo.

3.1 DEFINICIONES.

Embalaje: Es el contenedor utilizado para la distribución de mercancías, y cumple tres funciones: unificación, protección y transportación. (Alvarado, D., 1990).

Unificación: En los sistemas modernos de distribución masiva los productos de consumo no se pueden comercializar a granel, por ello la importancia de la unificación, ya que de esta depende el adecuado acomodo en los contenedores.

Protección: El envase tiene como función básica la contención y protección química del producto en lo que será su vida de anaquel, sin embargo el embalaje debe proveer al producto de una protección física durante la distribución.

Transportación: El embalaje debe de dar al producto la protección adecuada y facilitar la transportación, sin que este se convierta en un impedimento en el proceso de distribución. (Romo, P. L., 1999).

3.2 ESTRUCTURA DEL CARTON CORRUGADO.

El cartón corrugado esta compuesto por dos tipos de elementos estructurales: el *liner* o cara (interna y externa) y el llamado *medium*, con el cual precisamente es formada la flauta.

Para la unión de la flauta y el *liner* se requiere de la aplicación de adhesivos.

En la figura 1 se observa los elementos estructurales de un corrugado.

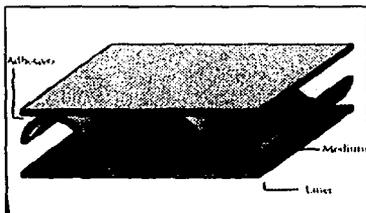
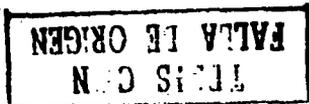


Figura No. 1: Estructura del cartón corrugado. (Rodríguez, 1997)

El *liner* aporta al cartón la resistencia a las agresiones mecánicas, climáticas, etc., por su rigidez a la flexión, la resistencia a la explosión, al desgarramiento y a la compresión. El *liner* exterior actúa también como soporte para la impresión.



La flauta da espesor al ondulado, nervio a la placa e incremento de la rigidez - flexión, asegura una relativa elasticidad al aplastamiento en plano y a los choques (amortiguador) y también participa en la resistencia a la compresión de canto, de forma que cada acanaladura puede ser considerada como si fuera un pilar.

El adhesivo. asegura la estabilidad de la estructura. (Mullon, 1995)

Cada uno de los componentes del cartón corrugado, contribuyen para proporcionar diferentes propiedades de resistencia mecánica, en función a las combinaciones que se formen.

Por ello se estudiarán los componentes estructurales del cartón corrugado y como pueden aumentar o disminuir sus propiedades de resistencia mecánica.

3.2.1 CARAS

Las caras o *liner* que cubre el corrugado (flautas) van desde 125 a 400 g/m² siendo 150, 200 y 300 los grados más utilizados.

Las caras son generalmente de dos tipos de papel:

- a) Papel *kraft* que es fibra virgen.
- b) Materiales reciclados de otros contenedores: bolsas, cajas, etcétera.

1. PAPEL KRAFT.

Fabricado a partir de pulpa sulfatada, puede ser blanqueado, coloreado, o utilizado sin blanquear. El *kraft* natural puede ser producido en diferentes pesos y espesores. Una propiedad del papel *kraft* es la excelente resistencia, debido a la longitud de las fibras utilizadas, el método de fabricación, y la combinación de los compuestos químicos utilizados en la fabricación de la pulpa; estos últimos también son responsables del color café de este papel.

El papel *kraft* tiene fibras más largas; por lo que se debe tener cuidado de poner en las capas superiores fibras más refinadas con el objeto de facilitar la impresión y cierre. (Rodríguez, 2000).

En cuanto al tamaño de las fibras de cada tipo de madera, las maderas suaves tienen fibras largas de 3 a 5 mm de largo y un grosor de 0.03 mm y se obtiene de maderas como el cedro, pino y abeto, mientras que las maderas duras las fibras son cortas de 0.5 a 3 mm de largo y un grosor de 0.02 mm y se obtiene de maderas como el encino, maple eucalipto y del bagazo, la característica anterior hace que el papel fabricado de estos materiales tenga características diferentes sobre todo en maquinabilidad y resistencia. Los materiales elaborados con fibras largas son considerados de mayor calidad que los de fibras cortas. (Estrada, 2000).

2. MATERIALES RECICLADOS.

Principalmente son fibras largas de la madera blanda del *liner* y fibras cortas de la madera prensada en la onda (flauta). También es importante el número de veces que se recicla una fibra determinada. Alrededor de la mitad de la parte reciclada

es fibra de primera generación. Por lo tanto, el *liner* reciclado que se hace con este material será de alta calidad, y con agregado de almidón se desempeña bien en las cajas.

La diferencia esencial entre la fibra reciclada y la virgen es en pérdida de la capacidad de adhesión entre fibras, además del grado de acortamiento e inflexibilidad de la fibra cuando vuelve a tomar la forma de un pliego. Esto afecta la resistencia final de la caja y las condiciones óptimas para transformarla en corrugado. En el primer reciclado se pierde alrededor del 9% en la resistencia, llegando a una pérdida del 25% si el proceso se repite más veces. (Robertson, 1993).

La propiedad más crítica en la flauta reciclada es el contenido de humedad, el contenido óptimo es de 8.5% pero rara vez las papeleras de reciclado cumplen con la especificación y más aún cuando hay ceras presentes, además de que la cera reduce la adhesión entre fibras y evitará el mojado de la flauta por el almidón. La mayor desventaja del *liner* reciclado es su aspecto, las partículas de suciedad son difíciles de eliminar completamente. (Estrada, 2000).

PROPIEDADES DEL PAPEL PARA LA FLAUTA Y CARAS.

Las propiedades más importantes del papel para la flauta son la resistencia a la compresión o aplastamiento, al rasgado y al doblez, la rigidez, el espesor y la absorción de humedad.

El papel para las caras debe tener buenas propiedades de resistencia en general y en especial ala compresión y a la flexión, también se debe cuidar el peso base, la apariencia y las propiedades para la impresión, como son: buena formación, lisura, receptividad a la tinta y humedad.

El cartón corrugado tiene una desventaja: puede perder gran parte de su fuerza al humedecerse, y para evitar esto es posible especificar que la cara externa sea de un grado resistente al agua (tratada con resinas), o que sea de tres capas de papel kraft / polietileno/ kraft.

3.2.2 TIPOS DE FLAUTAS.

El tipo de flauta es determinado en función de la aplicación que se dará al corrugado, teniendo básicamente cuatro tipos de flauta.

Estos tipos de flauta, así como la estructura del corrugado se asignan de acuerdo a la utilización que se le dará a la caja y por supuesto al tipo de producto que contendrá.

Las formas más comunes se conocen como A, B, C y E, pero desde su desarrollo, el grado intermedio C se ha vuelto el más utilizado.

La flauta A, tiene buena resistencia a la compresión por lo que aporta un buen comportamiento a la estiba.

La flauta B, aporta buena rigidez de pared que facilita la impresión sobre sus caras, buena conservación del grabado en exhibidores y contenedores de gran volumen.

La flauta C, tiene alta resistencia a la compresión, al rasgado, buena rigidez de pared, es muy útil para embalar productos delicados.

La flauta E, aporta menor resistencia a la compresión, por lo que para embalar productos delicados es necesario usar refuerzos. (Jacobó, 1991).

En la figura 2 se detallan gráficamente los tipos de flauta que son usadas a nivel comercial.

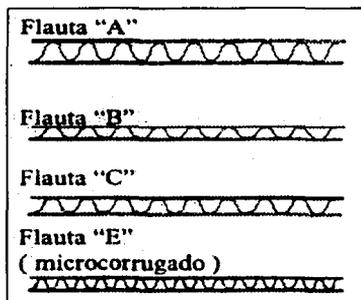


Figura No. 2: Tipos de flauta.
(Robertson, 1993).

Cada una de las flautas se caracterizan por el número de flautas y la altura de estas. En la cuadro No. 5 se muestra las dimensiones de los cuatro tipos de flauta, usadas comercialmente.

Cuadro No. 5: Dimensiones de los diferentes tipos de flauta.

TIPO	FLAUTAS POR (m)	ALTURA (mm)
Flauta A	104 - 125	4.7 - 5.0
Flauta B	150 - 184	2.1 - 2.9
Flauta C	120 - 145	3.5 - 3.7
Flauta E	275 - 310	1.15 - 1.65

Brennan, 1998

En base a estas características de las flautas, es como se le denominan de la siguiente manera: Flauta A: grosera, flauta B: fina, flauta C: media y flauta E: muy fina. (*Brennan, 1998*).

Cuanto menores son el número de flautas, mayor es la rigidez del cartón y cuanto más grandes o mayor número de capas (2-3) mayor su resistencia al impacto (amortiguación). (*Fellows, 1994*).

Existen otros casos especiales, uno de ellos es un grado más fino que la flauta E, y se utiliza como alternativa al cartón sólido. En 1989, lo que se decía era el corrugado más fino del mundo, lo producían en Japón, con una altura de flauta de sólo 0.6 mm. En el otro extremo de la escala, existen también "super" grados de cartón corrugado con flautas de hasta alrededor de 80 por metro y de 7 mm de altura. Ninguno de estos grados especiales se utiliza significativamente en el mundo. (*Empaque performance, 1996*).

Se han realizado estudios comparativos en función al tipo de flauta, para conocer cuales son las mejores para las propiedades de resistencia mecánica del cartón

corrugado, en su función como embalaje. Los resultados que se han obtenido se muestran en el cuadro 6.

Cuadro No. 6: Características de las flautas.

	LA MEJOR	2	3
COMPRESIÓN	B	C	A
IMPRESIÓN	B	C	A
RIGIDEZ	B	C	A
ALMACENAMIENTO	B	C	A
AMORTIGUACIÓN	A	C	B
RESISTENCIA ESTIBA INICIAL	A	C	B

Rodríguez, 1998

Como se puede observar en este cuadro la flauta C equilibra las mejores cualidades de los otros dos, es por ello que se ha convertido en la flauta de mayor uso. Esto no quiere decir que sea la mejor, ya que se tienen que considerar otros factores, para poder elegir el tipo de flauta. Los principales factores que hay que considera, es el tipo de envase a contener, la maquinabilidad, la distancia a recorrer, y el destino final del producto.

Otra característica de las flautas y que por supuesto cambia las propiedades de resistencia mecánica del cartón corrugado como embalaje para las bebidas es la dirección que se le da.

3.2.2.1. DIRECCION DE LA FLAUTA.

Las cajas de cartón corrugado pueden ser fabricadas considerando la dirección de la flauta en forma vertical u horizontal, como se muestra en la figura 3.

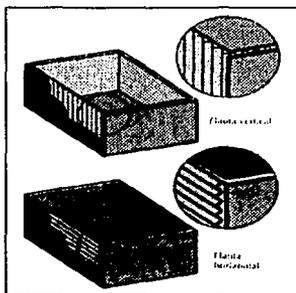


Figura No. 3: Dirección de la flauta. (Vidales, 1995).

A primera vista puede pensarse que el corrugado vertical tiene una mayor resistencia a la estiba, sin embargo esto no es necesariamente cierto, ya que depende del tipo de flauta, así como de las dimensiones de la caja.

Los estudios que se han realizado en función al tipo de flauta y su dirección, han demostrado como pueden favorecer la resistencia a la estiba. Los resultados se describen en el cuadro 7.

Cuadro No. 7: Resistencia a la estiba en función al tipo flauta y dirección.

FLAUTA	SENTIDO	COMPARACIÓN
A	Vertical	Es 20% más resistente que la flauta A HORIZONTAL.
B	Horizontal	Es 20% más resistente que la flauta B VERTICAL.
C	Vertical	Es 10% más resistente que la flauta C HORIZONTAL.
E	Horizontal	Es 50% más resistente que la flauta E VERTICAL.

Rodríguez, 1998

Sin embargo es importante considerar siempre el tipo de envase para las bebidas refrescantes, que se piensa embalar.

3.2. 3 ADHESIVOS.

Los adhesivos para el corrugado son fabricados con productos químicos y se aplica en capas muy delgadas. El silicato de sodio, fue el adhesivo más usado, se ha sustituido casi totalmente por diversos tipos de almidones, principalmente de maíz y tapioca. Los adhesivos a base de almidón se utilizan normalmente, ya que sus excelentes propiedades se necesitan a las altas velocidades de fabricación. (*Empaque performance, 1996*).

El almidón ha resultado ser, con mucho, el adhesivo más práctico para unir las diversas láminas, además tiene la característica de ser soluble y miscible en agua. (*Boletín informativo AMEE, 1997*).

En el cuadro 8 se muestra una lista de los adhesivos más utilizados.

Cuadro No. 8 : Principales adhesivos.

ALMIDONES	GOMAS
Almidón cocido	Gomas naturales
Almidón seco	Mezcla de almidón - goma
Almidón oxidado	
Almidón catiónico	

Rodriguez, R, 2000

Para proporcionar al cartón corrugado resistencia a la humedad existen adhesivos resistentes a la humedad y estos son fácilmente fabricados añadiéndoles principalmente una pequeña cantidad de aldehídos (comúnmente urea, formaldehído o resorcinol) para la mezcla. (*Jacobo, M., 1991*). En el cuadro 9 se

presenta una clasificación de las resinas más utilizadas en la industria del cartón y papel.

Cuadro No. 9: Clasificación de resinas.

RESINAS TERMOPLASTICAS	RESINAS SOLUBLES EN AGUA	RESINAS TERMOESTABLES
Látex Copolímero de butadieno-estireno Copolímero de butadieno-acrilnitrilo Neopreno Acetatos de polivinilo Cloruros de polivinilo Poliestirenos Poliacrilatos	Poliacrilaminas Poliacrilatos	Fenol-formaldehído Resocinol-formaldehído Urea-formaldehído Melamina-formaldehído

Rodríguez, R; 2000

Además de la variación en las dimensiones de la flauta y el peso (fuerza) de las caras, el cartón corrugado ofrece versatilidad adicional en la cantidad de componentes que se pueden combinar y la forma de hacerlo. (*Empaque performance, 1996*).

Otra característica, es que en los adhesivos se le pueden adicionar fungicidas, para aportar resistencia contra hongos y mohos, principalmente. (*Bureau, 1996*).

3.3 TIPOS DE CORRUGADOS.

Por su combinación estructural el cartón corrugado se puede fabricar en las siguientes formas:

1. Cartón de una cara.
2. Corrugado sencillo.
3. Doble corrugado.

4. Triple corrugado.

En la figura 4 se muestran los tipos de corrugados y se puede observar que en el caso de los corrugados de doble y triple pared, las flautas son de diferente tamaño, esto es con el fin de brindar mayor resistencia mecánica. (Rodríguez, 1997)

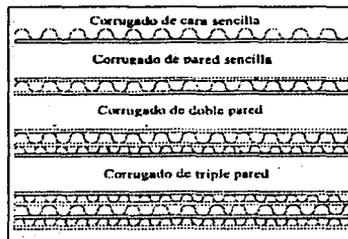


Figura No. 4: Tipos de corrugado.
(Rodríguez, 1998)

1. Cartón de una cara.

Consiste en una hoja corrugada unida a una hoja de cartón liso. Es un material flexible en una de sus dimensiones y se embarcan en bobinas en una dirección y normalmente se utiliza para amortiguar artículos vulnerables. Las bobinas tienen una longitud estándar de 250 pies lineales y un ancho de 36 pulgadas. Al enrollarse, puede funcionar como empaque cilíndrico rígido.

El cartón corrugado de una cara se fabrica con todos los tamaños de flauta.

2. Una pared o corrugado sencillo.

(Pared es una capa de material corrugado entre dos caras planas o liners). Esta es la forma más utilizada. Este cartón tiene una segunda hoja adherida al otro lado de la hoja corrugada. El resultado es una estructura más rígida. Se fabrican varios tipos y grados de este cartón, con flautas tipo A, B, C y E, que difieren en altura y conteo por metro.

3. Doble pared o doble corrugado.

Es otro estilo muy popular, la doble pared se obtiene agregando otra hoja corrugada y otra hoja plana al cartón corrugado sencillo, para darla mayor fuerza. Este cartón tiene entonces 3 hojas planas y 2 corrugadas. Se fabrica en varios grados y es posible incorporar cualquier combinación desde A hasta doble E, siendo AC y AB los más populares.

Ciertas construcciones están diseñadas para proporcionar alta rigidez, utilizando un componente de flauta A combinado con un grado más fino B o hasta E, para proporcionar la mejor superficie para impresión en la parte externa de la caja.

Tiene alta resistencia de estiba y sirve para productos pesados.

4. Triple pared o triple corrugado.

Es el último de los tipos principales. Se forma agregando otra hoja corrugada y otra plana al cartón de doble pared, lo que le confiere una fuerza excepcional para el embalaje de productos muy grandes y pesados. Este cartón se fabrica en varios grados y también se pueden hacer cualquier combinación de grados de flauta. Esta categoría incluye uno de los cartones más pesados que existe, conocido

como *Triwall*. Las caras hechas de este material tienen tan alto desempeño que se utilizan en lugar de cajas de madera. De hecho son superiores a las cajas de madera tradicionales en algunos aspectos, ya que estas últimas se pueden romper en pedazos cuando son sujetas a un manejo extremo. Esto, aunado a su menor peso, hacen que se utilicen especialmente en expediciones militares y científicas. (*Empaque performance, 1994*).

En la figura 5, se muestra un esquema de la formación de los diferentes corrugados que se describieron en los párrafos anteriores.

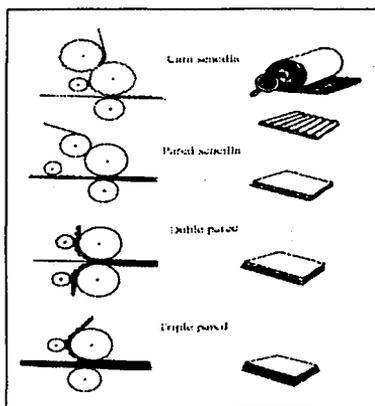


Figura No. 5: Tipos de cartón corrugado. (*Rodríguez, T., 1999*).

5. Corrugados especiales.

Por su puesto, no todos los cartones de pared múltiples son de alto desempeño. En algunos países, especialmente en los países en desarrollo, existen la

convención de simplemente contar la cantidad de componentes. En estos lugares se pueden obtener cartones corrugados de 3, 5, y hasta 11 pliegos, pero los materiales utilizados pueden ser de muy bajo peso.

Aún cuando se pueden utilizar caras muy pesadas, existen límites al peso del papel que puede pasar por los rodillos corrugadores calientes para producir el material de flauta; 125-200g/m² es el rango normalmente utilizado. Para superar esta restricción, algunos fabricantes han logrado combinar dos capas de flauta utilizando un adhesivo muy potente, que al mismo tiempo confiere una significativa rigidez al material, obteniendo una estructura muy rígida.

Existen otras variaciones a dichas estructuras de papel. En Alemania, se desarrolló un material de triple flauta cruzada, el *X-Ply*. Este se diseñó para superar la diferencia en rigidez de panel, entre las direcciones de flauta paralelas y cruzadas. Dichos materiales son de fabricación relativamente fácil por medio de adhesión de hojas, pero este es un proceso lento y las ventajas obtenidas no justifican los costos mucho mayores involucrados, excepto para usos muy especializados. De cualquier forma, una caja de cartón corrugado bien diseñada, comúnmente se construye de tal manera que las flautas de los paneles de carga más importantes, son verticales a la dirección de la carga anticipada. (*Empaque performance, 1996*).

3.3 PROPIEDADES DE RESISTENCIA MECANICA.

Dentro de las propiedades de resistencia mecánica que caracteriza al cartón corrugado como embalaje son:

1. Resistencia a la flexión.
2. Resistencia a la explosión.
3. Resistencia a la perforación.
4. Resistencia al rasgado.
5. Resistencia a la compresión.

Las resistencias del cartón corrugado son importantes, debido a que durante el ciclo de distribución el embalaje es sometido a diferentes esfuerzos.

1. Resistencia a la flexión.

También se le conoce como rigidez, es una propiedad extremadamente importante para muchos usos de papel o cartón especialmente para los que se emplean para la elaboración de cajas.

La rigidez es mayor en el sentido de fabricación que en el sentido transversal. Existen varios métodos para medirla, en el caso del cartón corrugado se emplea un método llamado de cuatro puntos, en el que se monta en el aparato una tira de cartón que queda soportada sobre dos puntos intermedios y a la que se aplica una fuerza en los dos extremos que la obliga a flexionarse. (*Empaque performance, 1997*).

2. Resistencia a la explosión.

También conocida como resistencia al *Mullen*, es una prueba muy empírica que se define como la presión hidrostática requerida par romper el papel cuando se le deforma en una esfera aproximada de 30.5 mm de diámetro, y a una velocidad controlada de carga.

En los aparatos que miden la resistencia a la explosión, la presión se aplica aumentándola paulatinamente por presión bajo un diafragma de hule estando la muestra sujeta entre dos anillos en el centro de los que el diafragma fuerza a la muestra antes de romperse, queda un manómetro y se reporta en kg/cm^2 . El factor de la explosión se obtiene dividiendo la resistencia a la explosión entre el peso base.

La resistencia ala explosión se ve afecta principalmente por las condiciones de secado del papel, su peso base, la refinación y la formación, ya que se rompe en la parte más delgada de la muestra. (*Rodríguez, 2000*).

3. Resistencia a la perforación.

Esta resistencia se aplica a los cartones, para conocer el daño que sufre la muestra en esta prueba, ya que es similar al resultado del contacto de las cajas durante su uso con objetos sólidos como las esquinas. El aparato que se emplea para esta prueba, mide la energía requerida para dañar el cartón al recibir un golpe que se da con una punta fija al brazo de un péndulo, el resultado se da en cm-kg. (*Empaque performance, 1997*).

4. Resistencia al rasgado.

Es la energía necesaria para rasgar una muestra de papel, en la que se ha iniciado un corte. Se expresa en gramos necesarios para rasgar una hoja. Resta resistencia es generalmente menor en el sentido de la máquina que en el sentido transversal. Su valor depende del largo de las fibras, a mayor largo de fibras, será mayor la resistencia al rasgado. (Rodríguez, 2000).

Esta resistencia se mide en un aparato de péndulo llamado *Elmendorff*, para la determinación se sujeta la muestra cortada al tamaño adecuado entre dos mordazas, una fija y la otra en el péndulo, se hace un corte de 20 mm con una cuchilla integrada al aparato y se libera el péndulo, que se encuentra sujeto fuera de su posición de reposo y que al bajar rasga la muestra. La fuerza empleada se registra en una escala y se reporta en gramos. Esta prueba se debe hacer con varias hojas juntas, variando la cantidad de hojas de acuerdo con la resistencia de cada papel. Para obtener el resultado en gramos, se multiplica por 16 que es un factor propio del aparato y se divide entre el número de hojas empleadas en la prueba. (*Empaque performance*, 197).

Para obtener el factor de rasgado se divide la resistencia al rasgado entre el peso base.

5. Resistencia a la compresión.

Se define la resistencia a la compresión de una caja, como la capacidad de soportar una carga determinada antes de que este embalaje se flexione y por lo

tanto ceda a la carga, y por consiguiente el producto que se encuentra dentro pudiera sufrir algún daño. (*Envase y embalaje, 1999*).

La resistencia a la compresión de las cajas corrugadas es la más importante ya que está estrechamente ligada a la estiba, debido a que una caja con una buena resistencia a la compresión mantendrá libre de problemas al producto estibado. Asimismo es también utilizado como una medida de calidad de la caja.

Existen varias formas de determinar la resistencia a la compresión de una caja de cartón corrugado:

- a) Sometiendo a la caja armada a una prueba de compresión en un equipo especial para este fin.
- b) Obteniendo la resistencia a la compresión de una sección del corrugado y esta aplicarla en la fórmula de McKee, para calcular la resistencia total de la caja.
- c) Calculando la compresión total a partir de la fórmula que considera únicamente las dimensiones de la caja.

Sin embargo la resistencia a la compresión se ve afectado por factores como son: el tipo de la flauta, su dirección, pero durante la formación del embalaje se presentan otros parámetros que influyen en esta propiedad por lo que en el siguiente capítulo se estudiarán.

4. FORMACION DEL EMBALAJE

4.1 FABRICACIÓN DEL CARTÓN CORRUGADO

Los cartones corrugados se fabrican en máquinas de uno o dos cilindros. La fabricación tiene lugar por acumulación de varias capas de material sobre el cilindro formador, separándose después de él automáticamente una vez completada su elaboración.

El cartón corrugado se produce por diversos procedimientos en una máquina especial en la que trabajan conjuntamente una serie de dispositivos. El proceso comienza desenrollando el cartón de los límites o caras, ya que vienen en bobinas que se colocan frente a la máquina corrugadora. Debajo de este, se coloca otro rollo de cartón que servirá para hacer el corrugado interior. Este último pasa primero por rodillos especiales que le dan la ondulación, casi al mismo tiempo lo engoman y pegan al cartón liso que esta desenrollándose para formar la cara. Si el cartón necesita doble cara, pasa a una segunda etapa que engoma el corrugado por el lado que quedo libre y le pega la segunda cara. (Heiss, 1970).

Posteriormente, el cartón pasa por una sección de calor que fijará bien la unión, además de eliminar el agua, que constituye el medio de dispersión del adhesivo para luego ser llevado, en medio de una banda, a la sección de enfriamiento. El cartón luego llega a una sección de cuchillas en donde se corta y se marca de acuerdo a la forma que llevara el embalaje. Finalmente se desprende lo que es ya

una caja perfectamente delimitada, marcada, con los cortes necesarios para formar tapas y fondos en el caso de cajas regulares o únicamente cortada en dimensiones para ser troquelada. (Vidales, 1995).

En la figura 6 muestra un esquema que ejemplifica la formación del cartón corrugado.

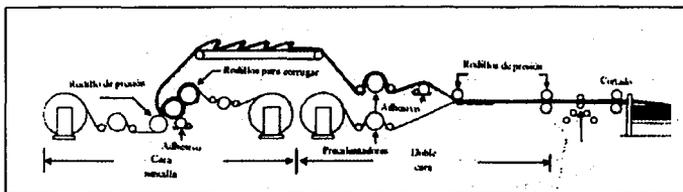


Figura No.6: Esquema de un corrugador (Simplificado y condensado). (Rodríguez, 1999).

Durante esta parte del proceso, el secado es un factor importante, ya que si no se realiza adecuadamente dejando el cartón entre 5 y 6% de humedad, puede quedar humedecido y por lo tanto es menos resistente; o si hay un secado excesivo el cartón queda muy rígido, dificultando la flexibilidad en los dobleces (suaje).

4.1.1 SUAJADO

El proceso de suajado se realiza por medio de cuchillas con la forma de la caja extendida, estas cuchillas se colocan en una base calada de madera y posteriormente se instalan en equipos diseñados especialmente para suajes y que funciona como una prensa troquelando la figura que se encuentra en la tabla de suaje.

Existen básicamente tres tipos de cuchillas también llamadas plecas: de corte, plecas de dobléz y plecas de punteado. Tal como su nombre lo indica, estas plecas tienen la función de definir la forma de la caja, facilitar el dobléz y facilitar el desprendimiento de ciertas partes. *(Rodríguez, T., 1995)*

En ocasiones por requerimientos de exposición en anaquel se requieren corrugados con un punteado para facilitar su apertura en el punto de venta. Este punteado tiene un efecto negativo en la resistencia a la compresión; de acuerdo a estudios realizados, se ha encontrado que puede tener un impacto de un 30 a 50% de reducción en la resistencia a la compresión. *(Rodríguez, T., 2000).*

4.1.2. IMPRESIÓN.

Generalmente después de la máquina corrugadora se pasa a la máquina de impresión. En la actualidad, cada vez se utilizan más las cajas corrugadas como exhibidores de su contenido, por lo que se requiere de la impresión. *(Empaque performance, 1996).*

La flexografía es un proceso muy utilizado en la impresión de corrugados. Es un tipo de impresión en relieve, derivado de la impresión de la tipografía que usa clichés plásticos, y tintas fluidas de capa delgada que secan por evaporación, calor, usando un juego de color para cliché; los colores cubren superficies enteras. Las tintas se absorben de un baño denominado tintero por medio de un cilindro y se transfieren al cilindro de impresión con un cilindro intermedio, donde se han fijado los clichés de goma. Las partes sobresalientes son las portadoras de tinta.

Generalmente los fabricantes de corrugado pueden suministrar cajas impresas con 1 a 3 tintas sin diferencia en costo. (Alvarado, 1990).

La impresión en los corrugados es un factor que disminuye la resistencia de la caja hasta un 15%, como se muestra en la figura 7; ya que las tintas actúan en el cartón disminuyendo su resistencia, y esto debido a que tanto la humedad de las tintas como la presión ejercida en el proceso de impresión debilitan la estructura mecánica del corrugado, por lo que dependiendo de la cantidad de impresión afectara la resistencia a la compresión. (Rodríguez, 2000).

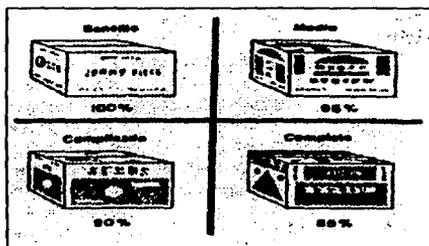


Figura 7: Efecto de la impresión en la resistencia a la compresión. (Envase y embalaje, 1999).

4.2 TIPOS DE CAJAS.

El tipo de caja de cartón corrugado, se elige considerando el tipo de producto y el tipo de encartonado (manual o automático), siendo los tipos más usados los que se muestran en la figura 8.

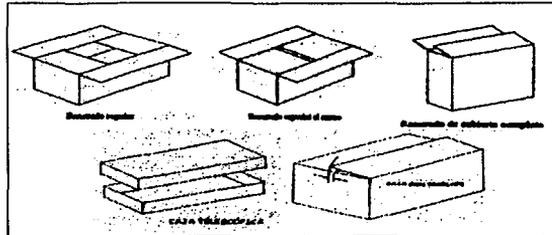


Figura 8: Tipos de cajas (*Cartón corrugado, 2001*)

1. Caja regular ranurada. Se le llama así por que se usa el proceso regular en su fabricación (proceso más común), donde el largo de las tapas es igual. Las aletas longitudinales al cerrar coinciden en el centro de la anchura de la caja, tanto en la parte superior como en la inferior. (*Cartón corrugado, 2001*).

2. Caja con traslape. Esta caja es semejante a la caja regular solo que las aletas de los largos son más anchas, formando un traslape entre ellas. El traslape es funcional a partir de 2 cm hasta casi la totalidad de su ancho; esta caja puede ser con traslape superior o inferior o en ambas partes.

3. Caja con ranurado de cubierta completa. También se le denomina caja con tapas cruzadas; esta caja cuenta con doble espesor completo en la parte donde ocurre el cruzamiento, que puede ser en la parte superior o inferior o en ambas partes. Se dice tapas cruzadas por que generalmente el cruzamiento se efectúa en ambas partes para reforzar el embalaje en el cierre, aparte del doble espesor de las aletas exteriores se cuenta con el espesor de las aletas interiores. (*Cartón corrugado, 2001*)

4. Caja centro especial. Esta caja se caracteriza por que el ancho tanto de las aletas exteriores como las aletas interiores cierran al centro de sus dos dimensiones: largo y ancho. Esta caja cuenta con un doble espesor en la parte donde se forma este tipo de cierre.

5. Caja telescópica. Esta caja consiste en un par de charolas, una que forma el cuerpo y otra la tapa. El cuerpo es el de menores dimensiones y se desliza dentro de la tapa para formar un embalaje. (*Cartón corrugado, 2001*).

No sólo es importante el tipo de caja, sino también sus dimensiones, ya que si esta muy sobrada principalmente en la altura, esto afectara la resistencia ala compresión, ya que existirá un espacio sin soporte entre el envase y embalaje, a menos que se cuente con la aplicación de separadores y que estos correspondan a la altura de la caja.

4.2.1 INSERTOS O SEPARADORES.

Se ha estado mencionando que el embalaje además de proteger contra factores externos, también tiene como función el proteger a los productos dentro de la caja ante daños provocados cuando los productos se golpean entre sí, como por ejemplo envases para bebidas de vidrio. (*Estrada, 2000*).

Por lo tanto cuando se requiere proteger contra golpes entre los envases o cuando se requiere proporcionar mayor resistencia a la estiba, se considera el empleo de insertos o separadores, que pueden ser de cartón corrugado o cartón sólido,

además estos deben ser seleccionados en función del producto y la protección que este requiera. (Estrada, 2000).

Los insertos o separadores tienen básicamente dos funciones: proteger al producto aportando una amortiguación adicional o separar con los otros productos, y dos aportar una mayor resistencia a la compresión vertical del corrugado. (Rodríguez, 2000). Como el aporte es a la resistencia vertical se recomienda en caso de usar cartón corrugado que la dirección de la flauta sea en forma vertical. (Jacobo, 1990).

Dentro de los factores que influyen durante el formado de la caja es el tipo de cierre que se le da al embalaje.

4.3. TIPOS DE CIERRE.

Para comprender en que consiste el cierre de las cajas es necesario definir los siguientes conceptos:

- a) Cierre de fabricante: Se le llama así al resultado de la unión de la caja de una caja desplegada, con la parte correspondiente para formar propiamente un contenedor.
- b) Cierre del consumidor: Este cierre es el que usan los clientes que consumen las cajas para embalar sus diferentes productos. (Cartón corrugado, 2001).

4.3.1 CIERRE DE FABRICANTE

Las operaciones finales en la fabricación de una caja son la unión de la ceja con el cuerpo, seguida de la formación o construcción de la caja propiamente. Para este tipo de cierre, se tienen dos métodos para la unión de la ceja con el cuerpo ya que puede ser por adhesivos o engrapada.

La forma engrapada se usa cuando se carga un peso excesivo, mientras que en cargas normales se utilizan adhesivo. (Rodríguez, T., 1998).

En el caso de los adhesivos es importante considerar aspectos como afectación de humedad o temperatura, ya que para estos adhesivos (*hot melt*) a muy altas temperaturas pueden reblandecerse y despegarse. Sin embargo tienen alta resistencia a la humedad y al desgarre. (Jacobo, 1991).

Para el caso del cierre engrapado, tiene las ventajas de aportar resistencia a desgarre y a la humedad, sin embargo es atacado por la oxidación. En la figura 9 se muestra un esquema de estos dos tipos de cerrado.

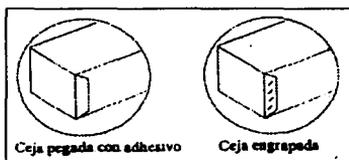


Figura No. 9: Tipos de cierre de la ceja. (Estrada, 2000.)

Otra variante en el cerrado es la forma de unión de la ceja, puede ser externa o interna, como se muestra en la figura 10. La forma común es el pegue de ceja interna, sin embargo cuando es necesario conservar en su totalidad el volumen interno de la caja y la ceja resulta un estorbo, esta es colocada en el exterior. (Estrada, 2000).

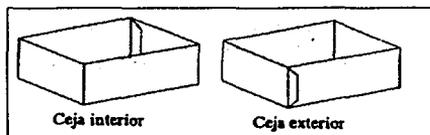


Figura 10: Formas de unión de la ceja.
(Estrada, 2000).

4.3.2 CIERRE DEL CONSUMIDOR

Para este cierre, se puede llevar acabo con adhesivo, engrapas y con cintas adhesivas, en función al cerrado ya se a manual o automático y al tipo de producto es como se selecciona el tipo de cerrado. Los dos primeros tienen las mismas características de los que ya se describieron.

En cuanto a las cintas adhesivas, estas pueden ser transparentes o de varios colores; se encuentran disponibles en distintos anchos y en rollo de hasta 900 metros, si embargo tienen la desventaja de tener poca resistencia a la humedad y al desgarre. (Jacobo, 1990).

5. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE CARGA.

5.1 ALMACENAMIENTO DEL CARTÓN CORRUGADO.

Las condiciones de almacenamiento del cartón corrugado son de gran importancia, ya que este es un factor que influyen en las propiedades de resistencia mecánica del cartón corrugado. Sin embargo se estudiara el almacenamiento antes y después de su uso.

5.1.1 ALMACENAMIENTO ANTES DE SU EMPLEO.

Cuando el cartón corrugado va a ser almacenado antes de su utilización es preciso que se protejan contra desperfectos mecánicos, la distorsión y los efectos de una atmósfera excesivamente húmeda o seca. La sensibilidad del cartón a la humedad del ambiente es algo que debe tenerse siempre presente durante todo el proceso de la formación del embalaje: impresión, cortado, plegado, encolado. Las dimensiones del cartón aumentan de acuerdo su contenido en agua, lo cual puede dar lugar, en ocasiones, a que la impresión no se realice en el lugar exacto. Cuando la humedad relativa es inferior al 50% puede hacerse rígido y quebradizo, rompiéndose por las líneas de plegado; cuando es superior al 70% su consistencia es menor por perder parte de su rigidez. Cuando los cartones están reblandecidos la exactitud en el plegado es difícil de lograr. La humedad puede dar lugar al crecimiento de mohos, éste defecto puede presentarse en los cartones almacenados en ambientes con una humedad relativamente elevada.

Para mayor facilidad de manejo, los cartones se pueden agrupar en lotes con bandas de papel. Si se utilizan cordeles debe cuidarse de que estos no los corten o deformen. Esto además facilita su transporte y almacenamiento. Si van a ser montados a máquina es aconsejable envasarlos en cajas de cartón. En ellas los lotes deben descansar sobre sus bordes y, con objeto de evitar deterioros durante el transporte, las hileras y las capas deben separarse con láminas de cartón.

El almacenamiento de los cartones en lotes durante dos o tres meses puede hacer que se pierda la tendencia natural de los mismos al abrirse dificultando de esta forma su posterior montaje. Para que no se pierda su calidad debe evitarse que el peso de las pilas sea excesivamente grande. (Heiss, 1970).

La consistencia del cartón corrugado depende de las condiciones climáticas que determinan principalmente la consistencia de estos materiales son la temperatura y la humedad relativa del aire. Estos dos valores determinan en su mayor parte la humedad del cartón y por tanto su consistencia, ya que existe una relación muy estrecha entre está y su contenido en agua. Se ha comprobado que la influencia de la temperatura sobre esta característica es menor que la de la humedad.

Se ha observado que si el cartón corrugado es almacenado en una humedad relativa ambiental alta, este factor ocasiona que los componentes estructurales del cartón corrugado (*liners* y *flauta*) se despeguen. Esto puede evitarse cubriéndolas con películas plásticas, ya que este actúa como impermeable y evita la aparición de manchas. (Fellows, 1994).

Las cajas se embarcan en plano para utilizar un mínimo espacio de almacenaje, y casi siempre se conservan así hasta el momento en que se utilizan. Como cualquier otro artículo se pueden dañar y perder parte de su efectividad. Las cajas dañadas no proveerán toda la protección para la que fueron diseñadas, y su uso puede ocasionar que el producto se dañe durante el embarque. Por ello es importante tomar precauciones para almacenar y manejar las cajas.

La bibliografía consultada recomienda cumplir con los siguientes aspectos para disminuir factores que puedan afectar las propiedades de resistencia mecánica del cartón corrugado.

1. Las cajas deben permanecer atadas en paredes hasta que se vayan a utilizar.
2. Para dar mayor estabilidad a la estiba se puede alternar la dirección de los paquetes o de las cajas sueltas.
3. Evitar las estibas altas para prevenir la estabilidad de la estiba.
4. Colocar las cajas sobre tarimas de madera o alguna otra superficie plana, nunca directamente sobre el piso.
5. Al paletizar, asegurarse que los tablones de la tarima están juntos, para distribuir el peso en área mayor. Si no es así, se recomienda utilizar *slip sheets* o una capa de cajas de desecho para distribuir la carga.
6. Utilizar buenos procedimientos de manejo de materiales, no dejar caer las cajas ni arrojar los paquetes.

7. No pararse, sentarse o trepar por las cajas estibadas, ni depositar objetos pesados sobre ellas.
8. Aplicar las cajas de forma plana sobre superficies lisas y planas.
9. Almacenar las cajas en plano hasta el momento de alimentarlas a la máquina de formado.
10. Almacenar las cajas bajo techo y protegerlas de las goteras.
11. Evitar fluctuaciones extremas de temperatura y humedad en el área de almacenamiento.
12. Almacenar las cajas lejos de las puertas que se abren con frecuencia.
13. Aplicar las prácticas de primeras entradas primeras salidas, para el manejo de los inventarios. (*Empaque performance, 1994*).

5.1.2 ALMACENAMIENTO DEL EMBALAJE CON PRODUCTO

Durante el almacenamiento, el embalaje esta expuso a soportar la compresión, sin embargo hay varios factores que influyen durante el almacenamiento, como: el tiempo de almacenamiento, altura de las estibas, la masa unitaria de los embalajes, superficies de apoyo bajo y encima del embalaje y las condiciones climáticas. (*Multon, 1995*).

La duración del almacenamiento puede estar comprendida entre varias horas o hasta meses. Por ello, es importante este parámetro, ya que con el tiempo se van disminuyendo las propiedades de resistencia mecánica del cartón corrugado. En cuanto a la altura de las estibas y el acomodo también afecta directamente en la resistencia a la compresión del cartón corrugado. Los efectos que ocasionan se

estudiaran considerando , que no sólo se tienen las estibas en el almacén, sino también durante el transporte por lo que es conveniente conocer un elemento que intervienen directamente, estas son las tarimas.

5.1.2.1 TARIMAS

Estos elementos fabricados generalmente de madera y en ocasiones de plástico, facilitan el manejo del producto, tanto en el almacén como en el transporte, su diseño depende de la necesidad concreta, definida por el tipo de producto, el equipo de manejo (montacargas, patines) el equipo de paletizado, etc.

Existen de acuerdo a sus dimensiones, tres tipos de tarimas estándar.

Tipo I de 1200*800*140 mm (48*32 in)

Tipo II de 1200*1000*140 mm (48*40 in)

Tipo III de 1200*1200*140 mm (48*18 in)

5.1.2.2 CONSIDERACIONES DE LA FORMA DE LA ESTIBA

Una práctica común en la industria consiste en que el acomodo del producto sobre la tarima es determinado por el personal que se encuentra al final de la línea , esto puede traer consecuencias no deseables en el proceso de transportación y almacenaje del producto, lo cual traerá como resultado que llegue a las manos del consumidor un producto maltratado.

Algunos aspectos que deben considerarse en el diseño del acomodo del producto en una tarima, pueden ser los siguientes:

1. En la columna en espiral, con amarre triple, triple-amarre y en diagonal (Figura No. 11), de estos arreglos el de mayor resistencia a la estiba es el de columna, sin embargo también resulta el más inestable, ya que la falta de amarre provoca que el producto se derrumbe fácilmente de la estiba.

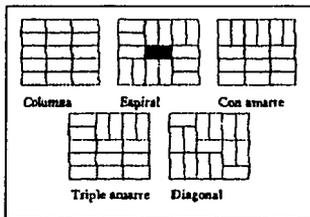


Figura No. 11: Tipos de paletizado. (Rodríguez, 1999).

2. Es de gran importancia la forma en que el producto es acomodado en la tarima ya que usualmente es debido a esto que el producto sufra algunos daños, un error común es colocar el producto excediendo la superficie de la tarima, sin embargo esto tiene como resultado el que la parte más resistente del corrugado (las esquinas) queden al aire sin punto de apoyo, reduciendo la resistencia, no solo de la caja, sino de la estiba completa, ya el simple caso de una estiba en forma de amarre tiende a perder resistencia, ya que la parte más resistente de un corrugado cae sobre la parte menos resistente del corrugado de abajo, así mismo otra forma de perder resistencia es un acomodo desalineado por una carga de producto desequilibrada.

Por lo anterior es recomendable la elaboración de la ficha técnica de estiba, en la que se contempla toda la información referente a las dimensiones de las cajas, la

tarima, altura y peso máximo, acomodo de las cajas en la tarima, cajas por cama, camas por estiba, etc.

Una vez que el embalaje se ha usado, es sometido a lo largo de su distribución a una serie de tratos severos que pueden provocar daños en la resistencia mecánica del embalaje; por ello es importante estudiar el ciclo de distribución para conocer las condiciones a las que será expuesto el embalaje y considerar estos parámetros en el momento de elegir las propiedades de resistencia mecánica del embalaje, para asegurar que este será capaz de resistirlos adecuadamente.

5.2 CICLO DE DISTRIBUCION

Actualmente en México con la creciente producción de bebidas refrescantes y con los tratados internacionales para el libre comercio, la distribución de los productos desde la fábrica hasta el cliente final, adquiere una dimensión cada vez mayor, por lo que es importante considerar todos los parámetros, y los problemas de distribución: físicos y químicos.

Esta necesaria distribución tiene una incidencia técnico - económico e impone estudios serios tanto respecto a la concepción del producto como a la del embalaje que le confiere la protección suplementaria, que en conjunto permiten llegar al consumidor en el estado deseado.

Algunos industriales son conscientes de ello, aunque a otros muchos no, lo cual se traduce generalmente en daños, y por tanto en pérdidas financieras, y lo que es

más grave, pérdidas de mercado que son muy difíciles de recuperar nuevamente, sobre todo mercados extranjeros.

La vida activa de un embalaje comienza cuando el producto al que va destinado es alojado dentro de él y termina normalmente, en el caso más general en el momento de la apertura por parte del destinatario. Es importante que en esta última etapa el producto esté intacto.

Como ya se menciona el embalaje a lo largo del ciclo de distribución es sometido a riesgos susceptibles de provocar daños. Estos riesgos, depende de ciertos parámetros:

- a) Características propias del embalaje: dimensiones, masa, forma, etc.
- b) Las características del sistema de distribución: como transporte de los embalajes, operaciones de carga y descarga de un punto a otro; así como el almacenamiento de los embalajes. (*Multon, 1995*).

5.2.1 CLASIFICACION DE RIESGOS.

Los riesgos a los que esta expuesto el embalaje durante el ciclo de distribución se clasifican de la siguiente manera:

1. Riesgos de transportadores: durante la carga y descarga.
 - ⇒ Aceleración y desaceleración durante la carga y descarga.
 - ⇒ Volcaduras.
 - ⇒ Caídas, choques o golpes.
 - ⇒ Operarios inexpertos o negligentes.
 - ⇒ Vibraciones
 - ⇒ Rozamientos entre embalajes o medios de transporte
 - ⇒ Compresión.

2. Riesgos de almacenamiento en los diferentes puntos del ciclo de distribución.
 - Apilamiento irregular.
 - Caídas.
 - Tipo de estiba.
 - Mala formación de estiba.

3. Riesgos de transporte en función al tipo de transporte que se vaya a emplear. En la tabla 10 se clasifican estos riesgos.

Cuadro No. 10: Riesgos de transporte.

CAMIÓN Y REMOLQUES	Impactos contra muelles. Impactos durante el acoplamiento. Impacto durante frenado y arranque. Ladeos en curvas. Vibraciones. Carga mal asegurada.
FERROVIARIO	Impacto en el frenado y arranque. Aceleración y desaceleración. Impactos durante acoplamientos de vagones. Ladeos en curvas. Vibraciones. Carga mal asegurada.
MARÍTIMO	Rolado, pulsaciones, golpeteos. Impactos por ondulaciones. Vibraciones. Carga mal asegurada.
AÉREOS	Aceleración y frenado. Turbulencia. Altitud. Temperatura. Presión. Carga mal asegurada.

(Ivañez, 2000; Vidales, 1995)

4. Riesgos climáticos: estos riesgos pueden presentarse durante todo el ciclo de distribución.
 - ⇒ Temperatura.
 - ⇒ Humedad relativa.
 - ⇒ Agua, lluvia e inundaciones.

5. Riesgos biológicos:
 - ⇒ Bacterias, mohos, hongos.
 - ⇒ Insectos.
 - ⇒ Roedores.

- ~ Contaminación por residuos de productos.
 - ~ Olores y residuos anteriores.
 - ~ Comportamiento con carga no compatible.
- (*Empaque performance, 1995*).

Básicamente estos son los principales riesgos a los que el embalaje esta expuesto y de los que debe proteger al producto que contiene. Estos riesgos se esquematizan en la figura 12.

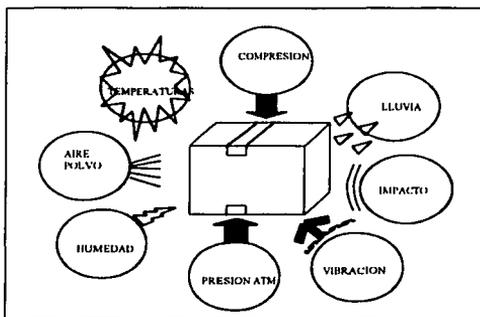


Figura No. 12: Riesgos de un embalaje. (Alvarado, 1990)

5.3 CARACTERISTICAS DEL TRANSPORTE.

Para efectuar la comercialización de los productos es necesario tener que transportarlos de puntos cercanos y/o lejanos entre proveedor - clientes, ya sea dentro de un mismo estado o estados, país o países contiguos, para obtener seguridad, protección, rapidez, eficiencia, calidad y costeabilidad en la entrega. Es como se establece la estrecha relación existente entre el embalaje y la transportación de la carga.

Los medios de transporte con que se cuentan actualmente son: terrestres, marítimos y aéreos.

Otro punto de referencia, donde se establece la necesidad del embalaje en la relación con el transporte, ya que al estar efectuando la carga, ésta se tiene que distribuir uniforme y ordenadamente de acuerdo a normas y leyes de transporte y carreteras que rigen en cada país ya que es importante cumplir con la capacidad de masa bruta, tara y neto máximo por acarrear, para evitar riesgos de daño costoso a las carreteras y el transporte. Sin embargo al transportar los embalajes no se debe menospreciar los riesgos climáticos, que ya se mencionaron anteriormente.

El transporte al igual que los embalajes deben cumplir con requisitos antes y después de recibir la carga y son:

- a) Limpieza general de: polvo, tierra, lodo, granos, residuos orgánicos, minerales, clavos, grapas, piedras, papel y cartón, vestigios del embarque anterior.
- b) Reparación de: hendiduras, agujeros, goteras, superficies ásperas y eliminación de herrumbre.
- c) Corregir la permeabilidad de: techos, paredes y pisos.
- d) Apretar montajes de la estructura de los embalajes, fijar estacas y redilas (que sean desmontables y abatibles).
- e) Fumigar para evitar la formación de microorganismos, moho y la presencia de roedores e insectos. (*Boletín informativo AMEE, 1997*).

La relación del embalaje con el transporte también queda establecida, en el acomodo de los embalajes dentro del transporte, la carga se tiene que asegurar físicamente ya que al acarrearlo y efectuar el recorrido, el producto, envase y embalaje son sometidos a efectos de vibración, golpeteo, balanceo, deslizamiento, compresión, retardación, ladeo, fricción y fuerza centrífuga, según sean las condiciones que presentan las carreteras, vías de ferrocarril, ríos, lagos y el mar. También afectan las condiciones mecánicas del transporte y su remolque. (AMEE, 1997).

5.3.1 SIMULACION DE TRANSPORTE

El objetivo de la simulación de transporte es establecer la metodología para determinar la aptitud de uso de los sistemas: envases y embalajes que conforman los sistemas de conservación y protección empleados en la distribución de productos en la República Mexicana. Mediante la simulación de transporte se modela el sistema de distribución, y se representa analíticamente para medir el riesgo. (Avila, 2001).

Es posible realizar pruebas de laboratorio, donde se somete el embalaje a una serie de situaciones semejantes a las presentadas en el transporte rutinario del mismo. Estas pruebas, como todas la pruebas del laboratorio, tienen las ventajas de estar estandarizadas y por lo tanto son reproducibles, por lo tanto pueden controlarse prácticamente todas la variables.

Los elementos de prueba normalizados a los que son sometidos los embalajes son: Compresión, caída libre, plano inclinado, vibración y prueba de lluvia. (Rodríguez, 1998).

Para cada prueba los embalajes se acondicionan durante 24 horas a 23°C y 50% de humedad relativa, estas condiciones se recomiendan para alcanzar el equilibrio con el sistema; este acondicionamiento es con el fin de garantizar que por lo menos el 75% esta expuesto a este sistema. Además antes de iniciar con las pruebas es necesario identificar las muestras.

5.3.1.1 PRUEBA DE LA COMPRESIÓN

En esta prueba se le aplica al embalaje el peso de una estiba, comprobando su resistencia. Para realizar esta prueba se utiliza un equipo de compresión. (Rodríguez, 1998).

La resistencia a la compresión de las cajas corrugadas es importante ya que esta estrechamente ligada a la altura de la estiba, debido a que una caja con una buena resistencia a la compresión mantendrá libre de problemas al producto estibado. Asimismo es también utilizada como una medida de calidad de la caja. (Rodríguez, 1997).

En una caja la mayor resistencia a la compresión se encuentra en los vértices o esquinas, sin embargo al alejarse de estas, la resistencia disminuye, por esta razón un análisis a la compresión efectuado en equipo de laboratorio podría ser engañoso, ya que la resistencia obtenida corresponde en gran medida a las

esquinas, ya que no son pocos los casos donde el corrugado al ser muy largo, tiende a aplastarse en la parte media del largo, donde se localiza la menor resistencia, (ver figura 13), sobre todo cuando se acomodan las cajas en forma intercalada en una estiba.

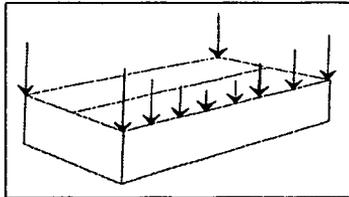


Figura No. 13: Líneas de resistencia a la compresión. (Rodríguez, 2000).

5.3.1.2 PRUEBA DE LA CAÍDA LIBRE

Para la realización de esta prueba se utiliza un equipo provisto de una plataforma donde se coloca el embalaje, accionada por un pedal, la plataforma se abre dejando caer el embalaje. La plataforma puede ajustarse a diferentes alturas, aumentando así el grado de severidad a la prueba.

Esta prueba se realiza dejando caer el embalaje sobre su propio plano, así como sobre las aristas larga y corta, y esquinas. (Rodríguez, 1998).

El fundamento de la prueba es evaluar la resistencia del embalaje al manejo brusco y la capacidad de éste para proteger el contenido, especialmente para productos frágiles.

5.3.1.3 PRUEBA DE PLANO INCLINADO

Esta prueba consiste en dejar deslizar un embalaje en un plano inclinado, al final del cual se encuentra un muro de contención, como en la prueba anterior el embalaje se coloca sobre el carro en diferentes posiciones, tales que el impacto se efectúa sobre la base, arista larga, arista corta y esquina. *(Rodríguez, 1998)*.

5.3.1.4. PRUEBA DE VIBRACION

La prueba se realiza sobre una mesa vibratoria, que tiene un control de frecuencia de vibración. Una vez colocado el producto, de preferencia con una carga representativa sobre el mismo, se somete el producto al efecto vibratorio durante un período definido de tiempo. *(Rodríguez, 1998)*.

5.3.2. PRUEBA REAL DEL TRANSPORTE

Cuando por alguna razón, no se cuenta con el equipo o con la asesoría de algún laboratorio externo, las pruebas de transporte pueden realizarse utilizando los recursos disponibles, es decir utilizando transporte real.

Para esta prueba es importante definir algunos aspectos como son:

1. Ruta comercial más larga tomando como punto de partida el centro de manufactura.
2. Que centros de distribución o bodegas, tienen características climatológicas más extremas (humedad relativa, temperatura, altitud).
3. Si el producto se maneja en tarimas o a granel.
4. Si el manejo se efectúa con montacargas, patín o manualmente.

5. Envío del diseño del embalaje propuesto y embalaje actual, que sirve como patrón de referencia.
6. Cantidad de producto a enviar tal que se a representativo.
7. Ubicación del producto del camión y solicitar un manejo normal del producto.

Una vez definidos estos aspectos, se envía el producto al lugar destinado, en el sitio debe analizarse ya sea uno por uno, o en forma estadística el producto, tanto el material nuevo como el testigo o patrón obteniendo así los resultados del comportamiento de los embalajes. *(Rodríguez, 1998)*.

CONCLUSIONES

1. En base a las propiedades químicas de las bebidas refrescantes presenta una gran gama de posibilidades para su envasado, siendo actualmente lo más importantes, los envases polimericos (polietileno alta y baja densidad, polipropileno, PET, PVC) debido a sus características de bajo costo, peso y compatibilidad con el producto. otros materiales son: el vidrio, los envases metálicos. Sin embargo las aplicaciones más recientes son en laminados y películas flexibles (bolsas).
2. La importancia de conocer los materiales de envasado es en la rigidez que este aporta, ya que en función al material se y su resistencia, se eligen las características estructurales del cartón corrugado.
3. La estructura del cartón corrugado, es lo más importante y característico del este, ya que cada uno de sus componentes en combinación y en diferentes arreglos proporcionar las propiedades de resistencia mecánica, siendo las más importantes: la resistencia al rasgado, a la rigidez, la explosión, la perforación y a la compresión.
4. La resistencia a la compresión es el de mayor importancia, ya que esta propiedad de resistencia mecánica se ve afectada por diferentes factores, desde su formación hasta su utilización como embalaje.
5. Durante la fabricación del embalaje los parámetros más importantes que influyen en las propiedades de resistencia mecánica son : el secado durante la formación del corrugado, la impresión, el tipo de caja, el empleo de insertos y el cierre.

6. En cuanto a las condiciones de almacenamiento antes de su empleo es importante proteger el cartón ya que es muy susceptible a la temperatura y humedad relativa, afectando estos factores de manera importante en sus propiedades de resistencia mecánica.
7. Una vez que el embalaje ha sido empleado, es necesario considerar el estibado, ya que es un factor que afecta de manera desfavorable, principalmente si el embalaje esta sobrado en la tarima, el tipo de estibado y si este aporta estabilidad (amarre).
8. Durante el ciclo de distribución el embalaje es almacenado y transportado, por lo que esta susceptible a enfrentar riesgos climáticos, biológicos y riesgos en función al tipo de transporte que se emplee, siendo los de mayor relevancia la compresión, las vibraciones y los impactos (frecuentes durante el arranque y frenado).
9. Es importante conocer los riesgos a los que se expone el embalaje, para que sean considerados al momento de pensar en las propiedades de resistencia mecánica que debe proporcionar el cartón corrugado y cumplir en su función como embalaje al proteger el producto que contiene.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ashurst, P. R. (1999). Producción y envasado de zumos y bebidas de frutas sin gas. España. Editorial Acribia.
2. Alvarado, D. M. (1990). Introducción al estudio del envase y embalaje diseño gráfico y otras disciplinas. México. Editorial UAM, 236 pp.
3. Análisis económico: Industria Mexicana de envase y embalaje. (2000). Boletín informativo de la Asociación Mexicana de Envase y Embalaje. Año 7, Marzo/Abril. No. 37.
4. Avila, (2001). Apuntes de seminario de titulación: envase y embalaje de alimentos. UNAM.
5. Brennan, J. G. (1998). Las operaciones de la ingeniería de los alimentos- España. Editorial Acribia, tercera edición.
6. Bureau, G. (1996). Food packaging technology. USA. Editorial VCH Publisshers. Volumen 2.
7. Cartón corrugado (2001). México.
8. Cartón liso y hojas corrugadas (1994). México. Empaque performance. Año 4, No. 39.
9. Cartón: El cartón definido, es papel con peso superior a 250 g/m² o con calibre superior a 250 mm. (1996). México. Empaque performance. Año 6, No. 64.
10. Cruz, C. H. (1999). Análisis económico: los envases y embalajes de papel y cartón. México. Boletín informativo de la Asociación Mexicana de Envase y Embalaje. Año 6, Septiembre/Octubre. No. 36.

11. El embalaje y su relación con el transporte. (1997). México. Boletín informativo de la Asociación Mexicana de Envase y Embalaje. Número especial, sección envases metálicos.
12. El envase, la importancia de su forma y tamaño. (1996). México. Empaque performance. Año 5, No. 56.
13. Estrada, P. (2000). Cajas de cartón corrugado. México, Editorial Packaging.
14. Fellows, P. (1994). Tecnología del procesado de los alimentos. España. Editorial Acibia.
15. Formas básicas para fabricar cartón corrugado. (1994). México. Empaque performance. Año 4, No. 40.
16. Heiss, R. (1970). Principios de envasado de los alimentos. Guía internacional. España, Editorial Acibia.
17. Historia de cartón corrugado. (1994). México. Empaque performance. Año 4, No. 39.
18. Instituto mexicano del plástico Industrial. S. C. (1997). Enciclopedia del plástico. México. D.F.
19. Jackson, I. (1994). Procedimientos para diseñar empaques para amortiguar. México. Revista mexicana de envase y embalaje. Empaque performance. Año 3, No. 3.
20. Jacobo, M. J. A. (1991). Envase y embalaje. Editorial UAM, 119 pp.
21. Las funciones básicas del empaque. (1995). México. Empaque performance. Año 4, No. 40.
22. Los tipos de cartón (1994). México. Empaque performance. Año 44, No. 4.

23. Multon, J. L. (1995). Embalaje de los alimentos de gran consumo. España. Editorial Acribia.
24. NMX-F-439-1983. (1983). Alimentos, bebidas no alcohólicas. Bebidas y refrescos. Clasificación y definiciones. México.
25. Potter, N. (1973). La ciencia de los alimentos. México. Editorial Edutex.
26. Ranken, M. D. (1993). Manual de la industria de los alimentos. España. Editorial Acribia. Segunda edición.
27. Requerimientos para el cerrado de cajas. (1994). México. Empaque performance. Año 4, No. 39.
28. Resistencia a la compresión de cajas de cartón corrugado. (1999). México. Envase y embalaje.
29. Resistencias del papel y cartón utilizados para empaque. (1997). México. Empaque performance. Año 7, No. 70.
30. Robertson, G. L. (1993). Food packaging. Principles and practice. USA. Editorial Marcel Dekker.
31. Rodríguez, T. J. A. (1995). Procesos de fabricación de las cajas plegadizas. México. Empaque performance. Año 5, No. 47.
32. Rodríguez, T. J. A. (1996). Estiba y resistencia a la compresión. México. Revista mexicana de envase y embalaje. Empaque performance. Año 5, No. 56.
33. Rodríguez, T. J. A. (1996). Cajas de cartón corrugado. México. Empaque performance. Año 5, No. 56.
34. Rodríguez, T. J. A. (1997). Manual de ingeniería y diseño en envase y embalaje. Para la industria de los alimentos, químicos, farmacéutica y

- cosmética. México. Editorial Packaging, ingeniería de envase y embalaje. 3ª edición.
35. Rodríguez, T. J. A. (1998). Pruebas para embalaje y transporte. México. Empaque performance. Año 8, No. 83.
36. Rodríguez, T. J. A. (1998). Cajas de cartón corrugado, (primera parte). México. Empaque performance. Año 8, No. 84.
37. Rodríguez, T. J. A. (1998). Cajas de cartón corrugado, (segunda parte). México. Empaque performance. Año 8, No. 85.
38. Rodríguez, T. J. A. (2000). Enciclopedia temática de ingeniería y diseño de envases y embalajes, tomo II. México. Editorial Packaging 190 pp.
39. Romo, P. (1999). Más allá del envase está el embalaje. México. AMEE.
40. Rubín, I. (1999). Materiales plásticos propiedades y aplicaciones. México. Editorial Limusa.
41. Soroa, J. M. (1965). Industrialización hortofrutícola. España, Madrid. Editorial Dossat.
42. Tipos de materias primas para el cartón corrugado. (1997). México. Boletín informativo de la Asociación Mexicana de Envase y Embalaje. Año 4, Septiembre/Octubre. No. 24.
43. Varnam, A. H. (1997). Bebidas, tecnología, química y microbiología. España. Editorial Acribia.
44. Vidales, G. M. D. (1995). El mundo del envase. Manual para el diseño y producción de envases y embalajes. México. Editorial G. Gili. 199 pp.