

300617
6



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERÍA

INCORPORADA A LA UNAM

**“REFERENCIA GENÉRICA DEL PROCESO DE
FABRICACIÓN DEL EMBALAJE DE CARTÓN
CORRUGADO”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE: INGENIERO MÉCANICO
ELECTRICISTA EN EL ÁREA PRINCIPAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL Y MECÁNICA**

PRESENTAN:

ANGELES MARÍA DE LOURDES HERNÁNDEZ GÓMEZ

LUCÍA LÓPEZ DÍAZ

ASESOR: MTRO. MANUEL REYES VILLA

MÉXICO, D.F.

2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD LA SALLE

A las Pasantes Señoritas:

**Angeles María de Lourdes Hernández Gómez
Lucía López Díaz**

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a Usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección, propuso como Asesor de Tesis el Mtro. Manuel Reyes Villa, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista con área principal en Ingeniería Industrial y Mecánica.

**"REFERENCIA GENÉRICA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL
EMBALAJE DE CARTÓN CORRUGADO"**

con el siguiente índice:


**CAPITULO I
CAPITULO II
CAPITULO III
CAPITULO IV**

**INTRODUCCION
I HISTORIA DEL PAPEL
FABRICACIÓN DEL CORRUGADO
ESTRUCTURA DEL EMBALAJE DE CARTÓN CORRUGADO
EMBALAJES DE CARTÓN CORRUGADO ESPECIALES
CONCLUSIONES
BIBLIOGRAFIA
GLOSARIO
INDICE DE FIGURAS Y TABLAS**

Ruego a ustedes tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

**ATENTAMENTE
"INDIVISA MANENT"
ESCUELA DE INGENIERIA
México, D.F., a 19 de JUNIO de 2002**


**MTRO. MANUEL REYES VILLA
ASESOR DE TESIS**


**ING. JOSE ANTONIO TORRES HERNANDEZ
DIRECTOR**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Con todo mi amor a Jorge y a Javier.

A Pepe:
Por su comprensión y paciencia.

A mi Mamá:
Por enseñarme que con esfuerzo siempre hay un mañana.

A mi Papá:
Por enseñarme que la disciplina facilita el logro de las metas.

A Fernando:
Porque gracias a ti concluí este trabajo.

A Norma:
Porque gracias a ti conocí el tesón.

A Gaby y a Roberto:
Por su apoyo incondicional.

y a ti Dios, por estar conmigo siempre, gracias

Lulú

A Dios:
Porque su mano siempre este extendida apuntando el camino correcto

A Oscar:
Por su amor, apoyo y paciencia

A mis Papás:
Por creer en mi

A Tania y Natalia:
Porque son el mayor regalo que Dios me ha dado

A mis hermanos, familiares y amigos:
Por estar ahí

"Nada termina hasta el momento en que uno deja de intentar"

Lucía

Tabla de contenido

Introducción	1
---------------------------	----------

CAPÍTULO I

1 Historia del papel	5
1.1 Orígenes	5
1.2 Proceso de fabricación del papel.	11
1.2.1 Usos del papel	21
1.3 Situación en México de la industria de la celulosa y el papel.	24
1.3.1 Perfil de la industria.....	25
1.3.2 Celulosa.....	28
1.3.3 Papel.....	29
1.3.4 Sector externo	30
1.3.5 Proyecciones para América del Norte.....	34

CAPÍTULO II

2 Fabricación del corrugado	41
2.1 Orígenes del corrugado	41
2.2 Máquina corrugadora	43
2.2.1 Fabricación del corrugado	46
2.2.2 Proceso productivo de la máquina corrugadora	49
2.3 Tipos de ondulado	52
2.3.1 Características de las flautas	55
2.4 Tipos de corrugado	56
2.4.1 Corrugado de una cara	56
2.4.2 Corrugado sencillo.....	56
2.4.3 Doble corrugado.....	57
2.4.4 Triple corrugado.....	58
2.5 Equipo periférico.....	58
2.6 Rayadora/cortadora	59
2.7 Impresoras.....	59
2.8 Flexográfica.....	60
2.9 Suajadoras	61
2.10 Pegadoras.....	61
2.11 Engrapadora	62
2.12 Flejadora o atados	62
2.13 Distribución de planta.....	63

2.14 Pruebas para el corrugado y la lámina corrugada.....	65
---	----

CAPÍTULO III

3 Estructura del embalaje de cartón corrugado	71
3.1 Embalaje de cartón corrugado	71
3.1.1 Tipos de cajas corrugadas.....	71
3.1.2 Interiores de cartón corrugado.....	76
3.1.2.1 Tipos de interiores para los embalajes de cartón corrugado	76
3.2 Diseño de cajas de cartón corrugado.....	78
3.2.1 Diseño estructural	78
3.2.1.1 Valor del producto.....	83
3.2.1.2 Propiedades del producto	83
3.2.2 Diseño gráfico	83
3.3 Desarrollo del embalaje de cartón corrugado	85
3.3.1 Ejemplo	87
3.4 Resistencia del embalaje de cartón corrugado.....	89
3.4.1 Resistencia a la estiba	89
3.4.2 Resistencias crítica	89
3.5 Impresión.....	91
3.5.1 Dados de impresión.....	93
3.6 Suajado o troquelado	95
3.6.1 Tipos de suajado	95
3.7 Grapado y/o pegado	96
3.8 Pruebas de laboratorio	96

CAPÍTULO IV

4 Embalajes de cartón corrugado especiales.	103
4.1 Antecedentes.....	103
4.2 Embalajes para productos con variedad de formas.....	105
4.3 Embalaje de exhibición.....	106
4.4 Cambio de embalaje de cartón corrugado normal a suaje.....	107
4.5 Comportamiento de papeles vírgenes contra reciclados	107
4.6 Embalaje de cartón corrugado para frutas frescas.....	109
4.7 Embalajes de cartón corrugado con aplicación de resinas.	109
4.8 Los embalajes corrugados en relación humedad resistencia.....	110
4.9 Micro corrugado	111
4.10 Protección de seguridad al producto.	112
4.11 Embalaje para menaje de casa habitación.....	112
4.12 Destinos de los embalajes de cartón corrugados.....	113
4.13 Ventajas del embalaje de cartón corrugado.....	113

Conclusiones.....	115
Bibliografía	117
Glosario de términos	118
Indice de figuras	120
Indice de tablas.....	121

Introducción

El embalaje de cartón corrugado está presente en las acciones cotidianas de comercialización e intercambio de los productos, sin embargo, el proceso genérico no se ha difundido en cuanto a las etapas de las que depende para su fabricación y entrega como producto terminado.

El propósito de este trabajo es por un lado, proveer al fabricante de embalajes de cartón corrugado la información relacionada con el proceso genérico productivo y la maquinaria involucrada en esta industria para facilitar la interacción del personal administrativo y operativo, por otro, dar a conocer a quien adquiere embalajes de cartón corrugado, los elementos que lo componen para estar en una mejor posición de obtener la mejor calidad para embalar sus materiales y/o productos.

Al no existir el panorama completo de lo que es el embalaje corrugado, afecta las posibilidades de optimización del embalaje actual.

El cartón corrugado es concebido como parte de la industria del papel, aunque su materia prima así lo constituye, trabaja en forma independiente.

En la industria del corrugado se sabe que para cada embalaje, le corresponde un diseño específico, que requiere una combinación de papeles, un proceso de combinación para su fabricación en la máquina corrugadora, un flujo de trabajo en las máquinas que lo transforman en el diseño requerido y la entrega final; integrar al proceso, los materiales externos como son: los grabados y tintas para imprimir el texto y/o el suaje, la aplicación de ceras en el acabado de los embalajes especiales, entre otros, por esto se ha separado este trabajo en capítulos, para dar a conocer las etapas que influyen en su fabricación.

Los productos embalados se transportan de un lugar a otro, proporcionan la guarda y conserva, la identificación y protección en el envío y recibo de alimentos, medicinas, productos del campo, entre otros, en menor escala participa en la ordenación de documentos en las cajas llamadas de archivo muerto y se pueden sumar los menajes que hacen indispensable el uso de las cajas de cartón. El comercio depende en gran medida del embalaje para efectuar sus operaciones diarias, impulsando este sector.

El embalaje corrugado provee a los productos, las cualidades requeridas de presentación, protección, higiene, entre otros factores, que determinan su buen

estado para establecer seguridad en la estrategia comercial, resolviendo que los productos estarán en condiciones óptimas de venta.

El embalaje corrugado abarca factores importantes en la comercialización, tales como la ordenación en cantidad por empaque, protección del producto, facilidad al manejo de los productos; con las leyendas de impresión proporciona la identificación del contenido, origen, tipo de producto, etc.

En México y en todos los países, la diversidad de productos embalados refleja el crecimiento comercial, porque al incrementarse la demanda de embalajes de cartón corrugado refleja el desplazamiento de productos y se ve con gran satisfacción, que los productos adquiridos se encuentran en buen estado y satisfacen las demandas de los consumidores, interesándose en la calidad del producto y/o el uso del mismo.

La industria del cartón corrugado se ha desarrollado en México mediante la adquisición de maquinaria extranjera preparando a su personal bajo la experiencia de los que la han traído, acoplando máquinas o fabricándolas según sus necesidades, por lo que cada empresa trabaja con la experiencia a través del tiempo de su personal, elaborando manuales y/o procesos en áreas administrativas, financieras, pero sin establecer una referencia del desarrollo en los procesos de fabricación del cartón corrugado.

Este proyecto da a conocer los procesos genéricos de la fabricación del cartón corrugado, para facilitar el aprendizaje de cualquier persona que trabaje en esta industria en México, así mismo, pretende ser fuente de referencia para los que se relacionen con la industria del cartón corrugado, proveedores, compradores, etc.

Que los trabajadores de esta industria y personas que se relacionen, conozcan cómo es el embalaje de cartón corrugado desde la fabricación del papel, el diseño, los procesos hasta la entrega como producto terminado, facilitando las relaciones de negocios.

Esta tesis está dividida en cuatro capítulos:

En el capítulo I se da a conocer cómo se fabrica el papel desde sus orígenes, el proceso de fabricación, cuáles son los tipos de papel que se emplean para la fabricación de corrugado, la situación de la industria del papel en nuestro país y en general en América del Norte.

En el capítulo II enlaza la entrega de papel como materia prima, la maquinaria que lo recibe y transforma en corrugado, explicando genéricamente su operación y funcionamiento, la ubicación de la máquina corrugadora con el equipo que se utiliza para dar forma al producto terminado, visualizando un flujo continuo hasta

la entrega final solicitada, las áreas reservadas para almacenar las materias primas, el producto terminado y el área de embarques.

En el capítulo III se parte de la recepción del corrugado o la lámina corrugada solicitada, basándose en la estructura y diseño del embalaje, los pasos que siguen para su transformación, impresión, etc., la resistencia adecuada para los embalajes, las pruebas de laboratorio a que se someten para asegurar la calidad en el producto terminado.

En el capítulo IV se tratará el desarrollo de embalajes especiales, primero donde el producto, por diversos factores, varía en tamaño, forma y cantidad como es el caso de menajes, la industria del regalo, la industria de la piel, la industria textil, donde las empresas o industrias no justifican en costo, un embalaje para cada producto. La importancia de verificar el destino del embalaje, por ejemplo, hacia los hipermercados, donde el embalaje es parte de la exhibición del producto. El comportamiento del embalaje en relación con el medio donde se ubica el producto y la frecuencia del ciclo de desplazamiento. La seguridad y protección de algunos productos hacia el interior del embalaje. Las aplicaciones del micro corrugado como parte del uso de nuevas presentaciones y atribuciones de este producto.

Al terminar de leer los capítulos, se comprenderá que el embalaje de cartón corrugado no es un producto simple, es parte del desarrollo histórico y tecnológico aplicado al beneficio del comercio mundial, forma parte del ciclo ecológico necesario para la conservación de nuestro planeta, forma parte del ciclo económico de nuestro país, en función del desplazamiento de los productos, requiere de una maquinaria para dar forma al ondulado, base estructural del embalaje, que existen actualmente diversas formas y tipos de embalajes, pero para cada producto existe el adecuado a través del diseño gráfico y estructural, influye en los costos de exhibición y mercadotecnia, por ser parte de guarda, conserva e identificación del producto y que cada embalaje requiere un tiempo para su entrega como producto terminado. El embalaje de cartón corrugado es una liga entre los recursos naturales renovables desde la transformación de la pulpa en el papel adecuado para corrugar hasta la entrega como producto terminado.

CAPÍTULO I
HISTORIA DEL PAPEL

1 Historia del papel

Este tema presenta sus orígenes, el proceso por el cual la materia prima o reciclada se convierte en papel, la maquinaria que se utiliza para obtenerlo, los tipos, usos del papel y cuales se destinan para formar el corrugado, así como la situación de esta industria en México y en América del Norte.

1.1 Orígenes

El primer material precursor del papel fue el Papiro, planta en cuya médula se escribía en Egipto por el año 2400 A.C. El arte de fabricar papel corresponde a los chinos, aproximadamente en el año 105 D.C., utilizando el árbol de las Moras.

Aunque se mantuvo en secreto la fabricación del papel hasta el siglo VII en que se difundió en Japón y posteriormente a Arabia, desde donde llegó a Europa cuando los árabes invadieron España el año de 711.

El primer centro productor árabe en Europa funcionó en Játiva, Valencia hacia mediados del siglo XII; sin embargo, la expansión de papel por Europa se atribuye a las ciudades mercantiles italianas que exportaban el papel árabe a los centros de consumo. Pronto los países europeos comenzarían a fabricarlo; el primer centro productor occidental funcionó en Fabriano, Italia en el siglo XIII.

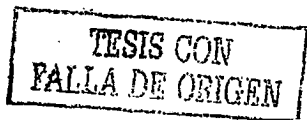
Su constante evolución está estrechamente unida al desarrollo de la civilización y vinculada a los grandes logros técnicos de la humanidad, por ejemplo la imprenta.

De igual manera con el nacimiento de los periódicos en el siglo XVIII, se impulsó el desarrollo de máquinas para la fabricación de papel.

En el siglo XIX la demanda de papel siguió aumentando ya sea para empaquetar alimentos, registrar transacciones comerciales e imprimir más libros y periódicos conforme se iba alfabetizando la población. La fabricación de papel comprende operaciones esencialmente mecánicas, las cuales se basan en la tendencia de las fibras celulósicas en suspensión acuosa a unirse entre sí cuando se secan.

En 1987 el Instituto Nacional de Antropología e Historia descubre que en el pueblo de Culhuacán existió el auténtico primer molino de papel en el año de 1580, descubrimiento que presenta a México, como el primer país en haber tenido la primera Universidad, la primera imprenta y el primer molino de papel de América.

La primera fábrica de papel en América fue instalada en Filadelfia, E.U., en el año de 1690, hasta ese momento la fabricación del papel se realizaba hoja por



hoja, hasta que en el año de 1804 los hermanos *Fourdrinier*, en Inglaterra fabricaron una máquina para proceso continuo, posteriormente *John Dickenson* desarrolló una máquina de cilindros, la cual fue instalada en Filadelfia en el año de 1817

El desarrollo del papel se debe en gran parte a la relación utilidad/precio que ha permitido imponerse a otros materiales en numerosos usos, pero sobre todo en un mundo preocupado por la defensa del medio ambiente y el máximo aprovechamiento de los recursos, pues se trata de un producto natural, reciclable y biodegradable.

A lo largo de los siglos el papel ha demostrado su compatibilidad con los avances técnicos, que han estado ligados al desarrollo de nuevos productos papeleros: papel *offset*, papel para fax, papel para fotocopiadoras, papel continuo para computadora, etc. El papel se ha adaptado perfectamente tanto a los avances tecnológicos (velocidad de las máquinas, rotativas, envases y embalajes, etc.) como a los nuevos usos (fax, uso alimentario, papeles higiénicos, etc.).

El Internacional *Pulp and Paper Directory* (Directorio de Pulpa y Papel) tiene contabilizadas un total de 457 variedades de papel y 36 variedades de pasta para papel.

Son cientos las finalidades del uso de papel: satisface necesidades de comunicación, cultural, educativa, artística, higiénica, sanitaria, de distribución, almacenamiento y transporte de todo tipo de mercancías y, en función de ellos, el producto se diseña cumpliendo una serie de requisitos de textura, resistencia, suavidad, absorción, etc., para numerosos fines especializados que van desde la filtración de precipitados en disoluciones hasta la fabricación de determinados materiales de construcción.

Entre las otras opciones para la fabricación de papel se ha encontrado la utilización del bagazo de caña como materia prima, su principal ventaja es la recolección debida a los grandes volúmenes que se manejan en los ingenios azucareros, una parte del bagazo se aprovecha como combustible para generar vapor dentro del ingenio; sin embargo, sobra una considerable cantidad que puede ser aprovechada en la producción de pulpa y papel, aunque relativamente es corto el tiempo que se ha empleado esta materia prima, las plantas productoras de papel de bagazo de caña se construyeron a principio de 1940 y el producto es de una calidad aceptable.

La fibra de bagazo de caña de azúcar es corta y esa es la razón del porqué su aplicación es limitada, los resultados de la investigación industrial demostraron que es factible y económico producir papeles higiénicos, ciertos papeles para la escritura como el utilizado para el periódico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se ha considerado la utilización del bagazo de caña como alternativa para fabricar papel de embalajes, en la protección de productos individuales, en la envoltura de alimentos de expedición al menudeo, entre otras.

Para las finalidades prácticas de impresión, dibujo, acuarelas, impresión en relieve, etc., se requieren superficies que deben ser preparadas al procesar las pulpas dependiendo del destino como: leyendas, imágenes, información, texto entre otras, lo que determina su proceso en su acabado.

La fabricación manual de papel, en su proceso básico no ha cambiado a lo largo de más de 2000 años, e implica dos etapas: trocear la materia prima en agua para formar una suspensión de fibras individuales y formar láminas de fibras entrelazadas extendiendo dicha suspensión sobre una superficie porosa adecuada que pueda filtrar el agua sobrante. En la Figura 1 se muestra la longitud de las fibras largas y cortas.

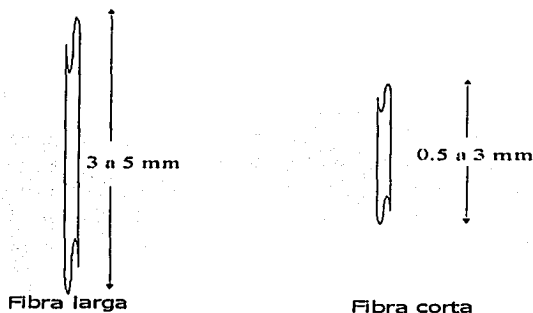


Figura 1 Longitud de tipos de fibra

La fabricación manual de papel inicia con la recolección de la materia prima (paja, hojas, corteza, trapos u otros materiales fibrosos) se coloca en una tina o batea y se golpea con un mazo pesado para separar las fibras. Durante la primera parte de la operación, el material se lava con agua limpia para eliminar las impurezas, pero cuando las fibras se han trozado lo suficiente se mantienen en suspensión sin cambiar el agua de la tina. En ese momento, el material líquido, llamado pasta primaria, está listo para utilizar el molde.

La principal herramienta del papelerero es el molde, una tela metálica reforzada con mallas cuadradas o rectangulares. El dibujo de las mallas puede apreciarse en la hoja de papel terminada si no se le da un acabado especial.

El molde se coloca en un bastidor móvil de madera, y el papelerero sumerge el molde y el bastidor en una tina llena de esta pasta. Cuando los saca, la superficie del molde queda cubierta por una delgada película de pasta primaria. El molde se agita en todos los sentidos, lo que produce dos efectos: distribuye de forma uniforme la mezcla sobre su superficie y hace que las fibras adyacentes se entrelacen, lo que proporciona resistencia a la hoja. Mientras se agita el molde, gran parte del agua de la mezcla se filtra a través de la tela metálica. A continuación se deja descansar el molde, con la hoja de papel mojado, hasta que ésta tiene suficiente cohesión para poder retirar el bastidor.

Una vez retirado el bastidor del molde, se da la vuelta a este último y se deposita con suavidad la hoja de papel sobre una capa de fieltro. Después se coloca otro fieltro sobre la hoja, se vuelve a poner una hoja encima y así sucesivamente. Cuando se han colocado unas cuantas hojas de papel alternadas con fieltros, la pila de hojas se sitúa en una prensa hidráulica y se somete a una gran presión, con lo que se expulsa la mayor parte del agua que queda en el papel. A continuación, las hojas de papel se separan de los fieltros, se apilan y se prensan.

El proceso de prensado se repite varias veces, variando el orden y la posición relativa de las hojas. Este proceso se denomina intercambio, y su repetición mejora la superficie del papel terminado. La etapa final de la fabricación del papel es el secado. El papel se cuelga de una cuerda en grupos de cuatro o cinco hojas en un secadero especial hasta que la humedad se evapora casi por completo.

Los papeles que vayan a emplearse para escribir o imprimir exigen un tratamiento adicional después del secado, porque de lo contrario absorberían la tinta, y el texto y las imágenes quedarían borrosos. El tratamiento consiste en conferirle apresto al papel sumergiéndolo en una solución de cola animal, secar el papel aprestado y prensar las hojas entre láminas de metal o de cartón liso. La intensidad del prensado determina la textura de la superficie del papel. Los papeles de textura rugosa se prensan ligeramente durante un periodo relativamente corto, mientras que los de superficie lisa se prensan con más fuerza y durante más tiempo. (Figura 2)

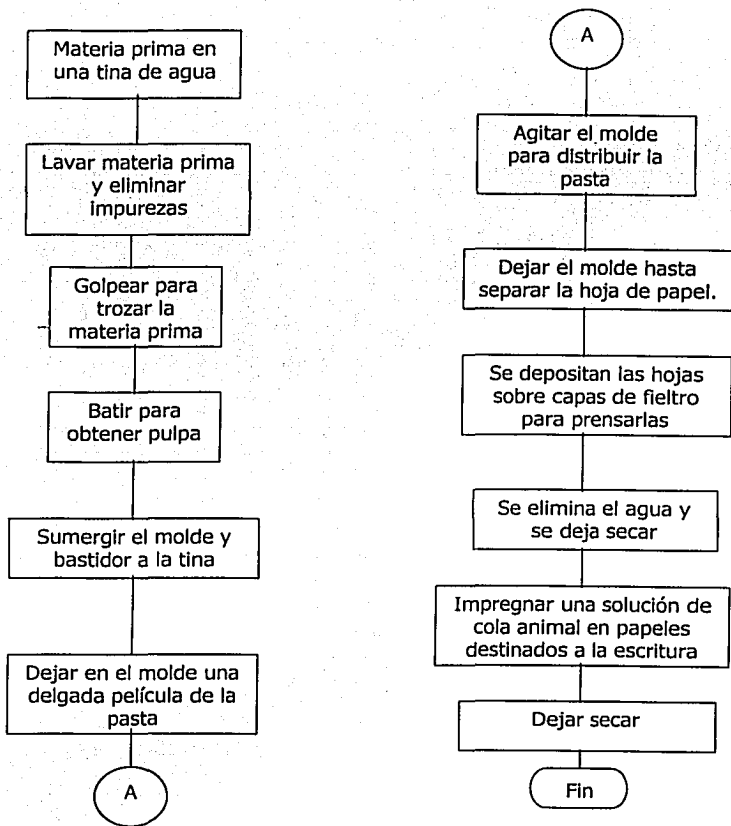


Figura 2 Fabricación manual del papel.

En la industrialización, la composición de la celulosa del papel puede provenir de diferentes fuentes vegetales como madera, algodón, lino, la caña de azúcar, la paja, la alfalfa, etc., la pasta de celulosa tendrá variaciones en el tamaño de las fibras y al ángulo de las cadenas de celulosa, el papel tendrá sus características y aunadas a su destino se engloba como el papel prensa, papel para impresión y escritura, papel higiénico y sanitario, papel para envases y embalajes, papeles especiales, que se explican a continuación:

Papel prensa.- Es ante todo un elemento transmisor de información, sin duda el más noble, un instrumento de comunicación y cultura, sin el cual no puede entenderse el desarrollo de un pueblo. El papel prensa es un importante soporte y vehículo de suministro de información y publicidad. Los avances en la transmisión electrónica de datos no han reducido, sino por el contrario, han incrementado el consumo de papel.

Papel para impresión y escritura.- Es indudable que el papel está continuamente presente en nuestras vidas, desde la lista de compra colocada sobre la puerta del refrigerador, hasta la papeleta que reconoce la propiedad o valor que poseemos. La civilización no tendría el sustento al que nos referimos, sin él no tendríamos las sinfonías de Beethoven, la ecuaciones de A. Einstein, o la obras de clásicos como Don Quijote de la Mancha. Inicialmente se creyó ver en las nuevas tecnologías al gran enemigo del papel, sin embargo, ha sido más bien distinto. No solo ha demostrado su compatibilidad, sino que además se ha producido un gran impulso en el consumo. Dentro de este grupo se encuentra el papel pintado o tapiz, que se conoce en Inglaterra desde 1509 cuando el impresor *Huho Goes*, fabricaba pequeñas hojas con motivos florales, por medio de una plancha de madera. Con ellas forraba cajas, estantes y empapelaba pequeñas habitaciones. Las personas pudientes forraban las paredes de las habitaciones principales con tapices costosos. Pronto el papel pintado fue considerado como una forma de decoración con identidad propia.

Papel higiénico y sanitario.- Este tipo de papel ha alcanzado un gran desarrollo, los nuevos usos han hecho posible el aumento de consumo y constantemente aparecen nuevos productos que superan en calidad, absorción y suavidad a los anteriores, refiriéndose a los pañuelos de papel, rollos higiénicos, pañales, rollos de papel para cocina, servilletas, papeles para uso hospitalario, por nombrar algunos.

Papel para envases y embalajes.- No siempre somos conscientes de la importancia de este rubro, el papel y cartón como envase y embalaje en nuestra vida diaria, en forma de cajas y estuches de cartón, sacos para almacenar o guardar productos en polvo, arenas, cemento, etc., es imprescindible para individualizar y agrupar unidades de venta, dar información sobre el producto,

protegerlo, transportarlo y almacenarlo; de hecho, el desarrollo del comercio mundial, aligerando y abaratando el costo del empaque con relación al producto.

Papeles especiales.- A los grupos anteriores hay que añadir los papeles especiales como los sellos, los papeles de seguridad (papel moneda, lotería, acciones, etc.) los papeles especiales para alimentación, los papeles filtro y toda una serie de papeles de alta tecnología.

El consumo de papel y cartón actúa como índice del nivel de desarrollo de un país, no en vano se trata de un producto estrechamente vinculado a la cultura, la educación, la comunicación, el comercio y el transporte, la sanidad e higiene. Se estima que el consumo mundial ronda los 50 Kg al año por habitante, y que en las últimas décadas el consumo de papel se ha incrementado notablemente.

1.2 Proceso de fabricación del papel.

El papel es un conglomerado de fibras de celulosa dispuestas irregularmente y fuertemente adheridas entre sí en una superficie plana, elaborado a partir de fibras vegetales principalmente madera, lino y cáñamo, las cuales eran fragmentadas y reducidas a una pulpa suspendida en agua, por medio de una malla fina se extraía una capa de pulpa a la cual se removía el agua, esta hoja de pulpa se presionaba y secaba dando así una hoja de papel.

Este proceso fue mecanizado utilizando una malla posesionada en una banda sin fin, la cual tomaba la pulpa de un depósito, la malla se mantenía en vibración para sacudir el exceso de agua, después la pulpa era presionada por cilindros para secar la capa de papel.

La tecnología en la fabricación del papel se mejoró en el siglo XIX por la introducción de blanqueado, eliminación de impurezas propias de la madera o fibras vegetales a partir de la cocción de la pulpa con algunos agentes químicos como soda y sulfitos, posteriormente los sulfatos.

Actualmente en el proceso de fabricación de papel se utiliza un proceso continuo, donde la materia prima principal son las fibras de los árboles, el reciclado de papel y otros desechos celulósicos.

Para la obtención de la pulpa (celulosa o pasta) para la fabricación de papeles, se reciben diversas materias primas llamadas fibras vegetales. Dependiendo el tipo, destino y uso se seleccionaran las fibras para iniciar el proceso en los molinos de papel, utilizando:

Fibra virgen que proviene de las coníferas (una variedad de pinos), fibras de frutos, fibras de madera, bagazo, bambú, carrizos, las cuales son descortezadas, cortadas en rajadas, convertidas en astillas de cierto tamaño y forma; en cuanto al

tamaño de las fibras de madera, las suaves que provienen de las coníferas miden de 3 a 5 mm de largo, tienen un espesor de 0.03 mm, se obtienen del cedro, pino y abeto; las duras son cortas, miden de 0.5 a 3 mm, su espesor es de 0.02 mm, se obtienen del encino, maple, eucalipto y del bagazo.

Posteriormente son "cocinadas" a vapor y soda hasta obtener la "pulpa". Los tipos de pasta o celulosa que se obtienen por el proceso mecánico o químico son:

Pasta mecánica.- Fibra de madera molida, la cual se obtiene forzando la madera contra una piedra de molino, posteriormente se hidrata para convertirla en pulpa. Este método es utilizado para maderas suaves ya que es suministrada sin ningún tratamiento previo, la pulpa conserva todos sus componentes, es la más económica de las pulpas vírgenes y es utilizada donde no se requiere brillantez ni resistencia mecánica como el papel periódico y papel manila. En las maderas duras no se emplea este proceso porque se hace polvo.

Los procesos de pulpas químicas procesan la madera eliminando parte de sus compuestos para dejar únicamente la celulosa. El primer proceso químico utilizado fue el tratar la pulpa con sosa cáustica (hidróxido de sodio) y carbonato de sodio a las maderas duras. Los procesos químicos que se utilizan actualmente son:

Proceso al sulfato (*Kraft*).- Proceso de tratamiento químico a la madera, usando azufre, sosa cáustica, sulfato de sodio. En este proceso las astillas de madera se transportan a un digestor, que es un tanque operado en condiciones de presión y temperatura elevadas. En ese tanque se agrega el llamado licor de cocción, después se pasa la pulpa a un tanque de descarga donde queda el licor negro que contiene los reactivos de cocción gastados; la pulpa es lavada y se envía al proceso de blanqueado o al de fabricación del papel. La pulpa obtenida es de color café por lo que el papel obtenido se le llama *Kraft*, es muy resistente, poco absorbente y menos opaca con fibras largas. La pulpa blanqueada es más blanca y fina, en textura su resistencia está entre la obtenida de la pasta mecánica y la *Kraft*.

Proceso al sulfito.- Proceso de tratamiento químico a la madera suave usando ácido sulfuroso, azufre y piedra caliza, obteniendo una pulpa clara más resistente que la obtenida por el proceso mecánico, pero no tan resistente como la *Kraft*.

Proceso a la sosa.- Proceso de tratamiento químico al bagazo de caña, utilizando sosa cáustica.

Las fibras recicladas.- Son materiales que se recuperan para ser procesados una y otra vez compensando su natural degradación con la adición de una proporción de fibra virgen. Está fibra es mezclada en diferentes proporciones con otros

materiales reciclables como son cajas usadas, papeles etc., a fin de desarrollar las mejores características, esos materiales son combinados con otros reciclados y/o materias primas vírgenes (en México, se considera materias primas vírgenes a los papeles que se han fabricado con fibras vírgenes) y productos químicos que en su conjunto deberán llenar las especificaciones requeridas para cada tipo de papel. Este proceso se repite en forma constante para convertir un producto terminado cuya vida útil llega a su fin, en materia prima que al procesarla se convertirá nuevamente en otro producto terminado. En este proceso la natural degradación es compensada con la adición de fibras vírgenes.

El reciclado, es un proceso de recolección, selección y rehuso de materiales que por sus condiciones y cualidades pueden convertirse nuevamente en materia prima para producir una hoja de papel de ciertas características, estos materiales son combinados con otros para llenar las especificaciones requeridas para cada tipo de papel. Este proceso se repite en forma constante para convertir un producto terminado desechado en materia prima que al procesarlo se convertirá en otro producto terminado. Cabe señalar que se ha desarrollado una alta tecnología en la utilización y aprovechamiento de fibras recicladas, habiendo logrado obtener valores similares que los producidos con fibra virgen. Este proceso combate en forma directa y efectiva el deterioro ambiental ayudando a disminuir la contaminación de ríos, lagos y mares, se evita aumentar el volumen de basura que llega a los basureros, promueve la conservación de otras especies, genera altos ahorros energéticos. Actualmente se observan contenedores individuales en centros comerciales donde los detallistas dejan depósitos para que los consumidores lleven sus residuos a estos puntos de recolección. En la Figura 3 se muestra gráficamente el reciclado del papel.

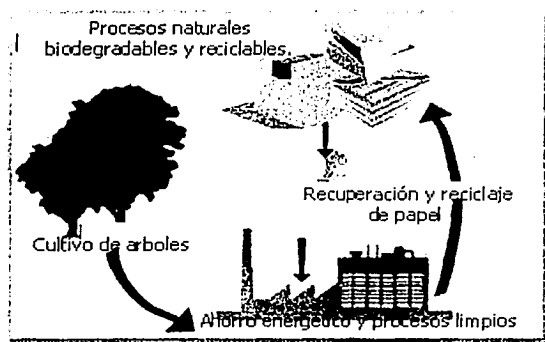


Figura 3 Reciclado del papel

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El proceso independientemente de la selección de las fibras, se inicia en una mezcladora de materiales y agua, hasta formar una masa homogénea, que pasa por vibradores que orientan las fibras paralelamente entre sí, pasando por cilindros de presión para reducir la altura de la masa, por los secadores para eliminar la humedad, hasta llegar a obtener las hojas de papel. Las hojas están constituidas por el entrelazado o afieltrado de fibras usualmente vegetales, que también pueden ser animales (lana), minerales (vidrio, asbesto), y sintéticos (*poliester, nylon, orlón, dacrón, vinílicas*).

La pulpa puede ser usada a granel inmediatamente o secada y laminada para su conservación y almacenaje. No todos los fabricantes de papel parten de la elaboración de la pulpa, muchos parten de la celulosa obtenida por otra fábrica.

La celulosa procesada es una suspensión de agua con una proporción de 95% de agua y 5% de fibras, la cual es batida con el fin de romper las fibras e hidratarlas a la vez. Existen dos máquinas: la *Hidrapulper* que hidrata la fibra y la *Hylopulper*, que además cuenta con cuchillas que permite cortar la fibra y mezclarla en el agua.

Posteriormente la pulpa pasa a la sección de batido que consiste en un tanque elíptico con una pared divisora en el centro, alrededor de la cual circula la mezcla y en el fondo del tanque se encuentran cuchillas que al agitarse hacen que la mezcla pase por un reborde el cual ayuda a homogenizarla, el proceso se repite varias veces hasta lograr la consistencia deseada, además de la reducción de las fibras, aumento de la flexibilidad y la superficie específica externa de la fibra. El batido es muy importante porque establece las características mecánicas del papel; a un batido de poco tiempo se produce un papel altamente absorbente con alta resistencia al rasgado, baja resistencia a la explosión y a la tensión. Con mayor tiempo de batido se produce un papel de menor absorbencia y mayor resistencia lo que dará un decremento en el rasgado.

En el proceso de batido se agregan ciertos compuestos para dar mayor cuerpo a la pasta, los cuales darán al papel resistencia al agua y propiedades para imprimir sobre su superficie, también se agregan otros materiales para dar color, opacidad, rigidez y propiedades específicas del material por obtener.

Los molinos de papel forman parte del primer proceso para la fabricación del empaque corrugado al producir el papel *Kraft* (de fibra virgen) y *semi-kraft* (de fibra reciclada). Actualmente los molinos, consientes de que el reciclaje no es una actividad inmediata y mucho menos aislada, ya que forma parte de un proceso continuo donde el reciclaje es la última parte antes de terminar el ciclo, promueven los sistemas de recolección para facilitar el reciclaje del papel. Tabla 1 y Figura 4

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LA FABRICACIÓN DE PAPEL Y CARTONCILLO

Molienda	Consiste en obtener por medios físico-mecánicos de desintegración y corte una suspensión acuosa de fibra llamada pasta. En la composición de ésta intervienen agua, pulpa y/o desperdicio de papel o cartón.
Depuración	Consiste en eliminar las impurezas con las que se encuentra contaminada la pasta. Por ejemplo grapas, vidrio, polietileno, arena, etc.
Refinación	Operación que consiste en desarrollar las propiedades físicas de la pasta, por medio de un efecto de desfibración y corte de las fibras.
Formación	Consiste en depositar la pasta sobre una malla de alambre de plástico, con el objeto de drenar la mayor cantidad posible de agua que forma parte de la suspensión de fibras.
Prensado	Se obtiene haciendo pasar la hoja a través de una serie de rodillos (prensas) con el objeto de disminuir su contenido de agua para que aumente su resistencia.
Secado	Se lleva a cabo haciendo pasar la hoja de papel por una serie de cilindros huecos (secadores) calentados interiormente por medio de vapor
Calandrado	Consiste en uniformizar el espesor de la hoja pasando a través de un grupo de rodillos sólidos perfectamente lisos.
Enrollado	Una vez que la hoja ha sido calandrada se procede a enrollarla formando grandes rollos que se transfieren a la última etapa del proceso.
Embobinado	La hoja se re-embobina en rollos del diámetro y ancho que se requiera.

Tabla 1 Esquema simplificado para la fabricación de papel y cartoncillo

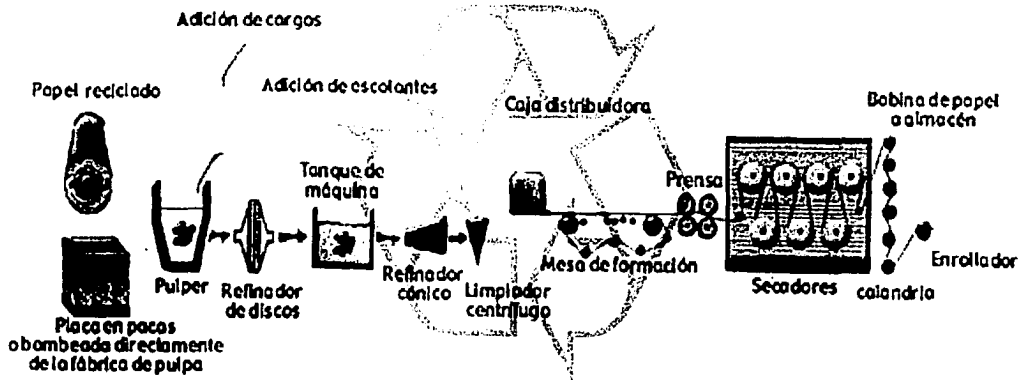


Figura 4 Ciclo de fabricación del papel

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La primera máquina práctica para fabricar papel fue desarrollada en 1804 por los hermanos *Henry y Sealy Fourdrinier* con la ayuda del Ing. *Bryan Dankin*, y se le conoce actualmente como Máquinas Planas o Máquinas *Fourdrinier*.

El corazón de la máquina *Fourdrinier* es una cinta sin fin de tela metálica que se mueve horizontalmente. La pulpa acuosa cae sobre la cinta, que va circulando sobre una serie de rodillos. Una pila poco profunda situada bajo la cinta recoge la mayor parte del agua que escurre en esta etapa. El agua se vuelve a mezclar con la pulpa para aprovechar la fibra que contiene. La extensión de la hoja de pulpa húmeda sobre la cinta se limita mediante tiras de goma que se mueven por los lados de la cinta. Las bombas de succión situadas bajo la cinta aceleran el secado del papel, y la cinta se mueve de un lado a otro para contribuir al entrelazado de las fibras. A medida que el papel avanza, pasa bajo un cilindro giratorio cubierto de tela metálica o de alambres individuales, llamado cilindro de afiligranar, que confiere al papel una textura apropiada. Además, la superficie del cilindro tiene letras o figuras trazadas con alambre que pasan al papel en forma de marcas de agua que identifican al fabricante y la calidad del papel. En los papeles fabricados a mano, las figuras de estas marcas se fijan a la superficie del molde.

Cerca del final de la máquina, la cinta pasa a través de dos rodillos cubiertos de fieltro. Estos rodillos extraen aún más agua de la tira de papel y consolidan las fibras, con lo que dan al papel suficiente resistencia para continuar pasando por la máquina sin el soporte de la cinta. La función de estos rodillos es la misma que la de los fieltros empleados en la fabricación manual. A continuación, el papel se transporta mediante una cinta de tela a través de dos grupos de cilindros de prensado de metal liso. Estos cilindros proporcionan un acabado liso a las dos superficies del papel.

Una vez prensado, el papel está totalmente formado; a continuación se pasa por una serie de rodillos calientes que completan el secado. La siguiente etapa es el satinado, un prensado con rodillos fríos lisos que produce el acabado mecánico. Al final de la máquina *Fourdrinier*, el papel se corta con cuchillas giratorias y se enrolla en bobinas. La fabricación del papel se completa cortándolo en hojas, a no ser que vaya a emplearse en una imprenta continua que utilice el papel en rollos.

Los papeles especiales se someten a tratamientos adicionales. El papel persatinado es sometido a un proceso posterior de satinado a alta presión entre rodillos metálicos y otros rodillos cubiertos de papel. El papel estucado (cubierto con estuco), como el empleado para la reproducción fototipográfica de calidad, se apresta con arcilla o cola y se satina.

En la Figura 5 se muestra el dibujo de una máquina para la fabricación de papel simplificada.

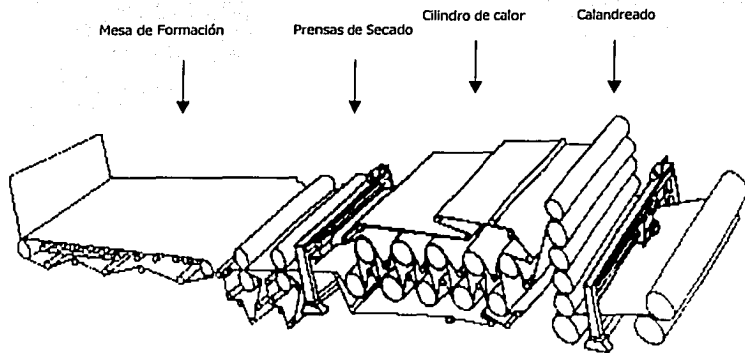


Figura 5 Representación simplificada de una máquina para la fabricación de papel

La máquina *Fourdrinier* y la máquina de cilindros cuentan con una dosificadora y orientadora de fibra, que consta de varias secciones: La mesa de formación de la hoja, prensa de secado, cilindros de calor y calandreado.

La máquina *Fourdrinier*, trabaja a altas velocidades y es utilizada para la fabricación de papel de pesos ligeros y medios, el ancho de papel obtenido es desde 0.76 m hasta 8.1 m

La máquina de cilindros difiere de la *Fourdrinier*, en que es más lenta y en la sección del diseño de la etapa del acabado húmedo. Su máximo ancho de la bobina es de 5.6 m. Se considera que está máquina es mejor para la fabricación

de papeles pesados, ya que el proceso permite la elaboración de cartoncillo de varias capas pudiendo utilizar diferentes calidades de pulpa en cada capa.

Ambas máquinas fabrican el papel facial, sanitario y el *kraft*, sin embargo, la mayoría de los papeles finos para escritura, papel periódico, para envoltura, para libros, etc., están hechos en máquinas *Fourdrinier*, así el cartoncillo utilizado para plegadizo y cajillas están hechos en máquinas de cilindros.

Las partes que integran la máquina de *Fourdrinier* son:

Circuito de cabeza de máquina, distribuidor de alimentación a la caja cabecera de máquina, caja cabecera, rodillo de pecho, mesa de formación, rodillos de mesa, *foils*, *vaccum foils*, cajas aspirantes, rodillos guía de malla, rodillos de retorno de malla, rodillo *couch*. Operaciones en la mesa *Fourdrinier*: Formación de la hoja de papel, retención en la *Fourdrinier*, técnicas complementarias para la mejor formación, uso y reutilización del agua, máquina de cilindros, formadores de doble malla, prensas, tipos de prensas, operaciones de prensado, influencia del prensado en las propiedades físicas del papel.

Al iniciar el proceso de fabricación de papel existe una gran cantidad de agua presente en la pasta, que se reduce gradualmente en las diferentes etapas hasta quedar un papel con un 5% de humedad.

Algunos tipos de papel tienen una superficie lisa, plana, con brillo y con mayor densidad, porque se mete al proceso de calandrado, el cual consiste en que una vez fabricado el papel se pasa por una serie de cilindros que aplican presión y temperatura logrando la compactación de la fibras y un acabado superficial terso, con menos porosidad.

Los papeles para fabricar cartón corrugado y cartoncillo se distinguen en función del espesor, en general todos los materiales con un espesor igual o mayor a 0.305 mm son considerados cartón aunque en sus excepciones esta el papel *medium* del corrugado que tiene menos de 0.305 mm ó 0.012" de espesor.

Las principales empresas que fabrican papel en México, tienen hoy en día variaciones en la máquina *Fourdrinier*, debido a las siguientes razones: los anchos útiles de papel especificados de cada máquina empleados por las empresas para adecuar sus necesidades en transformar el papel en producto terminado; así como para conocer los diferentes tipos de papel en función del gramaje que pueden producir; y las empresas relacionadas con el ramo, abastecerse de papel.

La Tabla 2 solo enumera algunas empresas fabricantes de papel en México que informan, en función de la maquinaria instalada la capacidad para fabricar papel en cuanto al ancho útil en metros, el límite de gramaje, los rangos de velocidad en que se fabrica en metros por minuto y la capacidad instalada en toneladas

por año, (datos del año 2001). Estos datos son una herramienta para el aprovechamiento del ancho de la máquina corrugadora con relación a los anchos disponibles de papel, como se verá en el capítulo 2.

Fábrica	Maquinaria	Ancho útil (m)	Límite de gramaje (g/m ²)	Velocidad (m/min)	Capacidad instalada (ton/año)
Ponderosa	Valmet multidriner	3.30	220/500	260/480	200,000
Estrella	Formadores	3.24	180/500	70/140	55,000
Celulosa de Fibras Mexicanas	Voith Fourdrinier	2.30	100/280	180/300	45,000
Cía. Industrial Papelera Poblana	Fourdrinier	2.50	125/200	150/180	14,400
Cía. Papelera El Fénix	Fourdrinier	2.00	50/240	300/54	15,000
Cía. Maldonado	Fourdrinier	3.06	200	600	83,000
Corporación Durango	Voith	6.86	130/476	120/650	240,000
Empaques de Cartón United	Cilindros Formadores	1.65	730	30	9,000
Industrial Papelera Mexicana	Fourdrinier	3.15	40/200	160/446	51,000
Kimberly Clark	Voith	4.75	40/85	500/800	120,000
Papelera del Nevado	Fourdrinier	2.30	70/240	70/500	55,900
Papelera Iruña	Fourdrinier	2.00	50/240	55/130	11,500
Papelera Veracruzana	Fourdrinier	2.00	105	75/120	5,400
Papeles Lozar	Fourdrinier	1.50	60/340	60/340	7,500
Smurfit	Fourdrinier	5.60	125/350	180/430	190,000

Tabla 2 Principales empresas mexicanas fabricantes de papel, y una muestra de su maquinaria instalada, la cual es información para el aprovechamiento del ancho de corrugadoras. Fuente CNICP

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2.1 Usos del papel

Cuando se habla del papel, es común imaginarlo como una superficie plana no mayor de 8.5" X 11" (21.6 cm X 28 cm) que es la dimensión del papel tamaño carta estándar, aceptar las diferentes variedades del papel está en función de la actividad, el uso o destino según el entorno a que se dedique una persona o empresa. El nivel cultural de un país forma parte del índice de la variedad y consumo de papel.

Algunos tipos de papel se distinguen por tener una superficie lisa, plana, con brillo y con una mayor densidad. El calandrado logra la compactación de las fibras y un acabado superficial terso y con menos porosidad, que influye en las características de adhesión con otros materiales y en la impresión.

Los diferentes anchos de las máquinas en la fabricación del papel, eficiente la producción de los mismos, los cuales determinan la forma de entrega en bobinas, pliegos, de medidas adecuadas para su transformación en el producto final. Las denominaciones del papel están en función del peso en gramos por metro cuadrado, esto separa los usos y facilita su identificación, como se ve en la Tabla 3:

Tipos de papel	Características generales
Papeles	Son hojas flexibles de hasta 120/180 g/m ² .
Cartulinas	Son hojas semi-rígidas desde 120 hasta 250 g/m ²
Cartones	Son hojas rígidas desde 200 hasta 600 g/m ² .
Fibra sólida	Son láminas rígidas desde 600 g/m ² en adelante.

Tabla 3 Características generales de los tipos de papel.

En el proceso final de fabricación de la pulpa, se desarrollan las propiedades físicas de la pasta para orientar las fibras y obtener los papeles finos de línea, los de dibujo, los especializados, los destinados para embalaje, los crepados, etc., como también las hojas semi-rígidas y rígidas y las láminas rígidas. Los papeles que pertenecen a los grupos mencionados son para:

Papeles finos de línea.- *Bond*, copia, aéreo, mimeógrafo, cartulina comercial.

Para dibujo.- Cebolla, *albanene*, mantequilla, etc.

Para impresión.- Periódico, Biblia, Offset, rotograbado, cubierto, no recubierto.

Especializados.- Duplicación, para sensibilizar, papeles para formas, papeles para filtros, papeles para cigarrillos, papeles para moneda, papeles de seguridad, ópticos, electrostáticos, fotográficos, fantasía.

Papeles para embalaje.- *Krafts*, estrazas, corrugados, *liners* y *mediums*, plegadizos.

Papeles crepados.- Faciales, industriales, protección de empaque, decorativos, higiénicos.

El papel para uso de la industria del corrugado es fabricado por las maquinas *Fourdrinier* o de cilindros, y es conocido como papel *kraft*. Es fabricado a partir de pulpa sulfatada, puede ser blanqueada, coloreada, o utilizada sin blanquear. El *kraft* natural es la materia prima del embalaje, es producido en diferentes pesos y espesores, su propiedad es de excelente resistencia, debido a la longitud de las fibras utilizadas, los compuestos químicos en el método de fabricación utilizados para la obtención de la pulpa, son los que dan su particular color café.

Del papel *kraft* se procesan dos papeles para el embalaje el papel *liner* y el papel *medium*. El papel *liner* que se ocupa para formar las caras interior y exterior del ondulado, su superficie es calandreada para recibir impresión si lo requiere. Se utilizan papeles de 126 a 440 g/m². Se puede solicitar en color blanco para formar la cara exterior o interior del corrugado, ofreciendo una presentación al embalaje. El papel *medium* es el que se ocupa para formar las ondulaciones porque presenta flexibilidad en sus fibras largas y se utilizan papeles que van desde 90 a 195 g/m². Este papel es el de mayor consumo por la relación que existe entre la relación de ondulaciones contra el papel plano adherido al *liner*.

La pulpa de este papel se utiliza para la elaboración de papel sanitario, facial, bolsas de papel, sacos multicapas, papel para envoltura, ser la base de laminación con aluminio, plásticos y otros materiales.

Los papeles pueden formarse con una sola o varias capas, de acuerdo a las características de la pulpa o del producto en función del peso, calibre, entre otros. Con objeto de asegurar las características finales se realizan pruebas a los papeles, las más comunes son:

Peso.- Se corta un metro cuadrado y con una báscula se obtiene el peso en gramos por metro cuadrado. En el sistema inglés libra por pulgada cuadrada.

Calibre.- Con un micrómetro se obtiene el espesor en milésimas, generalmente en pulgadas.

Mullen.- Prueba que mide la explosión de la fibra sometida a presión en un área mínima de 4 X 4 pulgadas (10.16 X 10.16 cm), en libras por pulgada cuadrada. El instrumento se llama eclatómetro.

Compresión.- La compresión vertical es la prueba aplicada a los cantos de la hoja en ambos sentidos para medir la fuerza que aplica y conocer su aplastamiento por medio de un compresómetro, se expresa en kilogramos, la deformación que sufre se expresa en décimos de cm.

Rasgado.- Fuerza aplicada a un área de papel de 2 X 2 ½ pulgadas (5.08 X 6.35 cm), por medio de un péndulo para conocer la resistencia de la fuerza.

Inmersión.- Medición del volumen de agua absorbido por la muestra durante 10 minutos que se mantiene sumergida a una profundidad de 3.5" (8.89 cm). El porcentaje de absorción es la relación entre el peso original y posterior a la prueba.

Bond.- Medición de adherencia entre capas de un papel por medio de un péndulo y cinta doble capa adherida a presión.

Humedad.- Medir la cantidad de humedad que contiene una muestra de 1 m² secando en una fuente de calor durante 15 a 20 minutos. Comparando su peso antes y después.

Thickness.- Medida obtenida por el calibre del papel.

Ring Crush.- Es la prueba en forma cilíndrica, que permite conocer la resistencia del papel a la compresión. Como se ve en la Figura 6 el papel se introduce para presionario, obteniendo su límite de falla bajo presión (de 0.3 a 14.0 Kg/cm²).

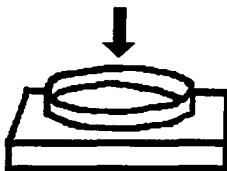


Figura 6 Prueba RCT

Los fabricantes de papel en México, efectúan a los diversos tipos de papel estas pruebas, que según su destino, tienen su estándar de calidad. En la industria del cartón corrugado las pruebas efectuadas a los papeles aseguran que los papeles cumplen las características para que sean transformados en cartón corrugado.

El papel *kraft*, semi kraft y blanco se entrega en grandes rollos de papel, llamados bobinas de papel. El peso de las bobinas es en kilogramos.

1.3 Situación en México de la industria de la celulosa y el papel.

En México, los resultados macroeconómicos durante el 2000, fueron favorables en muchos aspectos; el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) nacional del orden del 7%, con tendencia inflacionaria decreciente situándose en 9.0%; la tasa de desempleo del 2.0%; las reservas internacionales por 32.7 mil millones de dólares y el tipo de cambio se mantuvo muy estable a lo largo de todo el año, cerrando en 9.70 pesos por dólar, sin embargo, la situación de la industria de la celulosa y el papel se enfrentó a problemas que limitaron su crecimiento.

En el ámbito internacional hacia a fines del año 2000, la economía de Estados Unidos comenzó a mostrar claras señales de desaceleración, provocando un exceso de oferta de papel, lo que afectó negativamente a la industria nacional, ya que por ese motivo los precios del mismo en el ámbito internacional, se desplomaron sustancialmente. Ese exceso de oferta combinado con un tipo de cambio del dólar, que según los expertos, está subvaluado, que abarata la importaciones (compras del exterior) y limita las exportaciones (ventas hacia el interior) lo provocó un crecimiento de las importaciones del 15.8% muy por arriba del crecimiento de la producción nacional que se situó en un 2.7%.

Los acontecimientos ocurridos el 11 de septiembre de 2001 en los Estados Unidos de América, que no solo acentuaron su recesión, sino que dejaron efectos de gran incertidumbre en los mercados internacionales, cuyas secuelas se continúan resintiendo. Han tenido como consecuencia en nuestro país el incremento de los precios y la baja en la producción de bienes y servicios, reflejado en el PIB (Producto Interno Bruto) nacional con decremento del 0.3%. La economía mexicana, como muchas en el mundo, sigue dependiendo en alto grado del comportamiento de las variables económicas de los Estados Unidos de América, país que confluente el 40.0% de las operaciones internacionales.

Desde el año de 2000 había un exceso de oferta en el papel en los Estados Unidos de América, con la recesión, la industria nacional no solo ha tenido que competir con excedentes del mercado internacional, sino contra precios totalmente desplomados, combinado con un tipo de cambio del dólar, que según los expertos, está subvaluado, ha provocado un crecimiento de las importaciones del orden del 22.2% comparado contra el volumen registrado en 1999 muy por arriba del crecimiento de la producción nacional. El principal problema que enfrenta el papel es su comercialización y las prácticas desleales que originan una competencia en desventaja que dañan a la industria nacional.

En la Tabla 4 se muestra el comportamiento de papel para embalaje con el total de la producción en México, comparada con las importaciones y exportaciones de los años de 1999, 2000 y 2001, en millones de toneladas métricas, así como su variación en porcentaje de estos últimos dos años.

Total de papel	1999 (*)	2000 (*)	2001 (*)	Variación en % 2001/2000
Para embalaje (producción)	2,167.6	2,235.3	2,193.3	-1.9%
Total producción	3,796.0	3,897.0	3,810.4	-2.2%
Para embalaje (importado)	626.7	716.9	786.8	9.8%
Total importaciones	1,397.6	1,619.0	1,708.7	5.5%
Para embalaje (exportación)	82.8	61.0	66.0	8.2
Total exportaciones	230.4	205.6	206.8	0.6%

Tabla 4 Comportamiento del papel en México de los años 1999, 2000 y 2001, así como su variación en porcentaje de estos últimos dos años.

(*) Millones de toneladas Métricas

1.3.1 Perfil de la industria

La importancia del papel en el ámbito nacional es muy grande, debido a los diversos usos: doméstico, comercial y de oficina, aún cuando se pronosticaba una disminución del consumo de papel por las nuevas tecnologías de comunicación como Internet, sistemas digitales, que han dejado de utilizarlo.

De acuerdo a cifras preliminares del sistema de Cuentas Nacionales que lleva a cabo el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), se estima que durante el año 2001 el Producto Interno Bruto con base a los precios de 1993 del sector celulósico-papelero, registró un decremento del 4.0%. Este sector representó 0.4% del PIB nacional; 1.5% del industrial y 2.0% del manufacturero.

La capacidad instalada para la producción de celulosa en 2001 representó 800 mil toneladas, mientras que la capacidad instalada para la fabricación de papel fue de 4 millones 968 mil toneladas.

El total de la capacidad de fabricación de celulosa y papel, se distribuyó en 64 plantas y 18 entidades incluyendo el D.F., dando empleo directo a 29,892 personas (Figura 7 y Tabla 5).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Figura 7 Localización de las plantas de celulosa y papel.

Localización de las plantas productoras de celulosa y papel en la República Mexicana.

Ciudad	Celulosa	Papel	Total	Ciudad	Celulosa	Papel	Total
B.C.N.	-	1	1	Morelos	-	1	1
Chihuahua	1	1	2	N. León	-	6	6
Coahuila	-	1	1	Oaxaca	1	-	1
D.F.	-	7	7	Puebla	-	2	2
Durango	1	-	1	Querétaro	-	2	2
Guanajuato	-	1	1	S.L.P.	-	4	4
Jalisco	1	3	4	Sonora	-	1	1
Edo.de México	-	20	20	Tlaxcala	-	3	3
Michoacán	1	1	2	Veracruz	2	3	5
				Total	7	57	64

Tabla 5 Localización de plantas de celulosa y papel en la República Mexicana

La tasa de crecimiento del PIB (Producto Interno Bruto) nacional, industrial, manufacturero e industrial de la celulosa y el papel (datos calculados sobre la base de millones de pesos en 1993), de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Sistemas de Cuentas Nacionales de México; que se muestran en: Tabla 6 y Tabla 7:

Años	P.I.B. Nacional (%)	P.I.B. Industrial (%)	P.I.B. Manufacturero (%)	P.I.B. Industria de la celulosa y del papel (%)
1996	5.14	10.11	10.81	9.65
1997	6.74	9.25	9.94	4.79
1998	4.83	6.32	7.37	5.51
1999	3.92	4.23	4.21	6.33
2000	6.92	6.10	6.7	1.81
2001/p	-0.30* ¹	-3.50* ¹	-3.90* ¹	-4.00* ¹

Tabla 6 Tasas de crecimiento del PIB nacional, industrial, manufacturero e industria de la celulosa y del papel. Fuente: SHCP, INEGI, SCNM. (/p preliminar, *¹ El signo negativo indica decrecimiento del sector)

Años	Participación en el P.I.B. Nacional (%)	Participación en el P.I.B. Industrial (%)	Participación en el P.I.B. Manufacturero (%)
1996	0.40	1.58	2.16
1997	0.40	1.52	2.06
1998	0.40	1.51	2.03
1999	0.41	1.54	2.07
2000	0.39	1.47	1.97
2001/p	0.37	1.47	1.97

Tabla 7 Participación del sector celulósico-papelero en el PIB nacional, industrial y manufacturero. Fuente: SHCP, INEGI, SCNM. (/p preliminar)

1.3.2 Celulosa

Al examinar los resultados de la producción de celulosa durante 2001, respecto al mismo periodo del año anterior decrece un 33.8%, representando 197 mil toneladas al pasar de 582.1 a 384.9 miles de toneladas. Por rubros estos decrementos se dieron en la mayoría de las fibras, esto es: sulfato fibra larga 34.8%, de fibra corta 63.8%, fibra larga sin blanquear 62.4%, bagazo de caña 12.7% y pasta químico-termomecánica 36.1%. Por el contrario la pasta termomecánica crece un 16.9%. El índice de recolección de fibras secundarias, definido como el cociente del consumo de fibras entre el consumo aparente de papel, fue de 42.4%, inferior en 1.3 puntos al del mismo periodo del año anterior. El consumo total de materias fibrosas para la producción de papel desciende marginalmente un 0.9%, la mezcla fue de 20.4% de fibra virgen y de 79.6% de fibra secundaria.

Las importaciones crecen un 45.6% respecto al mismo periodo del año anterior, en cuanto a las exportaciones, estas no registran movimiento alguno.

La Tabla 8 muestra el consumo histórico de la producción de celulosa química de madera en el proceso al sulfato, de la producción total de celulosa.

Años	*Celulosa Blanqueada	*Celulosa sin blanquear	*Total al sulfato	*Producción total de celulosa	Comparación celulosa al sulfato vs total celulosa (%)
1996	211,269	112,855	324,124	511,307	63.4
1997	223,156	93,321	316,477	456,261	69.4
1998	216,013	114,172	330,185	526,244	62.8
1999	217,242	83,577	300,819	544,126	55.3
2000	228,268	71,234	299,502	582,065	51.5
2001	111,739	26,819	138,558	384,946	36.0

Tabla 8 Histórico de la producción de celulosa química de madera.

*Toneladas métricas. Fuente: CNICP

1.3.3 Papel

La producción de papel durante el año 2001, respecto al mismo periodo del año anterior, refleja un decremento del 2.2% equivalente a 86.6 miles de toneladas al pasar de 3,897.0 a 3,810.4 miles de toneladas. Por rubros estos decrementos se dieron en: periódicos 6.3%, escritura e impresión 4.3%, sacos 19.3%, envolturas 8.1%, cajas 0.4%, cartoncillo 3.6% y sanitario y facial 0.4%. Por el contrario los incrementos se reflejan en bolsas 78.4% y papeles especiales 14.2%.

Las importaciones crecen un 5.5% respecto al año de 2000, al pasar de 1,619.0 a 1,708.7 miles de toneladas. Por su parte las exportaciones reflejan un incremento marginal de 0.6%. En consecuencia el consumo nacional aparente durante el año de 2001 respecto al mismo periodo del año anterior nos muestra un incremento marginal en términos absolutos al pasar de 5,310.4 a 5,312.3 miles de toneladas

La Tabla 9 muestra el análisis histórico de la producción de papel para embalaje y la comparación de la producción total de papel.

Años	* Papel para embalaje	*Producción total de papel	Consumo de papel para embalaje (%)
1996	1,890.6	3,219.3	58.7
1997	1,956.6	3,491.5	56.0
1998	2,093.5	3,669.4	57.1
1999	2,167.7	3,796.1	57.1
2000	2,235.3	3,897.0	57.4
2001	2,193.3	3,810.4	57.6

Tabla 9 Comparación de papel para embalaje y producción total de papel. *Miles de toneladas métricas. Fuente: CNICP

1.3.4 Sector externo

Durante el año de 2001, el volumen de importaciones de materias primas fibrosas creció un 9.8% para quedar en 2 millones 20 mil toneladas y no se registraron exportaciones de celulosa este año.

Por su parte las importaciones de papel son del orden de 1 millón 709 mil toneladas que representa un incremento de 5.5% respecto al año de 2000. En cuanto hace a las exportaciones de papel estas reflejan un incremento marginal del 0.6% totalizando un volumen de 207 mil toneladas.

La producción de papel por tipo en miles de toneladas métricas durante los años de 2000 y 2001 detallada en producción, importación y exportación, tuvo el comportamiento mostrado en: Tabla 10 ,Tabla 11 y Tabla 12 :

Producción en México	2000 (*)	2001(*)	Variación en %
Tipo de papel			2001/2000
Prensa y libros de texto	254.8	238.7	-6.3
<i>Bond</i>	688.3	658.4	-4.3
Total Escritura e impresión	943.1	897.1	-4.9
Sacos, bolsas y envolturas	230.4	207.8	-9.8
Papeles para cajas	1,649.3	1,642.8	-0.4
Cartoncillo	355.6	342.7	-3.6
Total embalaje	2,235.3	2193.3	-1.9
Papel sanitario y facial	691.2	688.7	-0.4
Papeles especiales	27.4	31.3	14.2
Total producción	3,897.0	3,810.4	-2.2

Tabla 10 Producción de papel en México comparando los años 2000 y 2001. Fuente: CNICP (*) miles de toneladas métricas.

Como puede observarse, la mayoría de los tipos de papel producidos en México mostraron decrementos, la producción de todo tipo de papeles en el año 2001 se situó en 3 millones 810 mil toneladas métricas, cifra que contrasta fuertemente con el crecimiento de las importaciones que aumentaron un 5.5% en el mismo periodo. Las importaciones están siendo fuertemente motivadas por el tipo de cambio aunados a las condiciones de sobre oferta internacional de papel.

Las importaciones y exportaciones, en miles de toneladas métricas tuvieron el comportamiento mostrado en la Tabla 11 y en la Tabla 12:

Importaciones Tipo de papel	2000(*)	2001(*)	Variación en % 2001/2000
Prensa y libros de texto	175.4	190.3	8.5%
<i>Bond</i>	356.2	373.7	4.9%
Total Escritura e impresión	531.6	564.0	6.1%
Sacos, bolsas y envolturas	62.4	70.4	12.8%
Papeles para cajas	537.5	583.3	8.5%
Cartoncillo	59.6	66.9	12.2%
Cartoncillo para líquidos comestibles	57.4	66.2	15.3%
Total embalaje	716.9	786.8	9.8%
Papel sanitario y facial	67.2	88.5	31.7%
Papeles especiales	303.3	269.4	-11.2%
Total importaciones	1,619.0	1708.7	5.5%

Tabla 11 Importaciones de papel en México comparando los años 2000 y 2001. Fuente: CNICP (*) miles de toneladas métricas

Exportaciones Tipo de papel	2000(*)	2001 (*)	Variación en % 2001/2000
Prensa	25.8	21.0	-18.6%
<i>Bond</i>	17.6	13.4	-23.9%
Total Escritura e impresión	43.4	34.4	-20.7%
Sacos, bolsas y envolturas	2.9	8.0	175.9%
Papeles para cajas	23.8	18.6	-21.8%
Cartoncillo	34.3	39.4	14.9%
Total embalaje	61.0	66.0	8.2%
Papel <i>tissue</i>	96.8	104.5	5.8%
Papeles especiales	2.4	1.9	-20.8%
Total producción	205.6	206.8	0.6%

Tabla 12 Exportaciones de papel en México comparando los años 2000 y 2001. Fuente: CNICP (*) miles de toneladas métricas

El consumo aparente de papel en México mostró un aumento marginal en términos absolutos, sustentado principalmente por las importaciones.

Sin lugar a dudas que las importaciones están siendo fuertemente motivadas por el actual tipo de cambio del peso frente al dólar. Durante 2001, el consumo de fibras vírgenes decreció en un 33.8% comparada con el año de 2000.

La Tabla 13 muestra las importaciones de papel para embalaje, definitivas y temporales y la participación del embalaje en porcentaje.

Años	* Importación de Papel para embalaje	*Importación total de papel	Consumo de papel importado para embalaje (%)
1996	313,983	758,268	41.4
1997	448,029	1,022,958	43.8
1998	528,682	1,149,457	46.0
1999	626,698	1,397,645	44.8
2000	716,897	1,619,013	44.3
2001	786,832	1,708,682	44.3

Tabla 13 Importación de papel para embalaje vs la importación total de papel. *Toneladas métricas. Fuente: CNICP

La Tabla 14 muestra la exportación de papel para embalaje comparado con la exportación total de papel. Lo que muestra una disminución en este rubro a través de los años de 1996 al año 2001.

Años	* Exportación de Papel para embalaje	*Exportación total de papel	Consumo de papel exportado para embalaje (%)
1996	118,814	238,418	49.83
1997	65,644	189,635	34.62
1998	58,959	229,527	25.69
1999	82,822	230,479	35.93
2000	61,032	205,664	29.68
2001	66,057	206,899	29.68

Tabla 14 Exportaciones de papel para embalaje vs la exportación total de papel. *Toneladas métricas. Fuente: CNICP

La balanza comercial del papel en toneladas métricas compara las exportaciones contra las importaciones que se muestra en la Tabla 15:

Años	Exportaciones	Importaciones	Balanza Comercial
1996	238,418	653,385	-414,967
1997	189,635	905,310	-715,675
1998	229,527	979,727	-750,200
1999	230,479	1,258,491	-1,028,012
2000	205,664	1,494,209	-1,288,545
2001	206,899	1,563,955	-1,357,056

Tabla 15 Balanza comercial del papel. Fuente SHCP

1.3.5 Proyecciones para América del Norte

De acuerdo a estimaciones de la Comisión de Planeación y Estadística de la Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel (CNICP) y con base a perspectivas de la economía nacional para los próximos 5 años, se espera que para el año 2006, el consumo aparente de papel crecerá en 1 millón 205 mil toneladas respecto de 2001, estimando alcanzar 6 millones 517 mil toneladas, así como un incremento en la capacidad instalada en la producción de papel de 292 mil toneladas para esa misma fecha, alcanzando una capacidad estimada de 5 millones 260 mil toneladas en el año 2006.

Para satisfacer la producción estimada de papel en el año 2006, se proyecta un consumo de 5 millones 236 mil toneladas de materias primas fibrosas lo que significa un incremento de 887 mil toneladas respecto a 2001.

La capacidad instalada para fabricar papel para embalaje para el año 2006, se parte de la producción real de 2001, así como de la capacidad instalada real en ese año y se compara con la capacidad instalada de consumo aparente y posibilidad de producción del total de papel, partiendo nuevamente de la capacidad instalada real y la producción real de 2001, mostrado en la Tabla 16 y Figura 8:

Años	Posibilidad de producción papel para embalaje. 2001-2006	Posibilidad de producción total de papel. 2001-2006
*2001	1,643	3,810
2002	1,990	4,553
2003	1,994	4,607
2004	2,103	4,734
2005	2,103	4,734
2006	2,103	4,734
Indice de crecimiento 2001 - 2006	4.7%	4.2%

Tabla 16 Proyección de producción de papel para empaque contra la proyección de producción del total del papel. En miles de toneladas. *Real.
Fuente: CNICP

Gráfico 16

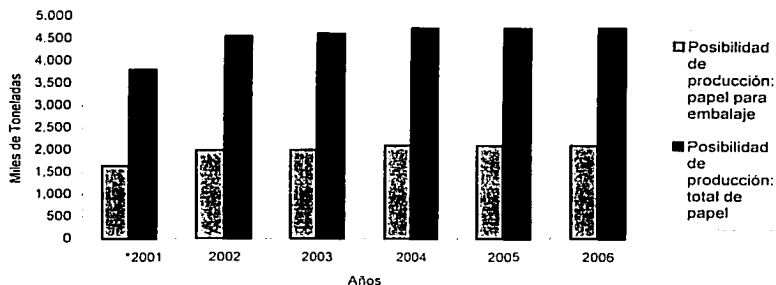


Figura 8 Gráfica de la tabla 16

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La proyección de la capacidad instalada (Fuente: Comisión de Planeación y Estadística de CNICP) para la producción de papel para embalaje en América del Norte, en miles de toneladas métricas se muestra en la Tabla 17 y Figura 9:

País	2001*	2002*	2003*	2004*	2005*	2006*
Canadá	4,987	5,065	5,119	5,119	5,119	5,119
E.U.A.	50,618	50,905	51,070	51,070	51,070	51,070
México	2,992	3,012	3,017	3,017	3,017	3,017
Total papel para embalaje	58,597	58,982	59,206	59,206	59,206	59,206

Tabla 17 Proyección de producción de papel para embalaje de América del Norte. * Miles de toneladas métricas. **Fuente: O.N.U. Capacidades de pasta y papel.**

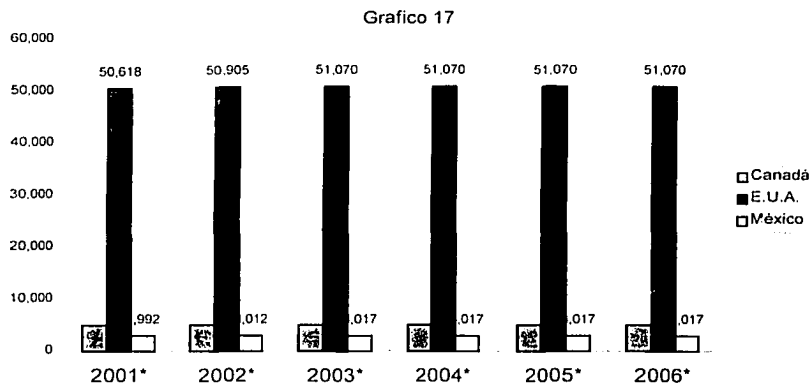


Figura 9 Gráfica de la tabla 17

La proyección de la capacidad instalada para la producción de papel en América del Norte, en miles de toneladas métricas se muestra en la Tabla 18 y Figura 10:

País	2001*	2002*	2003*	2004*	2005*	2006*
Canadá	22,089	22,397	22,564	22,564	22,564	22,564
E.U.A.	92,557	93,349	93,783	93,783	93,783	93,783
México	4,968	5,059	5,119	5,260	5,260	5,260
Total papel	119,614	120,805	121,466	121,607	121,607	121,607

Tabla 18 Proyección de producción de papel en América del norte. *Miles de toneladas métricas **Fuente O.N.U. Capacidades de pasta y papel.**

Gráfico 18

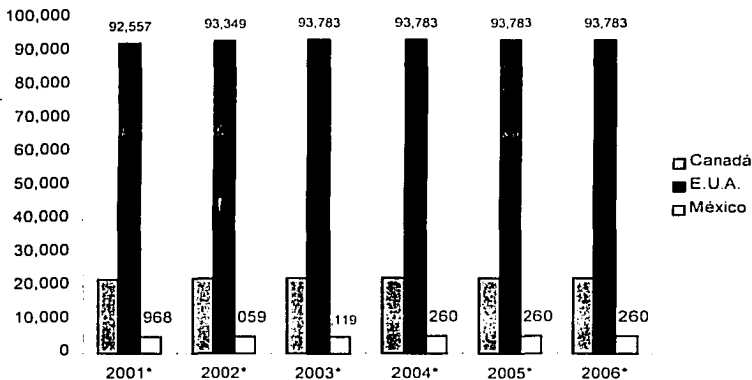


Figura 10 Gráfica de la tabla 18

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La proyección del consumo de papel se basa en las fuentes de Información de La Comisión de Planeación y Estadística en lo referente a las proyecciones de todos los rubros en el período que muestran en: Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18.

La proyección de producción de papel tiene como finalidad determinar la oferta y la demanda de papel por tipos y el total, lo que hace necesarias dos determinaciones: la del consumo aparente en el año pasado y la de los incrementos futuros de los consumos de dichos consumos, y se basa en correlacionar la dependencia de una variable, el papel, en función de dos o más variables, las que se relacionan con los diferentes tipos de productos, con objeto de estimar o predecir el valor promedio poblacional y con base en los valores conocidos de las variables.

La proyección de la oferta nacional de papel está determinada por cuatro variables: la capacidad instalada en el año base, los incrementos a dicha capacidad, los índices de utilización técnicamente alcanzables y finalmente las posibilidades de producción.

En el caso de papel para la fabricación de cajas, la capacidad instalada en el año 2001 fue de 1,643,000 toneladas y se estima una proyección en el año 2006 de 2,103,000 toneladas.

El índice de crecimiento entre el año 2001 y el año 2006 se estima en un 4.7%. Las diferencias entre la capacidad instalada y el consumo aparente serán solucionadas a través de la importación de papel o bien en el crecimiento en la producción de papel en nuestro país.

La producción de papel en México en el año de 2001 fue de 3 millones 810 mil 364 toneladas métricas y el porcentaje de participación se muestra en la Tabla 19 y Figura 11:

Tipo de papel	Participación relativa en 2001(*)	Participación en %
Escritura e impresión	1,021	26.8%
Embalaje	2,092	54.9%
Sanitario y facial	484	12.7%
Especiales	213	5.6%
Total	3,810	100%

Tabla 19 Participación relativa del consumo aparente de papel por grupos en 2001. (*) Miles de toneladas métricas. Fuente CNICP

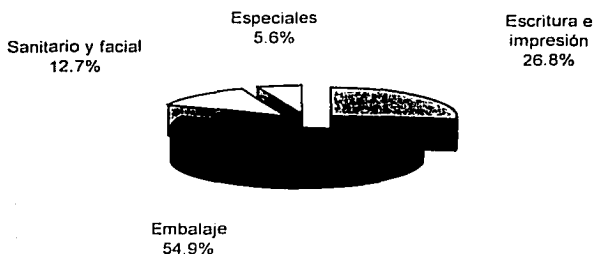


Figura 11 Gráfica de la tabla 19

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO II

FABRICACIÓN DEL CORRUGADO

2 Fabricación del corrugado

En este tema se mencionarán sus orígenes, considerando como materia prima a las bobinas de papel, para transformarlas en corrugado o láminas de cartón corrugado. Se describirá genéricamente el proceso de fabricación del corrugado a través de la máquina corrugadora, su operación y funcionamiento, visualizando un flujo continuo de la máquina corrugadora y el equipo, llamado periférico, hasta la entrega final solicitado, las áreas reservadas para almacenar las materias primas, el producto terminado y el área de embarques.

2.1 Orígenes del corrugado

Desde que se inicia el comercio entre los pueblos, muchos productos se han guardado, almacenado o distribuido en cajas de madera, estos han recorrido importantes cambios para satisfacer las demandas de los consumidores. La llegada del siglo XIX se abre a los cambios originados por la revolución industrial compitiendo y ganando terreno en la calidad, originalidad, novedad y precio para colocar sus productos en los mercados, promoviéndolos, con calidad y precio, buscando nuevas técnicas de fabricación, recolección, diseño y traslado, reduciendo costos, buscando nuevos puntos de venta, ampliando su mercado del lugar de origen, atrayendo al consumidor con colores, diseños, formas y que adicionalmente se entregaran en las mismas condiciones de salida a los consumidores.

Como necesidad de traslado algunos productos se requerían estar acojinados para evitar fracturas o protegerlos para que no se deterioraran en su camino al consumidor, aunque esto elevaba el costo el producto. Otros requerían de almacenaje por estar semi-terminados, en espera de ciertas temporadas, tiempos de embarque, etc.

Iniciaron la elaboración del primer material patentado compuesto de flautas (papel ondulado) en Inglaterra el 7 de julio de 1856 a favor de *Edward Charles Healy* y *Edward Allis Allen*. Posteriormente *Albert L. Jones* inició un cambio en la forma de empacar productos y modificar las materias primas usadas como la madera, cuando patentó el corrugado de una cara el 19 de diciembre de 1871 (No.122023), pero debido a que las patentes se registraban en secreto, se desconoce el tipo de materiales que se utilizó originalmente.

El nuevo material inicialmente fue usado como acolchonamiento para lámparas o bombillas y otros artículos delicados dentro del empaque de madera.

Pronto empezaron a cambiar los embalajes de madera por las primeras cajas en corrugado sencillo manufacturadas en 1894, para embarcar productos ligeros.

El mundo estaba entrando a una época de alto desarrollo industrial y agrícola que requerían de un empaque barato, producido en volumen y que pudiera proteger una gran diversidad de productos.

El primer papel corrugado se produjo con un par de rodillos dentados o flechas de metal, operado manualmente por medio de una palanca y calentado por gas para secar, (el cambio a vapor fue en 1880).

En 1874 se añadieron una o dos caras lisas al ondulado eliminando la elasticidad no deseada.

De 1874 a 1882 la flauta o ondulado, fue fabricada por separado y posteriormente se le adhiere la cara y se cortaba.

La primera máquina fue construida en 1881 por *Joe Smith* superintendente de *The Thompson & Morris Plant*, para producir el corrugado de una cara o *single face*, en forma continua.

El corrugado hace una positiva contribución a la economía proveyendo un embalaje barato, ligero y fuerte que ayuda a minimizar costos de distribución y del consumidor al proteger los productos desde el lugar en donde se fabrican, hasta su destino final, ya que se embarcan hoy en día hasta el 90% de los artículos o productos.

El uso extensivo del corrugado, demuestra su gran versatilidad al ser utilizado en líquidos, sólidos, granulados, duros, suaves, ásperos, delicados, etc., protegidos del daño causado por el efecto del manejo y tránsito.

Cada caja de corrugado es diseñada expresamente para el producto que va a contener, para tal efecto son tomados en consideración su tamaño, peso, fragilidad, orientación en el empaque, operación de llenado, acomodo de tarimas, necesidades de almacenaje, condiciones atmosféricas, etc., con esta información la caja es manufacturada en especificaciones precisas para asegurar la entrega sin daños.

Es en E.U.A. el material de embalaje más comúnmente utilizado, llegando a ser la industria de fabricación de corrugado, más grande y la de mayor importancia por segmentos de la industria del papel.

Es importante hacer notar la diferencia del empleo de embalaje, que sirve para proteger; por el de empaque, que indica hacer paquetes del inglés *packing* que significa bulto, paquete. La segunda es una aplicación equivocada en español.

2.2 Máquina corrugadora

Es la principal máquina para la fabricación del corrugado, aquí se preparan los papeles para la formación del ondulado y la adhesión de los papeles que conforman las láminas de cartón corrugado.

El sistema de máquinas que integran la corrugadora, tiene a su vez, todo un complejo desarrollo que involucra el buen funcionamiento de la máquina y el aprovechamiento de la producción en tiempos y materiales. La operación de la máquina corrugadora es controlada desde la materia prima a transformar y la adecuada coordinación del aprovechamiento de los recursos.

La operación mantiene la máquina corrugadora en óptimas condiciones de seguridad, y eficiencia, verifica la temperatura y presión que debe suministrar la caldera a cada parte del sistema, el montaje de las bobinas de papel, la preparación correcta del pegamento.

La máquina corrugadora es una serie de máquinas y secciones, en la Figura 12 se muestra un esquema de la máquina corrugadora, donde:

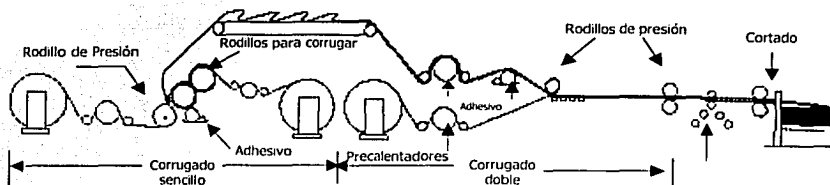


Figura 12 Esquema de la máquina corrugadora

La plataforma de rollos recibe las bobinas de papel para que sean desenrollados con una tensión uniforme.

La sección de los rodillos corrugadores, es la parte principal del ondulado, que a través de la presión de los rodillos dentados de uno contra el otro se forma el ondulado. La altura de la onda para la fabricación de corrugado se ha estandarizado a cuatro alturas para obtener la lámina corrugada según las necesidades del embalaje requerido.

La sección de engomado que adhiere el ondulado al papel que se está desenrollando de las bobinas para formar la cara. En caso de la formación del

HECHO CON
FALLA DE ORIGEN

doble corrugado se pasa a una segunda etapa que engoma el corrugado por el lado que quedo libre y se pega la segunda cara.

La sección de calor fija la unión correcta entre el ondulado y las caras que lo formen. En esta sección se observan bandas en la parte superior e inferior que presionan a los papeles formados, llamado: lámina corrugada; para mantener la homogeneización del proceso, es decir, evita que los papeles se humedezcan aleatoriamente y deformen.

La sección de secado libera el exceso de humedad de la lámina, asegurando la adhesión entre los papeles. La lámina corrugada es llevada por medio de una banda. En esta sección la lámina corrugada se enfría al liberarse de la humedad y la banda la envía a la sección de corte.

El módulo de corte y de marcado es la sección de la máquina corrugadora que, dependiendo de los requerimientos para lo cual se va utilizar, se corta en láminas de distintos tamaños primero al ancho de la lámina y después en el sentido perpendicular. Si los requerimientos de la lámina corrugada lo solicita en el área de corte al ancho se aplica la marca a la lámina y se recibe al final de la máquina corrugadora según los diferentes cortes al área de recibo donde se apila la lámina para dejarla reposar antes de continuar el proceso de formación del producto terminado.

La máquina corrugadora requiere una caldera que proporcione el servicio de presión y temperatura a los diferentes procesos por el que se transforma el papel en lámina corrugada. El tamaño de la caldera esta en función de la capacidad de movimiento de la máquina corrugadora, pero se ha observado un rango de entrega de 7 Kg/cm^2 ,

La caldera proporciona a la máquina corrugadora el vapor, a los precalentadores que acondicionan el papel, permitiendo que el vapor de flexibilidad al papel que se procesará en el ondulado y abra los poros para facilitar el pegado entre los papeles.

En las secciones de calentamiento y secado del papel se proporciona el vapor y la humedad, que influyen en la formación de la lámina corrugada por el control de temperatura y presión. En algunas máquinas corrugadoras esta instalado el sistema de recuperación de agua.

El proceso mecánico que dio origen a su construcción, se ha perfeccionado con los avances tecnológicos: desde el montaje de los rollos de papel, el automatizado electrónico de los pasos mecánicos, la dosificación de goma para el adherente entre los papeles, contadores electrónicos para el control de la velocidad en las bandas y de los metros lineales fabricados de lámina corrugada, controles electrónicos para introducir las medidas del corte y el rayado que la

lámina corrugada requiere, reduciendo el tiempo del operador en ajustar manualmente las medidas solicitadas en los discos de corte y rayado, en la mesa que recibe las láminas para separarlas por medidas y trasladarla al área que automáticamente cuenta y apila en tarimas la láminas corrugadas, optimizando el flujo al tercer proceso o equipo periférico. (Figura 13)

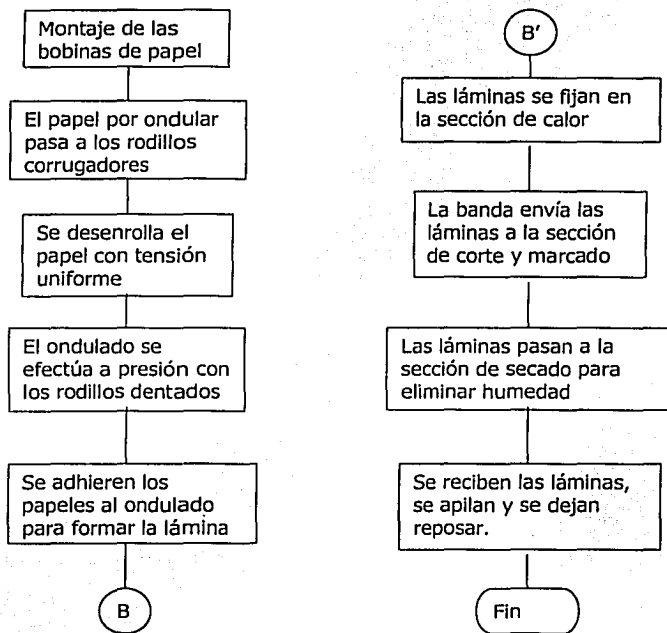


Figura 13 Fabricación del corrugado

2.2.1 Fabricación del corrugado

Los papeles utilizados para la fabricación de lámina corrugada son el papel *kraft*, donde el *médium* siempre es el de color café y los *liner* son café o blanco, dependiendo del proceso a que destine.

El montaje de los rollos de papel y la tensión para desenrollar el papel de las bobinas es la primera preparación para el inicio de la fabricación del corrugado. Dependiendo del proceso se montan dos o más bobinas de papel, en la Figura 14 se observan dos bobinas de papel y el trabajador que controla la tensión para recibir el papel.



Figura 14 Vista del montaje de las bobinas de papel en la máquina corrugadora

El primer papel que inicia el proceso en la corrugadora, es el papel llamado *médium*, se precalienta y se presiona con dos rodillos dentados a la altura de la flauta requerida para formarla.

El segundo papel que se acondiciona es el llamado *liner* interior para acoplarlo al primer papel cuando se forme la flauta u ondulación correspondiente, impregnándose de pegamento para adherir los dos papeles.

Los dos papeles forman el *single face* que se transportan al puente, donde se controla los problemas de combado, posteriormente está la cámara de succión, que tensa el papel. Si es el *single face* el producto final pasa directamente a la sección de liberación de humedad y después a mesa de secado. Generalmente el *single face* se enrolla al final del proceso.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El tercer papel que se acondiciona es el llamado *liner* exterior, para llevarlo al *double backer* donde se le impregna de pegamento al *médium*, uniéndose los tres papeles.

Cuando los tres papeles están adheridos se conoce como láminas de cartón en corrugado sencillo. La banda los lleva a la mesa de secado, cuya banda evapora todo el exceso de humedad de las láminas y los rodillos presanan un poco para auxiliar al pegado y a la evaporación del agua. El control del calor en el secado previene los problemas de la cristalización del pegamento y no permite la adhesión entre los papeles, ya que separa las hojas y el proceso tiene que detenerse y solucionarse a través del control de velocidad en las bandas, revisión del flujo adecuado de vapor, presión de los rodillos, verificación de la mezcla del pegamento, entre otros factores.

Para la formación del doble corrugado se procesa el *single face* que se adhiere a la lámina de cartón de corrugado sencillo.

La banda lleva la lámina corrugada a la sección de los discos cortadores y marcadores, donde se marcan los escores de la lámina corrugada, es decir, las dimensiones perpendiculares al sentido de la flauta y se corta a lo ancho, posteriormente las navajas cortan la lámina corrugada a lo largo para proporcional las dimensiones solicitadas. Las bandas transportan las láminas corrugadas y las separan en sus dimensiones solicitadas, enviándolas hacia el estibador superior o inferior, para ser recibidas por la mesa de rodillos donde se apila, cuenta y estiban las láminas corrugadas.

Las materias primas del proceso de fabricación de la lámina corrugada son verificadas para evitar la formación inadecuada de la misma. El pegamento o adherente es una combinación de almidón, sosa, bórax y agua. La inspección del balance de los ingredientes optimiza la adhesión entre los papeles que forman la lámina corrugada.

La dosificación y la altura por el que pasa la aplicación del rodillo engomador en los papeles que se prepararon para llegar al proceso de pegado, deben evitar el exceso, que provoca el pandeo de la lámina al no poder liberar la humedad en los papeles y provocar tensión entre ellos; la agrupación de sólidos o grumos en los papeles provoca que al pasar por el área de secado sobresalgan burbujas, las cuales manchan o rompan el *liner* en ciertas partes; la inconsistencia de pegamento deja parte de los papeles sin adhesión, lo que separa los papeles en forma irregular y la lámina corrugada debe desecharse, en la Figura 15 se muestra la mesa de secado.



Figura 15 Mesa de secado

La caldera debe enviar una temperatura de 100°C a 130°C a los rodillos precalentadores y a la mesa de secado, porque puede dejar humedad al papel no permitiendo su formación adecuada de ondulado; en la mesa de secado el exceso de calor cristaliza el pegamento provocando que en la lámina se separe la cara del ondulado; que no abra el poro del papel para que absorba la cantidad de pegamento y no penetre, lo que provoca las burbujas de aire con la consecuencia de una superficie inadecuada para el proceso de impresión y una baja calidad de nuestro producto.

Todas las láminas corrugadas van a la zona de reposo para que puedan continuar su proceso en las diferentes máquinas según sus requerimientos. En general a estas máquinas destinadas al proceso de transformación de lámina corrugada en el producto terminado solicitado se le llama maquinaria o equipo periférico o maquinaria del tercer proceso, donde el primer proceso fue la fabricación del papel, el segundo proceso la transformación del papel en lámina corrugada y el tercer proceso el producto terminado. Donde la maquinaria o equipo periférico es el encargado de formar el embalaje solicitado.

El proceso desde el inicio de la fabricación de la lámina corrugada se basa en el diseño estructural del embalaje, proporciona información desde el tipo de papel que se debe de montar en las bobinas, el tipo de lámina corrugada, sencilla, doble, triple, o *single face*, las dimensiones del corte de la lámina en sus dos

sentidos paralelo o perpendicular, el ranurado y marcado de los escores paralelos.

El diseño estructural y el diseño gráfico son los que indican el proceso en el equipo periférico que se dará a la lámina corrugada como: impresión de uno o más colores, pegado o grapado, sellando un embalaje terminado plegado para su estibado y atado o flejado en paquetes donde se forma en unidades de manejo adecuado si es en forma individual o paletización en tarimas para su acomodo y se traslada al área de embarques donde se distribuye al cliente.

Las características de los papeles que comúnmente se utilizan para fabricar el corrugado son: *Liner* en gramos por metro cuadrado: 160, 180, 205, 220, 260 y 280 y *medium* o rígido en gramos por metro cuadrado: 127 y 130. Dependiendo de la resistencia del corrugado que se fabrique, será la combinación de estos papeles con los que se obtienen el producto terminado en corrugadora.

Los rodillos corrugadores fabrican los diferentes tipos de lámina que en combinación con las ondulaciones o flautas darán las condiciones de resistencia, estiba, etc., y la calidad para el proceso de cada embalaje.

2.2.2 Proceso productivo de la máquina corrugadora

La industria del cartón corrugado depende de los productos a fabricar y de la cantidad que solicite su mercado. Debido a que cada embalaje es diseñado de acuerdo a esas necesidades o especificaciones, se afecta la forma de trabajar con la maquinaria, porque cada producto por fabricar involucra cambios en la configuración de las secciones que conforman la corrugadora como el tipo de papel montado en las bobinas, en el cambio de tensión, las medidas en las secciones de corte y marcado, las variaciones de velocidad, así como el tiempo que requiere cada proceso. Esto influye en el óptimo funcionamiento del equipo.

La industria del cartón no puede influir en las necesidades cambiantes del embalaje, sin embargo, su reto es el de mantener ocupado por mas tiempo la máquina corrugadora con la coordinación del elemento humano y de los recursos materiales, para que cada proceso obtenga el mayor rendimiento posible.

El proceso productivo es el conjunto de tareas que se llevan a cabo para obtener un producto a partir de las materias primas y del equipo con que se cuenta.

La coordinación del proceso productivo es el que programa la combinación de papeles que se deben montar, el metraje que se utilizará en la fabricación de las dimensiones de las láminas, el tipo de corrugado con la combinación de la altura de las flautas que forman el ondulado y los papeles que forman las caras adheridas al ondulado, la cantidad en metros lineales de material que debe fabricarse para que cumplan con las cantidades requeridas por los clientes.

De acuerdo a las características específicas en la fabricación del corrugado, el proceso productivo debe considerar los factores principales en la elaboración del material como son:

Planeación del uso del equipo.- La máquina corrugadora tiene un ancho de máquina, el objetivo es aprovecharlo, efectuando la combinación entre los diseños de las láminas de uno o varios diseños, en las mismas resistencias y tipos requeridos en tiempo por los clientes. El ancho de la lámina provee la dimensión para combinarse por sí misma o con otras láminas por producir, para adecuarse al ancho de la máquina. El largo de la lámina requerida proporciona la cantidad de papel en metros necesaria. Esta dimensión informa la longitud total que debe fabricarse, y es también la que debe combinarse con la longitud de una o varias láminas para que el proceso productivo eficiente las velocidades y los tiempos de fabricación en la máquina corrugadora, logrando que las paradas por el cambio de tipos de papel o cambios en la sección de marcado y rayado ocurran con menor frecuencia.

Aprovechamiento máximo del papel utilizado.- La corrugadora debe trabajar durante su operación a todo el ancho de máquina. La planeación, la sincronización y el desarrollo de proveedores de papel para la industria del corrugado son factores importantes para el aprovechamiento tanto del ancho de la máquina corrugadora como del papel que se destine a la fabricación de la lámina por corrugar.

Disminución del desperdicio.- La organización del proceso productivo plantea retos productivos debido al comportamiento del mercado que satisface esta industria. El aprovechamiento del ancho de papel en la combinación de la transformación del corrugado, evita los desperdicios en las orillas por la falta de planeación del abastecimiento de papel en las medidas del ancho de máquina.

Al fabricar corrugado y combinar el o los productos a fabricar, se estima un desorille o refile en el aprovechamiento del ancho de papel para la transformación en corrugado o lámina corrugada, no mayor de 3 cm por lado, lo que se considera en la combinación del ancho del corrugado o las láminas por producir. Si se considera que la dimensión de la lámina o corrugado en su longitud es también la longitud del desorille, se aprecia que la longitud por el ancho del refile refleja un desperdicio en metros cuadrados y este desperdicio afecta económicamente la eficiencia productiva de la máquina corrugadora.

Por ejemplo: para conocer la producción no aprovechada del ancho de la máquina corrugadora en función del refile, cuando la longitud del producto a producir en la corrugadora tiene una longitud de 163 cm por unidad y la corrida es de 5000 piezas combinada en el ancho de máquina:

La longitud de la producción es = (5000 piezas por 1.63 m cada una) = 8,150 m

Si se sabe que no se aprovechan 3 cm de cada lado de la máquina corrugadora, porque se considera como el desorille se tiene en metros cuadrados:

Desorille =(2 lados de desorille por 0.03 m) X (8,150 m) = 489 m².

Por lo tanto 489 m², es la cantidad producida de desperdicio.

Aunque el cartón corrugado es un material reciclable, la diferencia de precio como producto terminado contra el precio de producto por reciclar, es un factor que afecta la eficiencia productiva de la máquina corrugadora.

Abastecimiento y control de inventarios.- El abastecimiento y el control de inventarios es un factor financiero de cualquier empresa. La planeación y programación de los productos a fabricar de esta industria se basan en el nicho de clientes que satisfacen, la orientación directiva o los cambios en las necesidades del mercado que satisfacen. Debe existir una coordinación con el proveedor de papel con respecto al gramaje, color del papel y ancho del mismo con referencia a la demanda de la fabrica de corrugado. Las entregas y existencia de las bobinas de papel deben corresponder a los tiempos de fabricación del papel, el movimiento productivo en la fabrica de corrugado y la planeación del conocimiento de la demanda del mercado que satisfacen para poder cubrir las en tiempo a solicitud de sus clientes.

En algunas ocasiones, se utilizan papeles con anchos preestablecidos con el proveedor, que son menores que el ancho de la máquina corrugadora por estrategia financiera. Esta decisión se presenta cuando por volumen, por diseño o por el tipo de corrugado la combinación entre el ancho de la máquina corrugadora, la producción del corrugado o lámina corrugada y el desorille incrementa financieramente la relación: producto terminado contra refile.

Mantenimiento del equipo.- El mantenimiento preventivo de la todas las máquinas que integran la corrugadora evita paros y fallas en la fabricación del corrugado. Cada sección de las máquinas que la integran como las bandas transportadoras, los rodillos tensores de papel, los rodillos que presionan la lámina en la sección de secado, en la sección de marcado y corte, las cuchillas afiladas y los bordes de los discos que marcan la lámina.

La verificación y funcionamiento correcto de la caldera debe estar dentro del programa de mantenimiento preventivo del equipo ya que el suministro de vapor en temperatura y presión influyen en la formación adecuada del corrugado y de la lámina.

Los rodillos corrugadores son los que dan forma al ondulado del corrugado, la verificación de la presión y la distancia de uno contra otro deben ser revisados para asegurar la formación correcta del ondulado ya que es la columna o fuerza del producto que se produce en la máquina corrugadora. Si por decisión de estrategia financiera, adecuación de existencia en anchos disponibles de los proveedores de papel, por la coordinación de suministro en anchos preestablecidos se fabrica corrugado y existe diferencia con el ancho de los rodillos corrugadores, debe verificarse el desgaste de los rodillos corrugadores, ya que por el efecto de fricción del papel en un área del rodillo corrugador puede presentar a través del tiempo desgaste en forma convexa y habrá que rectificar el rodillo corrugador en su altura o solicitar su reposición.

2.3 Tipos de ondulado

Las ondulaciones o flautas, son las estructuras mecánicas del empaque, adquiriendo sus características de resistencia y compresión unidas a los papeles.

Los cabezotes que sostienen los rodillos corrugadores reciben el papel *medium*, con el que se forma el ondulado y los papeles exteriores llamados caras son los que proporcionan en conjunto la estructura del corrugado.

El papel cara 1 y el papel cara 2 del detalle del ondulado se conocen como papel exterior y papel interior respectivamente. El paso es la distancia entre cresta y cresta o entre valle y valle del ondulado, la altura de la flauta es la distancia entre la cresta y el valle, como se ve en la Figura 16.

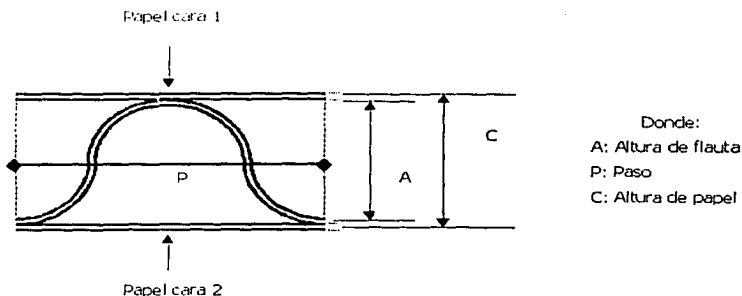


Figura 16 Detalle del ondulado

El tipo de ondulación es determinado en función de la aplicación que se dará al corrugado según el diseño estructural para el producto. La altura de la onda y la

cantidad de flautas que debe contenerse por metro lineal son cuatro tipos que se identifican con las letras A, B, C y E. La combinación entre alguna es estas flautas forman los tipos de corrugado. La descripción de las flautas es:

La flauta A: Se forman 36 ondulaciones por pie lineal. Recomendado para la fabricación de embalajes destinados a la contención de productos muy voluminosos ya que siendo el de mayor calibre entre los corrugados, proporciona a los embalajes un gran poder de amortiguación y absorción a los impactos. Por el contrario su superficie es muy poco propicia para lograr buenas impresiones ya que las ondulaciones son grandes y espaciadas. Esto se refleja en mala impresión principalmente si las áreas a cubrir de tinta son grandes. Los cortes que en este tipo se practican como las marcas y dobleces resultan toscos e imperfectos.

Este tipo de corrugado en atención a sus características negativas afecta la presentación de los embalajes; su producción en el ámbito nacional, es muy baja o la han descontinuado. En algunos países industrializados, se fabrica como excepción. (Figura 17 y Tabla 20)



Figura 17 Flauta A con 118 ondulaciones por 1.58 m de papel lineal

La flauta B: Se forman 52 ondulaciones por pie lineal. Indicado para la fabricación de embalajes pequeños. Resulta económico cuando se busca rigidez para su uso, proporciona beneficio a la resistencia debido a la cantidad de flautas por pie lineal. Las impresiones son mejores y bien presentadas. Se emplea para embalajes de latería y objetos pesados, aunque no muy voluminosos. Por lo delgado que resulta su calibre no se recomienda para estibas altas o para cargar de peso la columna, a menos que el artículo que este dentro del embalaje, proporcione por sí mismo, resistencia a este tipo de almacenaje. Es utilizada en artículos que requieren un mínimo de acolchonamiento y no se necesita una alta compresión. Debido a que los productos se presentan con películas plásticas, la fabricación de charolas con este tipo de flauta se ha incrementado porque dobla más fácilmente en las armadoras automáticas. (Figura 18 y Tabla 20)



Figura 18 Flauta B con 165 ondulaciones en 1.35 m de papel lineal

La flauta C: Se forman 42 ondulaciones por pie lineal. Representa el término medio de las flautas anteriores, por tanto participa en la misma proporción con las cualidades y características de ambas, es la más común por sus características de acolchonamiento, dando buena protección al producto contenido y una estructura para soportar mayor carga de estiba. Es el tipo de flauta más utilizada en la industria de alimentos, químico-farmacéutica y de cosméticos, entre otras. (Figura 19 y Tabla 20)



Figura 19 Flauta C con 134 ondulaciones en 1.43 m de papel lineal

La flauta E: Se forman 90 ondulaciones por pie lineal. Llamada también miniflauta. El uso de este corrugado difiere mucho de las anteriores. Este material se recomienda para el embalaje de productos pequeños, finos, de poco peso. Casi siempre son utilizados por la industria artesanal, de perfumería, de herramientas de precisión, del calzado, los aparatos electrodomésticos. Los cortes y las impresiones ofrecen las características del cartón corrugado y cartoncillo plegadizo al mismo tiempo. Se puede laminar con cartoncillo recubierto, en los que se pueden obtener impresión de calidad *offset*. Los procesos de corte y definición se resuelven siempre por el proceso de suajado, aún siendo caja estándar, y en la mayoría de los casos el papel exterior es de color blanco. Debido a la altura de sus flautas, acepta impresiones en la maquinaria del cartoncillo, dando una presentación inmejorable. (Figura 20 y Tabla 20)



Figura 20 Flauta E con 305 ondulaciones en 1.30 m de papel lineal

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.3.1 Características de las flautas

Los cuatro tipos de flautas con las que se fabrica el corrugado actualmente presentan características en sus dimensiones del ondulado así como la cantidad de papel necesaria para su formación.

El coeficiente de ondulación (C), (el material de papel requerido para dar la altura de la ondulación), es la relación inversa de la longitud en metros que requiere las ondulaciones (L') entre un metro lineal de papel (L).

$$C = \frac{L'}{L}$$

Ecuación 1 Coeficiente de ondulación

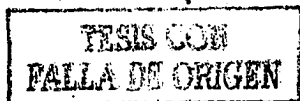
De la Tabla 20 se obtiene que para fabricar la flauta tipo "A" se requieren 1.58 m de papel, y el coeficiente de ondulación para un metro es:

$$C = L' / L = 1.58/1 = 1.58$$

Con la Tabla 20 se obtiene la información para conocer la cantidad de papel requerido para la producción de corrugado, la altura de las flautas o coeficiente de ondulación es la cantidad de formado de flautas por longitud.

Flautas	Flautas por pie lineal	Altura de flauta (in)	Flautas por metro lineal	Consumo de papel (m)	Altura de flautas (mm)
A	36 ± 3	3/16	118	1.58	4.76
B	50 ± 3	3/32	165	1.35 a 1.38	2.38
C	42 ± 3	9/64	134	1.43 a 1.45	3.57
E	94 ± 4	3/64	305	1.30	1.59

Tabla 20 Altura de las flautas



2.4 Tipos de corrugado

2.4.1 Corrugado de una cara

El Corrugado de una cara o *single face*.- Es la ondulación de un papel al cual se le adhiere otro papel para darle cuerpo a la elasticidad no deseada.

En la máquina corrugadora se montan un rollo de papel *liner* y un rollo de papel *médium* en el cabezote, se elige el rodillo formador de las flautas, B, C o E, el *médium* se acondiciona con regaderas de vapor y precalentadores para darle consistencia que permita su conformación a los rodillos corrugadores formadores de la flauta.

Al salir el *médium* de los rodillos corrugadores se une al *liner*, de aquí hacia el puente de acumulación para llegar a la mesa de secado. Dependiendo del diseño o proceso determinado, se enrolla o pasa a las cortadoras, y se recibe en una o dos mesas o directamente al stacker.

Se utiliza principalmente para envolver y/o proteger determinados productos; puede ser en forma individual, dentro de otro empaque y no necesariamente en un empaque corrugado, por ejemplo en perfumes, botellas, vasos, etc., así como material decorativo, de publicidad, en *displays*, entre otros. Generalmente se corruga con la flauta C; pero debido a los nuevos mercadotécnicos se esta corrugando con la flauta E, que proporciona estética para utilizarse en la industria del regalo con la vista de las flautas al exterior. Gráficamente:

Cara 1 + ondulado + pegamento = *Single face* o corrugado de una cara, como se observa en la Figura 21.



Figura 21 Corrugado de una cara

2.4.2 Corrugado sencillo

Se montan dos rollos de *liner* y uno de *médium*; en el cabezote se monta el rodillo para fabricar la flauta A, B, C o E. El *médium* es acondicionado con

regaderas de vapor y precalentadores para darle consistencia que permita su conformación a los rodillos corrugadores formadores de la flauta, a su salida se une al *liner*, como *single face* se va al puente de acumulación y es llevado al *double backer* en donde se adhiere el otro *liner*. Los rollos de *liner* pasan por los precalentadores en diferentes grados de envolvimiento, en función de la humedad que contenga el papel. Unidos los tres papeles, pasan por la mesa de secado, al terminar su recorrido llegan a la doble o triple cortadora en donde se marcan los escores longitudinales, se refina la lámina y se corta al largo requerido.

Dependiendo del número de cortes en que fue dividida la lámina corrugadora, salen las hojas cortadas en una o dos mesas, o por el *stacker*. Estas hojas son las que llamaremos "Lámina Sencilla" y se utiliza normalmente para fabricar cajas y embalajes. Generalmente se corruga en flauta C porque proporciona buenas características a la estiba, resistencia al impacto, ofrece cualidades para recibir la impresión y el suaje, y representa el porcentaje más alto con relación a la fabricación de embalajes de esa combinación de flauta. Gráficamente:

Single face + 2 Caras + pegamento = Corrugado sencillo o lámina sencilla, como se ve en la Figura 22.



Figura 22 Corrugado sencillo

2.4.3 Doble corrugado

Se montan tres rollos de *liner* y dos de *médium* (hay casos que puede ocuparse un *liner* en vez de un *médium*), se montan dos rodillos corrugadores de las flautas A, B y C. Se procesa simultáneamente dos *single face* y antes de llegar a la mesa de secado se unen en una sola lámina, para pasar a las cortadoras, recibiendo las mesas o el *stacker*, la conoceremos como "Doble corrugado o Lámina Doble", generalmente se utiliza la combinación de las flautas B y C porque representa la combinación de resistencia a la estiba y al impacto, se utiliza para proteger productos frágiles, productos pesados en embalajes chicos. Gráficamente:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Corrugado sencillo + *single face* + pegamento = Doble Corrugado, como se ve en la Figura 23.



Figura 23 Doble corrugado

2.4.4 Triple corrugado

Se montan cuatro rollos de *liner* y tres de *médium* (hay casos que puede ocuparse un *liner* en vez de un *médium*), se montan tres rodillos corrugadores de las flautas B, C, B. Se procesa simultáneamente tres *single face* y antes de llegar a la mesa de secado se unen en una sola lámina, para pasar a las cortadoras, recibéndolas las mesas o el stacker, la conoceremos como "Triple corrugado o lámina triple", el uso más común es el de contenedor. Gráficamente:

Corrugado doble + *single face* + pegamento = Triple corrugado, como se ve en la Figura 24.

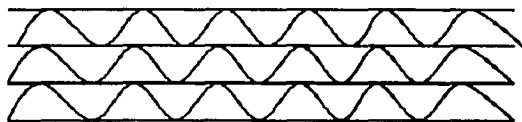


Figura 24 Triple corrugado

2.5 Equipo periférico

Se nombra tercer proceso a la transformación del corrugado o lámina corrugada en embalaje de cartón corrugado como producto terminado. Este equipo se encuentra en la periferia de la máquina corrugadora y en algunas plantas este proceso se encuentra independiente o separado parcial o total de la planta que procesa el corrugado. Del área de reposo de la máquina corrugadoras se

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

trasladan al equipo periférico para iniciar su transformación a la maquinaria correspondiente: rayadora, impresora, suaje, atado y estiba según su diseño.

2.6 Rayadora/cortadora

Estas máquinas son las que hacen los cortes a la lámina corrugada y marcan los dobleces que formaran los embalajes, las divisiones o interiores de los embalajes, como se ve en la Figura 25. Están fabricadas en tres pasos que es la alimentación de la lámina, los rodillos con perfiles de corte o de marcado y el área de expulsión de la lámina.



Figura 25 Rayadora

2.7 Impresoras

La impresión confiere al embalaje corrugado una distinción que armoniza con la información del producto al cual se va a destinar. La altura de la lámina ya corrugada, así como los papeles que la integran son importantes para el paso por las máquinas impresoras, como la impresora de la Figura 26.

Las impresoras de la industria del cartón corrugado son fabricadas en diferentes países y cada marca difiere en características técnicas, desde el mecanismo que alimenta la lámina corrugada para pasarla a los rodillos impresores hasta la automatización total del proceso. Algunas impresoras están acopladas a otras máquinas que terminarán los embalajes hasta su atado, para su entrega al cliente.

En general, las máquinas impresoras tienen como función principal impregnar de tinta al grabado para pasarlo a la lámina de cartón. Los grabados también se conocen como clichés, dados o *cyrell* por su materia prima. Los rodillos varían en función de los colores que la impresora aplique, dos rodillos para dos colores, etc. Las impresoras miden su eficiencia en función de la capacidad de impresión por hora, así como las dimensiones en el área útil de impresión en la lámina corrugada.



Figura 26 Vista de una impresora

2.8 Flexográfica

En una máquina que imprime en relieve, derivado de la impresión tipográfica que usa clichés plásticos llamados *cyrell* y tintas fluidas de capa delgada que secan por evaporación. Es una máquina de gran precisión, con velocidad para tirajes largos o cortos, lo actualmente presenta una controversia en la utilización de

producción, ya que su versatilidad de limpieza y acceso a los cambios de medidas y montaje de clichés sea un método económico para los tirajes cortos, sin embargo, resulta eficiente para los tirajes largos ya que solo hay que alimentarla de tintas y material para transformar. Es una máquina a la que se le acopla suajes curvos lo que en conjunto resulta la máquina más versátil del tercer proceso.

2.9 Suajadoras

Los embalajes no siempre presentan características comunes debido a la forma del producto, como veremos en el siguiente capítulo, y es necesario formar la lámina con dimensiones especiales, espacios para la ventilación del producto, sujeción del embalaje, etc. Las suajadoras son máquinas que a través de presión pasan el diseño elaborado en un molde a la lámina de cartón.

Los moldes son diseños especialmente para cada producto, que se marcan en una tabla de madera a la cual se le colocan perfiles de metal llamados plecas, sean de corte o para marcar la lámina, estas tablas de madera pueden ser planas o curvas dependiendo el tipo suajadora.

Existen dos tipos de máquinas: Las de suaje plano y las de suaje curvo.

Las de suaje plano tienen una capacidad inferior de golpes por minuto ya que la alimentación de la lámina de cartón es manual o semi automática. Las dimensiones son amplias, lo que beneficia su uso a muchos diseños.

Las de suaje curvo tienen una capacidad superior de golpes por minuto, pueden acoplarse a otras máquinas, la desmermada que separan las áreas no requeridas en la lámina corrugada, a la impresora, la flejadora, lo cual refleja sus posibilidades de eficiencia. Sin embargo, no es una máquina para producciones de bajo volumen.

2.10 Pegadoras

La función de estas máquinas es cerrar las láminas corrugadas, sean impresas, suajadas, marcadas, etc., para formar el embalaje y al extenderlo no se abra o se separe.

Generalmente se adhiere la ceja de la lámina corrugada a una de sus paredes para evitar abrirse. La lámina corrugada pasa abierta a la máquina pegadora, la ceja se impregna de adhesivo y la banda transportadora va cerrando la lámina presionando el área de la ceja para su pegado total. El adhesivo se sostiene

sobre un papel de cada parte, es decir, solo se impregna adhesivo a un papel de la ceja y a una porción de papel de la pared adherente, como en Figura 27.

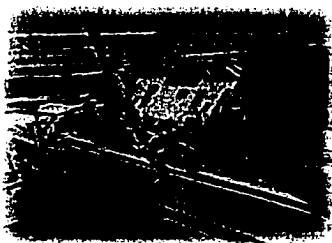


Figura 27 Pegadora

2.11 Engrapadora

Los embalajes por su tamaño o producto a empacar, requieren que la sujeción de la ceja sea por medio de grapas, lo cual evita que las fuerzas del producto separen la ceja, ya que el engrapado pasa a través de todos los papeles que formaron la lámina. Este proceso es el más utilizado.

2.12 Flejadora o atados

El embalaje terminado se agrupa por piezas para optimizar el manejo del producto. Se ocupan dos métodos de conteo: el automático que fleja o amarra los embalajes de la salida de otras máquinas previa definición de las dimensiones del producto y el manual: donde el operario cuenta los embalajes y los sujeta.

Una vez agrupados los embalajes se destinan al área de embarques por medio de tarimas, las cuales se pueden *paletizar*, es decir, se protegen con una película plástica para eficientar el movimiento de embarques y disminuir el tiempo de entrega al cliente, así como la protección del producto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.13 Distribución de planta.

La distribución de planta o *Lay out*- Es el diagrama de ingeniería más simple es decir, no de carácter fundamental, donde se muestran (en forma de rectángulos o bloques) los equipos necesarios para una planta de proceso y la interconexión entre ellos se representa por líneas que enlazan un equipo con otro.

Este diagrama es solo un pequeño paso consistente en rectángulos de funcionalidad, sin indicar la forma específica de trasladar los materiales necesarios de un bloque a otro. En este *Lay out* de los equipos que procesan el material se captura, sin embargo, el equipo necesario para cumplir la funcionalidad de los procesos de materiales. Cada equipo colocado muestra el orden necesario según el grado de conversión, eficiencia y otros parámetros gruesos que reflejan el requisito de diseño del embalaje corrugado como producto terminado. El ingeniero que desarrolla este diagrama sabe, previamente, que los equipos que ha puesto en el diagrama existen o que se les puede construir; sin embargo, no ha realizado cálculos precisos de las dimensiones, materiales de construcción, costos detallados, etc.

Conocidos los procesos principales, el equipo y las instalaciones de servicio necesarias, se desarrolla un diagrama que especifique donde está cada equipo. Este diagrama se suele conocer como el *Lay-out* de Planta. Su precisión incide sobre la dimensión del terrenos y sobre las pérdidas de carga asociadas a los equipos.

El balanceo del *Lay out*, en un diseño visual de un mapa, es dado por la posición de los componentes mostrados de una manera lógica. Un diseño en *Lay out* bien balanceado, visualiza el proceso productivo y ubica el recorrido básico del producto, como se muestra en la Figura 28.

El *Lay-out* es el proceso de llegar al equilibrio adecuado.

El gran espacio requerido por las fabricas de cartón corrugado es debido principalmente a las dimensiones de la máquina corrugadora, al área de almacenamiento de rollos de papel, el cuarto de la caldera, el equipo periférico si se encuentra ubicado dentro del mismo terreno, que forma parte del tercer proceso, el área de producto terminado y el área de embarques.

El equipo periférico, para la transformación del corrugado o de la lámina en producto terminado se utiliza: Rayadora, impresora, flexográfica, grapadora, pegadora, área de producto terminado, área de embarques, así como los talleres, almacén de tintas, suajes, grabados y el laboratorio de control de calidad.

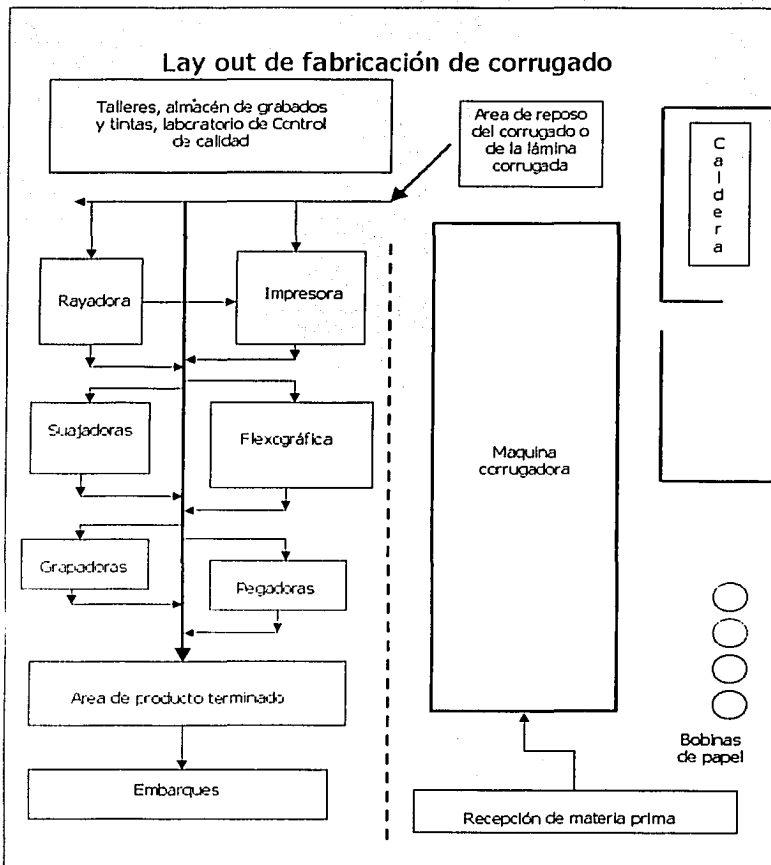


Figura 28 Distribución de planta corrugadora

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2.14 Pruebas para el corrugado y la lámina corrugada

Las pruebas que se efectúan durante el proceso de la fabricación en la máquina corrugadora, desde la transformación del papel en corrugado o lámina corrugada, aseguran la calidad para continuar al proceso en embalaje de cartón corrugado como producto terminado.

Antes de operar la máquina corrugadora se verifica que esté calibrada, que la transmisión del movimiento y presión entre los equipos y secciones de la máquina estén correctas, observar que los rodillos corrugadores no estén deformados por uso excesivo, la preparación del adhesivo cumpla con la mezcla correcta de los componentes, la entrega de presión y temperatura de la caldera a la máquina corrugadora sea la correcta, el buen estado de las bandas transportadoras, entre otros factores.

1) Una prueba se apoya en el análisis visual del proceso, verificando que la tensión para desenrollar las bobinas de papel proporcione la alineación entre los papeles, evitando que uno sobresalga del otro, evitando que la formación del ondulado no sea perpendicular a las caras de papel que se adhieren, la impregnación del pegamento entre los papeles y el ondulado sea homogénea, que no existan burbujas de aire entre el ondulado y las caras de los papeles, que la velocidad del corrugado corresponda a la velocidad del desenrollo de la bobina de papel al acoplarse entre sí, evitando la entrada de aire abombando la lámina, que la temperatura en la extracción de humedad y en la mesa de secado no provoque el pandeo de la lámina procesada, que las cuchillas de corte y de marcado tengan las dimensiones solicitadas y la banda que transporta el corrugado para enrollarse o las láminas corrugadas tengan coordinación entre la velocidad de proceso y la velocidad de salida para el estibo y ordenamiento de las mismas.

2) En las pruebas físicas, se obtienen muestras aleatorias del material en proceso de 0.50 m de longitud por el ancho de la máquina. Estas muestras se dividen en secciones para comprobar su calidad. Cada lote es identificado para asegurar la calidad de cada proceso de transformación.

3) Las pruebas de laboratorio se efectúan para comprobar que la calidad y las condiciones del producto sean óptimas, asegurando el paso del material por todas las secciones del proceso de conversión de corrugado o lámina corrugada. Las pruebas se inician asegurando que los papeles y la combinación entre estos correspondan a la solicitud del corrugado o lámina corrugada para que se transforme el producto requerido. Algunas pruebas requieren de aparatos que precisan el estándar solicitado.

Las pruebas que se someten el corrugado y la lámina corrugada son:

- **Concora medium test (CMT).**- Se coloca el ondulado en una superficie y se aplica una fuerza perpendicular para verificar la deformación de las flautas, como se observa en la Figura 29.



Figura 29 Prueba CMT

- **Corrugado crush test (CCT).**- Se coloca el ondulado en forma perpendicular y se le somete a presión para verificar la deformación de las flautas. Como se ve en la Figura 30.



Figura 30 Prueba CCT

- **Flat crus test (FCT).**- Se hace un corte circular de la lámina corrugada sencilla, doble o triple y se presiona perpendicularmente a la cara del papel para verificar el aplastamiento de la flauta y la altura de esta deformación. En esta prueba se mide con un micrómetro la altura de las flautas en el rango del tipo A, B, C, o E solicitado. Como se observa en la Figura 31.

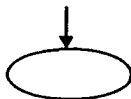


Figura 31 Prueba FCT

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- *Edge crush test (ECT).*- A la lámina corrugada vertical se efectúa presión paralela a la dirección de las flautas para verificar la compresión. La compresión vertical es la prueba aplicada a los cantos de la lámina corrugada en ambos sentidos para medir la fuerza que aplica y conocer su aplastamiento por medio de un compresómetro, se expresa en Kg., la deformación que sufre se expresa en décimos de cm. La compresión vertical es una prueba de resistencia cada vez más solicitada por el nivel de información que proporciona, ya que llevada la lámina corrugada a la transformación del tercer proceso el resultado es muy apegado a las condiciones que sufrirá la caja con el producto del cliente durante su manejo, transporte y almacenamiento. Como se ve en la Figura 32.

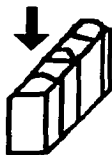


Figura 32 Prueba ECT

- *Thickness.*- Medida obtenida por el calibre del corrugado o de la lámina corrugada. En la Figura 33 se comprueba la altura del ondulado de cresta a valle.

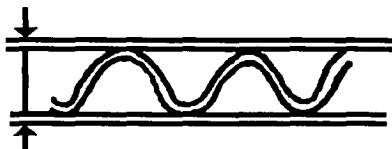


Figura 33 Prueba de altura de flauta.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- *Bending stiffnes (SXY).*- Mide la deformación del pandeo de la lámina corrugada con relación a la distancia perpendicular de los entremos con el centro de la lámina. Esta prueba permite una tolerancia hasta de una pulgada. En la Figura 34 se observa el pandeado de la lámina, si es mayor de una pulgada del extremo al piso se rechaza, y se solicita la verificación de la producción de esas piezas.



Figura 34 Prueba SXY

- *Pin adhesion test (PAT).*- Asegura la penetración de adhesión entre los papeles. En la Figura 35 se muestran las fuerzas que se aplican para separa las caras interiores del ondulado verificando la adhesión del pegamento.

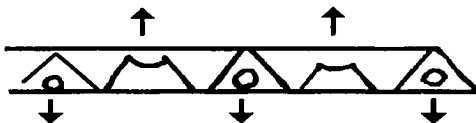


Figura 35 Prueba PAT

- *Mullen.*- Prueba que mide la explosión de la fibra sometida a presión en un área mínima de 4 X 4 pulgadas cuadradas (10.16 X 10.16 cm), en libras por pulgada cuadrada. El aparato se llama eclatómetro.
- *Peso.*- Se corta un metro cuadrado del corrugado o lámina corrugada y con una báscula se obtiene el peso en gramos por metro cuadrado. En el sistema inglés libra por pulgada cuadrada.
- *Inmersión.*- Medición del volumen de agua absorbido por la muestra durante 10 minutos que se mantiene sumergida a una profundidad de 3.5". El

porcentaje de absorción es la relación entre el peso original y posterior a la prueba.

- Humedad.- Medir la cantidad de humedad que contiene una muestra de 1 m² secando en una fuente de calor durante 15 a 20 minutos. Comparando su peso antes y después.
- Dimensiones.- Es una prueba física que verifica que el corrugado o la lámina corrugada tenga las dimensiones solicitadas en largo y ancho así como las marcas en su caso.
- Rasgado.- Fuerza aplicada a un área corrugada de 2 X 2 ½ pulgada cuadrada (5.08 X 6,25 cm), por medio de un péndulo para conocer la resistencia de la fuerza con que se rasga el material.

Las pruebas se basan en las fuerzas de tensión y compresión

CAPÍTULO III
ESTRUCTURA DEL EMBALAJE DE CARTÓN
CORRUGADO

3 Estructura del embalaje de cartón corrugado

En este tema se desarrolla el embalaje corrugado partiendo de que se ha recibido el corrugado o lámina corrugada solicitada, que se baso en el desarrollo del diseño, se presentan los tipos de embalajes más comunes y los pasos que siguen para su transformación en producto terminado por la maquinaria requerida. Se explica el concepto de la resistencia adecuada para los embalajes, las pruebas de laboratorio a que se someten para asegurar la calidad en el producto terminado.

3.1 Embalaje de cartón corrugado

La caja de cartón corrugado es el término genérico con que se conoce al embalaje, que permite transportar un conjunto de productos del fabricante al consumidor brindando protección. Sustituye otras formas de almacenaje hasta el momento de ser vendidas, proporciona una imagen del contenido durante su transportación, en los espacios que ocupa, a la estiba, etc., permitiendo su publicidad y principalmente una caja bien diseñada, puede producir un beneficio económico al reducir el costo del embalaje corrugado.

Aún cuando tiene una apariencia simple, es una compleja estructura de Ingeniería, es mucho más fuerte que los materiales con los que ha sido fabricado, esto es porque la resistencia es el resultado de una combinación de dos formas estructurales: El arco y la columna; la curva del ondulado y el ondulado; en sentido transversal, crea una serie de arcos separado por los papeles, el espacio de aire formado por los arcos, trabajan como un amortiguador, acolchando y aislando el producto, las flautas forman una hilera de columnas, las cuales pueden soportar peso y resistir a la compresión, una doble hilera de flautas (ondulaciones), incrementa la resistencia a la compresión y otorga mayor protección. La fuerza del ondulado provee la resistencia estructural del empaque. Cubre necesidades específicas gráficas y estructurales.

Los embalajes no son piezas producidas sin una necesidad específica de diseño, aunque existen nichos de mercado que se dedican a acoplar productos en los embalajes para aquellos solicitantes que se dedican al menudeo.

3.1.1 Tipos de cajas corrugadas

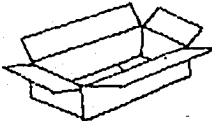


En el mercado del corrugado se identifica a las cajas que tienen en forma de cubo o paralelepípedo (prisma rectangular), y que sus tapas cierran al centro en la parte superior e inferior, como caja de cartón corrugado estándar.

Sin embargo, de acuerdo a las necesidades del producto, la caja estándar se diseña con variaciones en sus tapas, debido al tipo de producto, la facilidad que

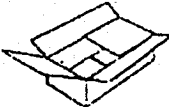
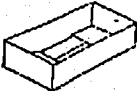

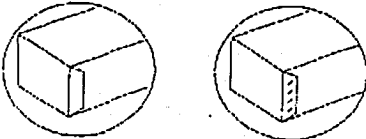
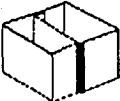
se desee integrar al proceso del cliente, la maquinaria que tenga el fabricante para integrar el sistema de guarda del producto, el peso y volumen que ocupe el producto.

En el mercado de la industria del cartón corrugado las variaciones de la caja estándar o caja regular se conocen en función del cierre de las tapas superiores o inferiores, la ausencia de tapas superior o inferior; la forma en que cierran sus paredes con la ceja interior o exterior, según la geometría del producto para dejar que el producto se ajuste perfectamente en el interior de la caja.

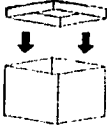
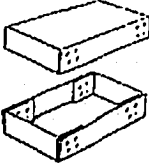
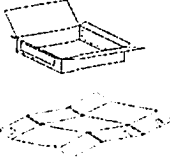


Existen en el mercado actual, diferentes tipos de embalajes de cartón corrugado que se han desarrollado de acuerdo a las necesidades de los productos, ya que cada uno presenta diferentes necesidades. En la Tabla 21 se muestran las más comunes:

Tipos de cajas de cartón corrugado	
	<p>Caja estándar con tapas superiores y/o inferiores al centro.- Es la más común, su forma cuadrada o rectangular proporciona adecuado manejo del producto y estibas geométricas.</p>
	<p>Caja estándar con tapas superiores y/o inferiores en traslape de "X" cm. Las tapas se cierran una encima de la otra, se emplea para evitar que pueda salirse el producto de la caja o proporcionar acolchonamiento al producto.</p>
	<p>Caja estándar con tapas superiores y/o inferiores cruzadas. Se emplea en productos delicados, el cierre de sus tapas es de lado a lado.</p>

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

	<p>Caja estándar con cabeceras al centro. Las cabeceras cierran la caja al centro y las tapas una sobre otra.</p>
	<p>Caja estándar sin tapas superiores. Se utiliza para productos que tienen variaciones en su altura o cuando se requiere tener fácil disposición del producto.</p>
	<p>Caja estándar con la ceja interior o exterior. Generalmente la ceja va grapada o pegada al interior, pero cuando el producto requiere el espacio interior exacto adhiere la ceja al exterior de la pared de la caja o se grapa.</p>
	<p>Caja estándar grapada o pegada. Se grapa para sujetar los papeles que forman la caja y la ceja. Se grapa para sujetar la fuerza de expansión que genere el producto. Al pegar solo se adhiere el papel exterior e interior de la pared y a la ceja. Se emplea el pegado en productos que no se lastimen con alguna rebaba de la grapa y el producto no ejerza la fuerza de expansión.</p>
	<p>Caja estándar con interiores (divisiones). Se emplea cuando el producto requiera separarse y protegerse entre sí.</p>

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

	<p>Caja estándar con tapa independiente. Se utiliza en productos para fácil acceso y/o la altura del producto tenga leves variaciones a la altura.</p>
	<p>Telescópica tapa y/o fondos.- Se utiliza para cubrir la caja estándar sin tapa o para ensamblarse una con otra.</p>
	<p>Caja suajada o troquelada. Se utiliza en diseños de ventilación, de sujeción y/o de pre-armado con interiores.</p>
	<p>Charola. Se emplea suajada o en proceso estándar para ser grapada o pegada por el solicitante, se emplea para exhibir productos.</p>
	<p>Cajas con polímeros o capa de protección en las paredes del corrugado exterior y/o interior. Se emplea en productos que eliminen humedad o químicos, requieran refrigeración, y/o protección del medio ambiente.</p>

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

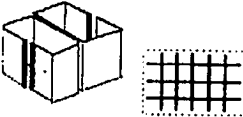


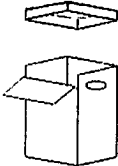

	<p>Solo divisiones. Para separar o proteger los productos entre sí.</p>
	<p>Solo cojines. Para envolver y/o proteger productos de impactos, ralladuras.</p>
	<p>Solo protecciones. Son separadores horizontales o verticales para amortiguar, proteger, los productos entre sí.</p>
	<p>Especiales. Es la combinación de cajas suajadas y estándar, que por su tamaño o impresión, destino, lleva procesos especiales en el proceso de fabricación. Ejemplo: caja tipo ropero.</p>
	<p>Ranuradas del centro a "X" cm, puede ser superior y/o inferior. Esta caja puede ser empleada para productos de exhibición en hipermercados.</p>

Tabla 21 Tipos comunes de embalajes de cartón corrugado.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

3.1.2 Interiores de cartón corrugado

Los interiores de cartón corrugado son la protección o complemento que se propone cuando los productos, al estar en contacto entre sí, deben separarse para conservar sus condiciones iniciales.

Los interiores son diseñados de acuerdo a las necesidades de los productos, pueden ser complemento del embalaje o formar parte del cuidado a productos que no lo requieran. Los interiores constituyen una solución económica al problema de protección.

Las funciones más comunes son: Inmovilizar, proteger y reforzar al embalaje.

La función de inmovilizar, proporciona solidez al conjunto "embalaje-contenido".

La función de proteger evita que el contenido sufra los impactos, robos, ralladuras, en donde se desprende su función amortiguadora.

La función de reforzar eleva las propiedades de resistencia, como ejemplo en los productos químicos.

El mejor interior es aquel cuyas funciones cumple el propio corrugado, sin embargo, cuando el embalaje de cartón corrugado del que está hecho, no cubre todas las necesidades, se puede complementar su acción con otros materiales, además del corrugado, para que proporcionen: La elasticidad o capacidad de amortiguación, el aislamiento térmico, la ligereza, seguridad al soportar el peso, como colocar en las esquinas madera o bien utilizar otros materiales como: La celulosa o fibra moldeada (unicel), espumas que se ajustan a la forma del objeto, piezas de poliestireno expansible, piezas de poliuretano, burbujas de aire, entre otras opciones.

3.1.2.1 Tipos de interiores para los embalajes de cartón corrugado

Los interiores se diseñan para proteger aún más el movimiento del producto dentro del embalaje, para separarlos y evitar que entren en contacto entre sí. Los interiores generalmente no llevan texto y se fabrican en juegos completos

Los tipos de interiores más comunes en los embalajes de cartón de corrugado son: Cinturón de seguridad, cojín, separadores y divisiones.

1. Cinturón de seguridad.- generalmente se diseñan con relación a medidas de seguridad, para separar el producto y centrarlo en el empaque, un ejemplo muy claro es los envíos de oro, químicos, que por su valor deben quedar fuera del alcance de las violaciones a la caja. Los cinturones cubren las

paredes y pueden tener ranuras o dobleces, que se aprovechan como separador.(Figura 36)

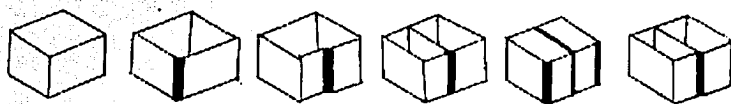


Figura 36 Cinturón de seguridad

2. El cojín.- Que es una banda protectora alrededor del producto, para cuidar o resguardar las piezas del mismo, dar fortaleza a la caja exterior a la estiba, para separar dentro del empaque parte del producto, para combinar productos con diferentes dimensiones que deben integrarse en un solo espacio. Los cojines de formas especiales son suajados para proteger específicamente al producto, puede ser una sola pieza o más. (Figura 37)



Figura 37 Cojines

3. Los separadores.- Permiten a los productos combinarse, sea por sus diferentes alturas, porque van acompañados de un producto pequeño, para aprovechar el espacio interior del embalaje.(Figura 38)

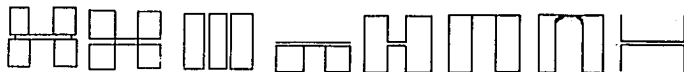


Figura 38 Separadores

4. Las divisiones.- Separa los productos para evitar que el contacto entre sí o la fricción cause fragilidad, golpes, mala presentación al consumidor, deformación, etc. Las divisiones que son rectángulos ranurados de cartón corrugado, para cruzarse entre sí y formar juegos de rejillas para proteger individualmente los productos. La altura de la división y su diseño esta en función directa del producto, por ejemplo: para envases de vidrio como las botellas que se introducen individualmente, se mide la distancia de su base hasta el punto donde se deja de tener contacto físico con el otro envase; en los vasos de vidrio y algunos artículos del mismo material, la altura de la división es total; cuando se introducen diferentes formas de producto, se determina la altura de la base hasta que los productos dejen de tener contacto entre sí. (Figura 39).

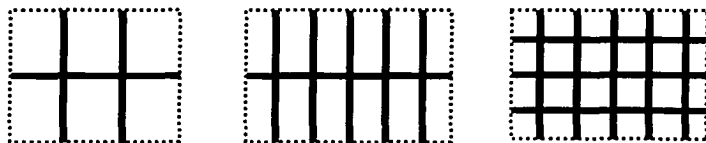


Figura 39 Divisiones

Todos los interiores pueden combinarse entre sí, es decir, a los productos, con relación a sus características, pueden requerir divisiones y separadores, cinturón de seguridad con separador y división, etc.

3.2 Diseño de cajas de cartón corrugado

El diseño es la descripción o bosquejo referente a un objeto. Para el embalaje de cartón corrugado, el diseño debe cubrir el aspecto estructural y gráfico para el producto que va a contener y son los que determinan desde el tipo de corrugado que se debe fabricar hasta formar el embalaje de cartón corrugado requerido.

3.2.1 Diseño estructural

El diseño estructural es la información reunida para la disposición de las distintas partes de un todo. Determina la forma del armazón que contiene al producto.

La información que considera es: el tipo de producto en términos de sus características físicas y químicas principalmente; la cantidad, el peso, la forma. Determina las dimensiones expresadas en largo, ancho y alto. El manejo del

producto, la seguridad, el transporte y almacenamiento, la resistencia del embalaje en términos de los papeles que requiere, así como de la resistencia propia de la estructura del embalaje. Las condiciones climáticas dependiendo del producto, tendrán diferentes reacciones, según el embalaje de cartón corrugado diseñado. En el tipo de embalaje se considera la maquinaria que el solicitante disponga, para que se adecue al proceso de guarda en el cierre de su producto.

El texto, leyenda o logotipo que proporciona el solicitante son asentados en el exterior del embalaje corrugado y corresponden al área de diseño gráfico.

En el diseño estructural del embalaje de cartón corrugado, las medidas exteriores del producto, son las que definen las medidas interiores con las que se fabricará el embalaje de cartón corrugado en sus tres dimensiones (largo, ancho, alto).

Se describen los nombres de las partes que integran al embalaje de cartón corrugado para unificar la referencia de las mismas a continuación:

Largo.- La longitud total que hay entre la marca inicial al 1er doblez, como sabemos en la forma geométrica, el largo tiene dos caras, por lo cual se considera esta medida dos veces.

Ancho.- La longitud del primer al segundo doblez, de igual forma, es considerado dos veces.

Alto.- La longitud que hay entre el doblez superior de la tapa superior al doblez inferior de la tapa inferior.

Ceja.- Es la cantidad adicional de corrugado para completar el cierre de la caja. La longitud puede variar de 3 cm o más.

Tapa (o aleta) superior o inferior.- Es la longitud que cubre la parte superior o inferior de la caja en su dimensión longitudinal hasta el centro de la misma. Parten del doblez del largo de la caja y forma parte del cierre. En la caja estándar las tapas llevan cortes en los dobleces para brindar la libertad de cierre, su dimensión es la medida del largo del primer doblez y la mitad del ancho del segundo doblez. Sin embargo, la dimensión del segundo doblez se altera, si así lo requiere el producto.

Cabeceras.- Es la longitud que cubre la parte superior o inferior de la caja en la dimensión transversal. Parte del doblez del ancho de la caja y forma parte del cierre. En la caja estándar las cabeceras llevan cortes en los dobleces para facilitar la libertad de cierre, su medida es el ancho de la caja y la mitad del ancho del segundo doblez. Sin embargo, el segundo doblez puede cambiar de acuerdo a las necesidades del producto.

Doblez.- Es el espacio que requiere el material para doblarse, varia en milímetros entre los largos, anchos, aletas y ceja. Son llamados aumentos y se consideran en el corrugado al solicitar su fabricación en la máquina corrugadora.

Se presenta en la (Figura 40), una caja de cartón corrugado tipo estándar extendida con los nombres que identifican una caja corrugada. Se muestra este tipo por ser la forma más común en la industria del corrugado. El nombre de las partes de la caja de cartón corrugada tipo estándar, también se aplica a las partes de las cajas de cartón corrugado de otros modelos, las variaciones están en las dimensiones de las partes o la ausencia de alguna de ellas.

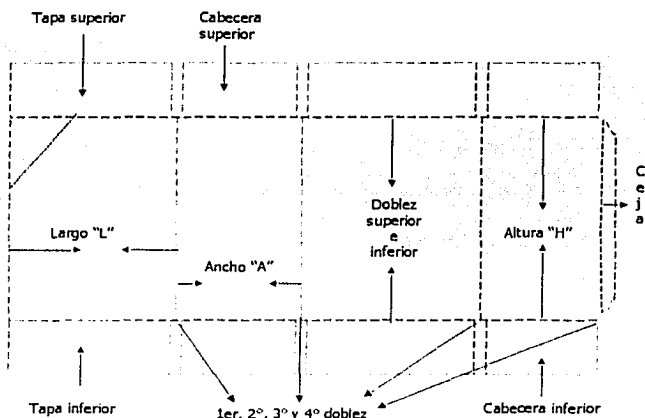


Figura 40 Nominación de las partes de la caja estandar de cartón corrugado

Cada embalaje de cartón corrugado se diseña específicamente para cada producto, con los datos del producto se determina los que se cargan a sí mismos, lo que se pueden colocar uno sobre otro sin que el inferior pierda forma y solo requieren de un cinturón que impida que se inclinen hacia los lados, por ejemplo latas, botellas, botes, materiales geométricos como vasos, libros, entre

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

otros, son los que se embalan en caja de cartón corrugado tipo estándar. O los que requieren que el embalaje sea quién sostenga la estiba.

Para determinar la resistencia del embalaje de cartón corrugado que cada diseño requiere, se presenta la (Tabla 22) que especifica la resistencia en Kg/cm² que soporta en corrugado sencillo y en corrugado doble la lámina corrugada según el rango; así como el peso de la lámina corrugada por metro cuadrado según el tipo sencillo o doble.

Tabla de rangos de resistencia de lámina de cartón corrugado sencillo y doble. Los papeles pueden ser color <i>kraft</i> o blanco.			
Corrugado sencillo en Kg/cm ²	Peso por m ² en gramos	Doble corrugado en Kg/cm ²	Peso por m ² en gramos
Sin garantía a 7	560	---	---
7/9	630	---	---
9/11	700	9/11	970
11/12.5	760	11/12.5	1040
12.5/14	820	12.5/14	1110
14/16	890	14/16	1170
16/18	960	16/18	1230
17/19	1060	17/19	1310
18/21	1160	18/21	1380
21/24.5	1260	21/25	1570
---	---	25/28	1670
---	---	28/32	1870

Tabla 22 Rangos de resistencia en la lámina corrugada sencilla y doble.

Además de conocer la combinación de resistencia que requiere el diseño del embalaje de cartón corrugado al solicitar la fabricación de la lámina corrugada, se debe especificar el tipo de flauta para la adecuada estructura del embalaje.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

La Tabla 23 muestra la combinación que se asigna según el tipo de corrugado y la aplicación más común, sin embargo, las variaciones en la fabricación de la lámina corrugada a otro tipo de flauta para el embalaje de cartón corrugado, se determina en relación con el contenido. La Tabla 24 muestra la combinación de la altura de las flautas para la fabricación del corrugado de una cara, lámina corrugada sencillo, doble y triple.

Tipo de corrugado	Tipos de flautas
Corrugado de una cara	Flauta A, B, C, E.
Corrugado sencillo	Flauta A, B, C, o E.
Doble Corrugado	Flauta C, B.
Triple Corrugado	Flauta B, C, B.

Tabla 23 Tipos de flauta en lámina corrugada según su estructura

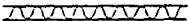
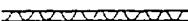


Tipo de Flauta	Vista Frontal	Altura	No. flautas	Usos generales
A		4.76 mm	118	Contenedores
B		3.17 mm	167	Embalajes chicos Objetos pesados
C		3.97 mm	138	El más común
E		1.58 mm	315	Embalajes finos

Tabla 24 Vista frontal de las flautas corrugadas por metro lineal.

La elección de la resistencia con la combinación del tipo de flauta, en el diseño estructural del embalaje de cartón corrugado proporciona el conjunto adecuado para el producto, incluyendo a los interiores.

Los interiores, el valor y propiedades del producto elevan las características iniciales del tipo de caja ya que representan las funciones protectoras y de seguridad del embalaje.

3.2.1.1 Valor del producto

Se considera que la evaluación del costo del embalaje va relacionada con:

Valor Real o intrínseco.- Esta en relación directa a la naturaleza del producto como obras de arte, objetos especiales o de producción limitada, perfumes, cristal, porcelana, químicos.

Valor funcional.- Donde teniendo un producto de bajo valor real, pero ser un elemento indispensable en el desarrollo de un ciclo productivo, en el que la suspensión suponga un alto costo, componentes de una computadora, de un automóvil.

Valor comercial.- Donde el producto requiere de protecciones para evitar violaciones al empaque, porque su destino es internacional, ser un producto de la industria química como esencias, materias bases para la fabricación o elaboración de medicamentos, entre otros.

La naturaleza del producto influye directamente en el diseños del porque el costo de una fractura, desperfecto, imagen, eleva el costo de la restauración del mismo.

3.2.1.2 Propiedades del producto

Los tipos de productos se pueden generalizar en:

Sólidos.- Como libros, aparatos electrodomésticos, electrónicos, etc.

Fluidos.- Como la mantequilla, mantecas, quesos, que generalmente se presentan con embalaje primario, en este caso, una envoltura para conservar y separar al producto del contacto entre sí y del medio que les rodea; esa cubierta que está directamente en contacto con el producto se le llama embalaje primario.

Líquidos.- Contenidos en envases de metal, vidrio, plástico... como aceite, leche, agua, refrescos, jugos, cloro, suavizantes, etc.

Pulverizados.- Productos granulados o pulverizados como detergentes, azúcar, arroz, frijol, etc.

Estas propiedades del producto ejercen una presión lateral interna al empaque lo que puede ocasionar su asentamiento.

3.2.2 Diseño gráfico

El diseño gráfico es la representación con signos o dibujos, rico de imágenes expresivas, es el conjunto de procedimientos para imprimir textos, para

esquematar datos y señalar sus relaciones esenciales, como se observa en la Figura 41.

ORD. PROD: _____ CANTIDAD: _____ ARTICULO: _____ RAZÓN SOCIAL: _____ CLAVE: _____ DISTRIBUIDOR: _____	DESCRIPCIÓN DEL ARTÍCULO: N.º DE PIEZAS POR UNIDAD: _____ MEDIDAS EXTERIORES: mm 3 _____ RESISTENCIA: kg/cm ² _____ CORRUGADO: _____ TIPO DE FALLA: _____ ERROR DE PAPEL: _____ L. AÑO: _____ OBSERVACIONES: _____	1. COMERCIALIZADORA: _____ 2. IMPRESORA: _____ N.º DE CUBIERTOS: _____ 3. SERIAL: _____ N.º DE SERIE: _____ 4. CANTIDAD BASTIDO: _____ 5. PREGONES: _____ 6. ALACRÓN DE: _____ 7. ALACRÓN DE: _____	HOJA 1 DE 1 IMPRESIÓN: _____ COLOR: _____ CLAVE: _____ TITULO: _____ 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____
ESPECIFICACIONES DE LAMINA LARGO: mm AREA: m ² ANCHO: mm PESO: kg			

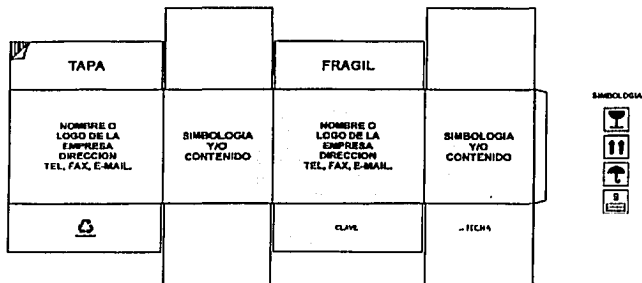


Figura 41 Plano de una caja corrugada tipo cabeceras al centro

El diseño gráfico tiene funciones de identificación y estética como elementos de mercadotecnia. Se imprimen los embalajes de cartón corrugado sobre la superficie de papel *liner kraft* o blanco exterior, se puede optar por la impresión indirecta como etiquetas o impresión para adhesión. La identificación del producto y la presentación en las cuatro caras con la información del contenido, así como los valores de las pruebas de resistencia del embalaje corrugado.

El diseño gráfico para el embalaje de cartón corrugado es una interacción de la industria del corrugado y del solicitante para identificar sus productos. La información del solicitante, proporciona datos con respecto a la distribución y manejo del producto, la leyenda, el giro de industria o empresa, entre otros, para asegurar que el embalaje corresponda a las características del producto. Es por esto, que los diseños gráficos de los embalajes son individuales y estudiados independiente a otros embalajes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En México, la regulación de algunos textos y simbologías para impresión en el embalaje de cartón corrugado se encuentran en las referencias de Impresión de las Normas Mexicanas de Envases y Embalajes (NMX EE).

3.3 Desarrollo del embalaje de cartón corrugado

El desarrollo es la explicación detallada para fabricar una caja de cartón corrugado.

El desarrollo del embalaje de cartón corrugado en el área de diseño parte de la determinación del tipo de embalaje que satisfaga las necesidades del producto o la muestra física del cliente que la cumpla.

La determinación del tipo de embalaje se desarrolla según los requisitos de cada producto según la forma, cantidad, desplazamiento, valoración, etc., explicados anteriormente. La amplia variedad de factores es a la cantidad de productos que se embanan actualmente, por lo que se presenta al final de este inciso un ejemplo que determina de un tipo de embalaje.

De la muestra física se obtienen las medidas interiores del embalaje; el largo en centímetros, es la distancia perpendicular entre los dos anchos, se confirma con la medida de la tapa en la parte inferior cercana al dobléz; el ancho en centímetros, es la distancia perpendicular entre los largos, se confirma la medida con la cabecera en la parte inferior cercana al dobléz; la altura en centímetros, es la distancia entre el dobléz de la tapa superior y el dobléz de la tapa inferior, sin considerar el aumento del dobléz que da a la tapa libertad de movimiento. Si se dobla la tapa a 90° con respecto al cuerpo de la caja y se marca con un lápiz, de la misma forma en la otra tapa, se tiene el registro de la altura interior del embalaje.

Con las medidas interiores se calcula las dimensiones en largo y ancho total para conocer el área del corrugado.

Una forma de conocer el área del embalaje de cartón corrugado es a través de la geometría de las formas. La Tabla 25 asigna para cada tipo de embalaje corrugado más común, la fórmula para conocer su área y con las medidas interiores, se identifica con "L" el largo, "A" el ancho y "H" la altura:

Tipo de caja corrugada	Formula del área
Caja estándar	$(2 \times (L+A)) \times (H+A)$
Caja estándar con tapas superiores e inferiores cruzadas	$(2 \times (L+A)) \times (H+2 A)$
Caja estándar con tapas superiores o inferiores cruzadas	$(2 \times (L+A)) \times ((A+H+(A/2))$
Caja estándar con cabeceras al centro	$2(L+A) \times (H+L)$
Caja estándar con traslape de "X" cm	$2(L+A) \times (H+A+"X")$
Caja estándar sin tapas	$2(L+A) \times (H+A/2)$
Cojín	$(2(L+A) \times H)$
Divisiones	$(L \times A)$
Charola	$(L+2 H) \times (A+2 H)$
Tapa o fondo telescópico	$(L+2H) \times (A+2H)$
Caja o tapa telescópica	$2((L+2H) \times (A+2H))$
Caja suajada o troquelada	$(L+ \text{aumento para el suaje}) \times (A + \text{aumento para el suaje}).$

Tabla 25 Formulas para calcular el área de cartón corrugado

Las dimensiones del área, la resistencia del corrugado y el tipo de flauta proporcionan los datos para la elaboración del original mecánico o plano del embalaje.

El original mecánico o plano, contiene la información para fabricar el embalaje de cartón corrugado, desde la dimensión de la lámina requerida con sus indicaciones de resistencia, tipo de flauta, cantidad, tintas, grabado, suaje, proceso por máquina, cantidad de piezas por atado, etc.

El plano permite conocer las materias primas y los materiales externos que intervienen en la fabricación del diseño.

**PLASIS CON
FALLA DE ORIGEN**

También proporciona información a la fabricación del corrugado, como el ancho del corrugado o lámina para efectuar la combinación entre esta u otras ordenes del mismo material, proceso que influye en los costos de producción de la máquina; el largo del material, la cantidad de papel en metros lineales, las medidas para el marcado y corte de la lámina; la cantidad y el peso total del corrugado, al final del proceso de fabricación.

Basándose en el plano, se elaboran los grabados y/o suajes que requiere el embalaje y se programa el flujo productivo en el equipo periférico.

3.3.1 Ejemplo

Para la determinación del tipo de embalaje de cartón corrugado se requiere la siguiente información:

El producto.- Latas cilíndricas con las siguientes dimensiones: Diámetro exterior 8.5 cm, altura total del cilindro, 8.2 cm. Peso unitario: 380 gramos

Cantidad por embalaje: 24 latas cilíndricas.

Tipo de producto.- Se carga a sí mismo, es decir, se pueden colocar los cilindros uno sobre otro sin que en que esta en la base se deforme.

Diseño: Determina que la distribución de los cilindros sea de 4 piezas por 6 piezas en dos camas, es decir, colocar una base de 12 piezas y sobre estas otras 12 piezas, para dar el total de 24 piezas por embalaje. El peso total del producto por embalaje corrugado es: 380 g de cada cilindro por 24 piezas, el resultado es de 9,120 gramos ó 9.12 kilogramos. Este dato significa que si se desea mover en conjunto ese producto la superficie que lo sostenga deberá soportar ese peso.

De la información de la tabla de rangos de resistencia que debe soportar la lámina de corrugado sencillo se determina que debe fabricarse en 7/9 Kg/cm² de resistencia y el embalaje corrugado sea del tipo estándar. El tipo de flauta es del tipo "C" para corrugado sencillo.

Determinado el acomodo de los cilindros, se multiplica el diámetro exterior de las piezas por la fila de 6 para obtener el largo total: 8.5 cm por 6 piezas = 51 cm; se multiplica el diámetro exterior de las piezas por la fila de 4 para obtener el ancho total: de 8.5 cm por 4 piezas = 34 cm y se multiplica el alto exterior del producto por la altura de 2 piezas para obtener la altura total: 8.2 cm por 2 camas = 16.4 cm.

El producto debe conservar su apariencia y no debe presentar golpes entre sí, por lo que se coloca un interior del tipo: separador corrugado entre las camas del producto, como el embalaje corrugado es suficiente protegerlo se corruga en la mínima resistencia llamada sin garantía, cuyo espesor es de 0.5 cm.

Con los datos obtenidos, se determina que las dimensiones exteriores, serán las dimensiones interiores de la caja corrugada, como se ven registradas en la Figura 42:

Largo = 51 cm Ancho = 34 cm Alto = 16.4 cm + 0.5 cm = 16.9 cm.

Peso = 9.12 Kg.

De la Tabla 25 se toma la formula para conocer el área de una caja tipo estándar que es: $(2 \times (L+A)) \times (H+A)$:

Sustituyendo valores:

$$(2 \times (51+34)) \times (16.9+34) = (2 \times (85)) \times (50.9) = 8,653 \text{ cm}^2.$$

Desarrollo en medidas de una caja corrugada estándar

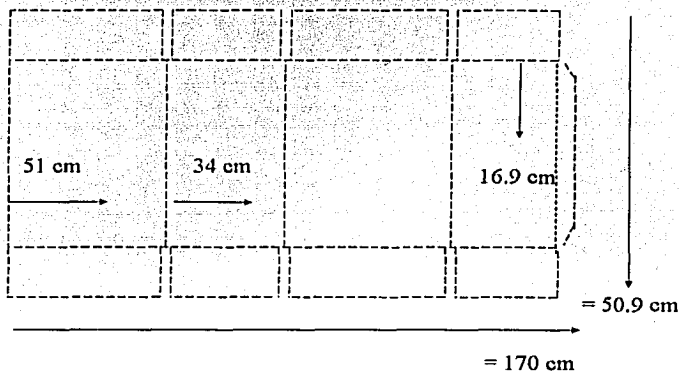


Figura 42 Ejemplo de desarrollo en medidas de una caja de cartón corrugado tipo estándar.

Para comprobar que las dimensiones obtenidas corresponden a la figura geométrica del rectángulo se sabe que:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La fórmula del área de un rectángulo es: $(L \times H)$ y si sumamos las medidas totales del largo y la altura se tiene: $170 \times 50.9 = 8,653 \text{ cm}^2$.

La dimensión de la lámina es de $170 \text{ cm} \times 50.9 \text{ cm} = 8,653 \text{ cm}^2$

Del desarrollo del embalaje corrugado obtenido en este ejemplo, se elabora la muestra física y de ser aprobada el plano de fabricación.

3.4 Resistencia del embalaje de cartón corrugado

La resistencia de un embalaje corrugado se determina en función de la capacidad soporte del producto a empacar, tenga o no envase primario y lo dividiremos en:

Autosostenible.- Si puede soportar en estiba varias veces su propio peso sin sufrir deterioro como deformaciones, aplastamiento, reventamiento, fracturas. Las funciones técnicas del empaque son: agrupar, apilar y brindar estabilidad a la carga apilada.

No autosostenible.- En donde el empaque solo debe soportar cualquier esfuerzo que se presente y por consiguiente es necesario fortalecer las propiedades del empaque. Como productos agrícolas, granos, entre otros

Semi autosostenible.- Cuando el producto no tiene la suficiente resistencia para soportar la totalidad de la carga de estiba y requiere la evaluación de los límites de deformación que el producto admita sin perjudicar su comercialización. Como cajas con leche, con jugos, alambres, jarabes, por mencionar algunos.

3.4.1 Resistencia a la estiba

La resistencia y estiba.- son propiedades intrínsecas del empaque, ya que tiene que resistir agresiones mecánicas y de la carga creada por la sobreposición de los empaques, estas propiedades son inseparables.

Los empaques presentan esfuerzos dinámicos y estáticos, sea durante el movimiento que se ejerce sobre el empaque al desplazarse de un sitio a otro, como cuando esta almacenado y la fuerza del empaque superior va ejerciendo presión sobre los de abajo.

3.4.2 Resistencias crítica

Como la resistencia del corrugado tiene su origen en las materias primas, pueden afectar la resistencia del empaque se debe analizar que:

La resistencia de las fibras individuales utilizadas en la fabricación del *liner* y del *médium* hayan pasado las pruebas de calidad en el proceso de fabricación del papel.

Para comprobar las causas de pérdida de compresión se debe de verificar:

- La pobre formación de flautas
- Calibre Inconsistente de estas.
- Pobre pegado entre *liner* y *médium*
- La falta de resistencia del anclaje del adhesivo
- Combinación de los procesos
- Exceso de aplastamiento en impresión y acabado
- Profundidad inadecuada en escores y ranuras
- Descuadre de las láminas al fabricarse
- Almacenamiento y paletizado inapropiado
- Resguardo en áreas húmedas o con temperaturas extremas
- Rotación inadecuada de inventarios

Los factores que afectan la compresión de las cajas con productos:

Choques o golpes.- que inciden durante el manejo y almacenamiento, siendo causas aleatorias en cuanto a su número, intensidad y localización, provocando desgarres, perforación, absorción de energía del impacto que actúa como amortiguador.

Vibraciones.- Se producen principalmente durante el transporte. Su efecto equivale al de una sobrecarga dinámica por el aumento temporal de la carga estática aplicada que pudiera ocasionar la rotura del empaque al haber sobrepasado el límite crítico. Las sobrecargas están en función de la importancia a que tengan las vibraciones en frecuencia y amplitud.

Fatiga.- Afecta a los empaques bajo carga durante su almacenaje, aún si es poca la carga, las cajas pueden terminar por colapsarse si la duración del almacenamiento es suficientemente prolongada, aunque la fuerza de compresión sea netamente inferior a la resistencia nominal. El efecto visible es una deformación lenta, progresiva e irreversible del empaque.

Condiciones climáticas.- El cartón corrugado sin tratamiento, es "Higroscópico" y por tanto sensible a la humedad. La absorción o pérdida de humedad esta en función de las condiciones de humedad relativa de la atmósfera, por ejemplo un cartón seco puesto en ambiente húmedo la absorbe, puesto en un ambiente seco la pierde.

Sistema de manejo de cajas antes de la estiba pueden ser: Manual, mecanizado y en conjunto o por grupos.

Se sugiere considerar sistemas de estiba cuando el embalaje tenga los productos uniformes, es decir que las esquinas de los embalajes cumplan su función de resistencia con:

- Estibas verticales o en columna
- Cruzado o interblock
- Estiba alineada

3.5 Impresión

La impresión es un texto o imagen reproducida en color por un medio mecánico, sobre cualquier superficie el que previamente se ha grabado en moldes (en general), mediante la presión o contacto.

Puede ser:

Directa.- Cuando el molde imprime directamente la superficie de impresión.

Indirecta.- Cuando el molde imprime sobre otra superficie y de esta al objetivo.

Los sistemas de impresión son:

Prensa plana (Gutemberg).- Sistema en el cual se entinta una superficie al revés, se le pone un papel encima y se le aplica una gran presión. Las prensas solo imprimen tintas con igual densidad, varia el tamaño y el tono.

Serigrafía.- Este tipo de reproducción consiste de un bastidor, en el cual se monta un tamiz (cedazo rodeado de un marco de madera), se deposita tinta en el mismo para que pase por las partes que le corresponde a la imagen imprimiendo el papel que está situado por debajo. Este sistema es lento porque el secado de las hojas es prolongado.

Rotograbado o Huecograbado.- Aquí el proceso consiste en fotografiar el original y obtener un negativo (que es una imagen en donde los valores aparecen invertidos, es decir, lo que normalmente es negro sobre blanco aparece blanco

sobre negro) y de este por contacto, un positivo sobre película; se retoca el positivo y se monta en una hoja de acetato de celofán. Entonces se insola, es decir, se pasa el montaje a papel carbón sensibilizado, y de éste se pasa finalmente a un cilindro pulimentado de cobre; se graban en el cilindro huecos más o menos pequeños dependiendo de la zona de la imagen donde sea clara mas y menos en oscura (o viceversa dependiendo del la imagen o texto deseado). Procedimiento fotomecánico para obtener grabados en hueco sobre cilindros de cobre para reproducirlo en máquina rotativa.

Offset.- Unico medio indirecto de impresión proveniente de la Litografía, la cual consiste de una lámina "Original" que se puede enrollar en un rodillo. No es un grabado en un dibujo que por procesos foto/químicos se transporta a la lámina. La máquina tiene dos zonas: Una receptora de tinta y otra de agua (agua y aceite no se mezclan). Lo más importante de este método es la lámina, cuya calidad depende en sí misma por ser su original; es su negativo y es la que se traslada al rodillo, por lo tanto, se debe cuidar. Procedimiento de impresión en el cual la plancha entintada imprime un cilindro de caucho que traslada la impresión al papel.

Flexografía.- Es el proceso reciente para la impresión de medios tonos y líneas. La imagen se imprime en relieves, para que al impregnarse la tinta se desplace de mayor a menor concentración lo que da contraste y figura al diseño. Consta de 4 cilindros: Uno de Caucho, que gira constantemente, haciendo contacto con la tinta, transfiriendo esta a otro rodillo Anilox de acero o cerámica, un cilindro Plancha y un cilindro de Impresión.

Cada máquina tiene comportamientos técnicos donde las variaciones de registro, capacidad, dimensiones de impresión, paso de impresión, elementos mecánicos, semiautomáticos, automáticos, electrónicos, que convienen a los parámetros de impresión.

El embalaje corrugado puede optar por las siguientes facetas de impresión:

Post-Impresión.- La lámina de la forma de la caja se recibe abierta para que reciba la impresión en toda la superficie exterior. La máquina se prepara colocando en un cilindro el grabado o los grabados dependiendo del número de colores. El montaje en los cilindros del(los) grabado(s), considera variaciones por giro de cilindro en función de las dimensiones de la lámina, el paso para cada una y su peso (este último por la fricción), aún así existen diferencia en registros que van de 3 mm a 8 mm. No existe un acoplamiento automático de registro disponible, por lo que a veces existe una diferencia en calidad, en impresiones, restricciones en color a imprimir. En cuanto a la afectación de la resistencia de la caja, se puede ver reducida en un rango de 5% a 35% debido a la presión que se causa a las flautas (aproximadamente 0.3mm), que para compensarlo la lámina del corrugado tiene que ser más pesada para posteriormente ser impresa.

Los grabados de impresión actualmente varía su costo de \$ 0.25 a \$ 0.70 el cm² del material. Los papeles a utilizar pueden ser de altos calibres y de mayores precios. El consumo de colores(tintas) es mayor debido a las crestas y valles de la lámina.

Pre-impresión.- Los rollos de papel se imprimen antes de que lleguen a la corrugadora, en este proceso se le puede aplicar barniz al papel, debido a la mínima oposición de contacto del papel la variación en los registros es de ± 1 mm, el rollo de papel pasa por la impresión embobinandose en el otro extremo, de ahí que el registro e impresión en la aplicación de tintas y sombreados tengan claridad de definición. La resistencia de la caja no se afecta, pero el alto costo de los cilindro aumenta el costo del proceso, existe menor consumo de tintas por ser una superficie lisa, se pueden utilizar tintas de secado rápido (infrarrojo), para permitir la operación de la máquina a altas velocidades. La relación de tiempos y movimientos que requiere este proceso eleva el costo del empaque, sin embargo, hay casos donde la relación del costo contra el producto es justificada.

3.5.1 Datos de impresión

En el lenguaje coloquial de la industria cartonera, los dados de impresión reciben varios nombres: dados, grabados, clichés, vulcanizado, *cyrell*, entre otros, los cuales parten del diseño gráfico que se imprimirá en el empaque. En esta industria generalmente los empaques se imprimen a dos colores, por lo que se fabrica un grabado por color (en caso de más colores, uno por cada uno) si el empaque por las características del diseño requiere de precisión, repetición, contornos definidos, puede combinarse en la impresora grabados fabricados con diferentes materiales. En general los grabados se agrupan en:

- **Hule.-** Con un original mecánico o la muestra se impresión, el grabador hace un dibujo en papel albanene; posteriormente calca el dibujo sobre una plancha de hule y finalmente con una cuchilla hace manualmente el corte, las dimensiones máximas de estos grabados son de 100 X 70 cm. Su uso está dirigido principalmente para tiros pequeños, no repetitivos y cuando no se requiere calidad óptima de impresión, ya que sufre deformación con la presión que ejerce la máquina al imprimir. Estos defectos se hacen más notorios en bajas resistencias. Su dureza se mide en grados "shore a" y va de 28°-33°. Los materiales como el hule presentan características de suavidad y dureza que van desde el estado gelatinoso hasta la rigidez cercana a los metales, se miden con un durómetro y sus grados en "shore a".
- **Vulcanizado.-** El proceso es parecido al del hule normal pero más lento, es usado en sellos de garantía, textos y diseños en donde requiere mayor nitidez por ser un material que sufre deformación con la presión en el momento de imprimir. Su precio es mayor al del hule normal y su demanda se ha visto

significativamente disminuida por la entrada de fotopolímeros, sus dimensiones máximas son de 40 X 40 cm. Su calibre es de 0.250" (0.635 cm) y la dureza de 35°-45°.

- Fotopolímeros.- Aún cuando se dispone de *cyrell* y *flexlith*, este último no ha sido promocionado en México, por lo que *cyrell* cuenta ya con varios procesadores que abastecen una creciente demanda. Este tipo de grabado para impresión se hace sobre una resina plástica utilizando el negativo de una fotografía en blanco y negro. Aún cuando su costo es superior al de los otros materiales, se obtiene una óptima calidad de impresión al no sufrir deformaciones y permitir una absoluta nitidez aún en detalles tan delicados como son el código de barras, textos pequeños, serie de números, etc. Adicionalmente a la calidad obtenida en impresión, su duración puede triplicar a los anteriores si se dan los cuidados necesarios, tanto en la impresora como en su almacenaje. El calibre debe ser de 0.25" (0.635 cm) con una dureza de 35°-40°.

En todos los casos, el montaje de los grabados se hace sobre una Mylar que permite simplificar el anclado en máquina y sus posteriores usos.

Las partes de un grabado son relieve y piso, el primero contiene el área grabada y el segundo sirve como base para el área del grabado, generalmente el calibre de cada uno es de 0.0125", como se en forma lateral en la Figura 43.

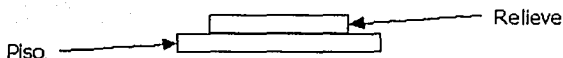


Figura 43 Esquema lateral del grabado.

En ambos casos puede disminuirse el calibre aproximadamente de 0.075" (0.19 cm) de espesor para el relieve y de 0.0110" (0.028 cm) de espesor final para la base, cuando se están manejando los fotopolímeros, y dentro del límite que no impida obtener una buena calidad de impresión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.6 Suajado o troquelado

Los suajes son los "moldes" que según el diseño, proporcionan la conformación o el mapa que indica la colocación de las piezas que cortan y marcan una lámina corrugada para el embalaje requerido.

Se ha observado que la maquinaria de la industria corrugadora, marca y/o corta en línea recta, pero algunos embalajes requieren círculos de respiración, espacios para tomar el empaque introduciendo las manos para sujetarlo, en fin, porque el proceso de armado que introduce el producto es automático, evitando los interiores que incrementarán los costos del producto, así que los suajes forman parte importante en los procesos del embalaje.

Se elabora un original mecánico, es decir un plano exacto de los cortes y formas del empaque, que son trazados en una madera maple o abedul de 18 mm de espesor, y se ranuran líneas en la madera. En las ranuras se colocan piezas lisas de 0.850" (2.16 cm) de altura para marcar el doblado y piezas dentadas de corte de 0.937" (2.38 cm) de altura, siendo necesaria la colocación de tres tipos de hule: Uno para eliminar o botar los cortes o sobrantes, otro para separar el cartón del suaje y otro para el trim de ranuras, todos ellos se diferencian por su altura y dureza.

3.6.1 Tipos de suajado

Suaje Plano.- Es utilizado en una plancha plana que recibe la lámina y a través de un cilindro de presión hace que la lámina tome la forma del corte de las piezas. Sus principales ventajas son la exactitud de registro y la limpieza de corte; sus desventajas es que hay que tener la lámina impresa, no desarrolla altas velocidades, es de operación manual lo que resulta peligrosa, tiene limitaciones en dimensiones de empaques.

Suaje Curvo.- El suaje se fabrica en madera curva, en el original mecánico o el plano ya se consideran los grados de inclinación de la madera al asentar las piezas. Se monta sobre el cilindro de la impresora, la alimentación de la lámina puede ser automática. Sus principales ventajas son que la suajadora puede formar parte de una máquina impresora de hasta tres colores lo que hace posible eliminar un proceso del empaque abaratando el tiempo de fabricación, tiene velocidad para alta producción, por medio de candados puede separar cajas o interiores de pequeñas dimensiones y altos volúmenes, en algunos casos puede salir como producto terminado acoplado a una máquina contadora y flejadora para destinarse a embarques.

3.7 Grapado y/o pegado

De acuerdo al diseño del embalaje, las láminas después de recorrer los procesos anteriores pueden requerir que la ceja sea grapada o pegada para dar forma final al empaque. Las opciones se basan en el contenido del producto, es decir, en caso de empaquetar productos que al introducirse puedan ser rasgados con la viruta o perfil de la grapa, o por el tamaño del empaque se opta por el pegado, si existen fuerzas de presión laterales porque la estabilidad del empaque esta en función de su contenido se grapa, en general la mayoría de los empaques pasan por el proceso de grapado.

A estas máquinas se le acopla un sistema de rodillos para contabilizar los empaques y formar atados de fácil maniobra, para conducirlos al área de embarques.

Se recomienda que el comportamiento de los atados en almacenaje observe los siguientes aspectos:

- No separar las cajas de sus atados o paquetes, sino hasta usarlos
- Empalmar alternadamente los atados para tener mejor estabilidad.
- No elevar las estibas de los atados, para evitar que los atados superiores puedan deslizarse, provocando la caída de los demás.
- La estiba debe iniciarse en lugares planos
- En las tarimas debe colocarse una hoja de papel antes de colocar los empaques y debe completarse la cubierta superior para que la distribución del peso sea correcta y los atados no sobresalgan de la misma.
- En el manejo de los atados debe evitar aventarlos, pararse, sentarse, usarlo de escalón, colocar objetos pesados, pararlos.
- No deben colocarse en lugares húmedos o con cambios de temperatura, al intemperie, en áreas donde las puertas que se abran frecuentemente o donde el agua pueda alcanzarlos, (la materia prima del cartón es la madera, y absorbe humedad), así como del calor.
- Rotar las cajas en función de primeras entradas, primeras salidas.

3.8 Pruebas de laboratorio

Estas pruebas se realizan tanto en el momento de fabricarse, como posteriormente en el laboratorio para efectos estadísticos del trabajo de las máquinas, la calidad en la materia prima y el proceso operativo.

Dimensiones: Largo, ancho, alto, ceja.

Peso: Por suma de los papeles empleados por m^2 y por su valor específico

Calibre.- Grado de aplastamiento. Figura 44 y Figura 45.



Figura 44 Prueba de aplastamiento



Figura 45 Comprobación de altura de las flautas

Escores.- Grado de presión que facilite los doblados sin reventamiento de los papeles.

Ranurado.- Excesivo o Insuficiente afectando armado, presentación y resistencia.

Pegado.- Tanto de lámina corrugadora, como de cejas. Las fallas generalmente son por exceso de humedad o viscosidad del adhesivo.

Grapado.- Verificación visual que este cerrada la grapa.

Combado.- Producto de mala operación en corrugadora generalmente por exceso de humedad en pegamento o papel. Máximo aceptable es de $\frac{1}{4}$ " (0.635 cm) por pie lineal. Figura 46.



Figura 46 Deformación máxima de la lámina en 1 pulgada

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Desorillado.- Causado en corrugadora por mala alineación de los rollos de papel, cuando el *liner* no cubre una parte de las flautas.

Impresión.- Contenido y localización de acuerdo al plano maestro.

Tintas.- Orden o distribución, color y tonos.

Armado.- Verificar que no presente falla como descuadre, falta de presión en escores, ranurado, cortes incompletos, etc.

Resistencia a la compresión.- Probar que la fuerza de compresión o estiba sea correcta de acuerdo a la especificación del producto terminado.

Flat Crush.- Cortadora circular y compresómetro para muestras de 5" (12.7 cm) de diámetro para determinar la calidad en la formación de las flautas y su resistencia al aplastamiento. Figura 47. Se relaciona con *Concora medium test* (CMT).

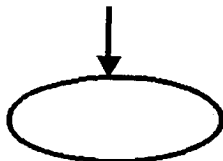


Figura 47 Prueba Flat Crush Test

Ring Crush.- Prueba relacionada con *Edge Crush Test* (ETC) para determinar la resistencia de la caja a la compresión a partir de la combinación de los papeles, muy útil para controlar el proceso de manufactura y medir la calidad del producto terminado. La compresión de la columna puede ser estimada por la suma de las resistencias al Ring Crush del *Liner* y el *Medium*, lo que significa una valiosa ayuda para el fabricante de empaques de cartón. Las muestras se cortan en 0.5" (1.27 cm) de ancho por 6.0" (15.24 cm) de largo, la dimensión larga es perpendicular a la dirección del cartón MD y paralela a la prueba en dirección contraria CD, deben probarse un mínimo de 10 muestras en cada dirección. Comprobando que los papeles que forman la lámina fue aprobada, la combinación de estas pruebas, da el parámetro para medir la resistencia a la compresión, Figura 48:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

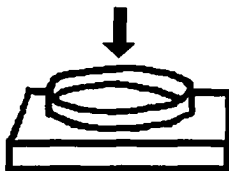


Figura 48 Prueba Ring Crush Test de papeles

Los papeles: *Liner + Mediu + Liner* = Cartón corrugado = Producto Terminado

La prueba: *Ring Crush + CFC + Ring Crush* = *Edge Crush Test* = Resistencia a la compresión. Figura 49.



Figura 49 Prueba de compresión a la columna de flautas.

La prueba de columna corta (ECT) o de *McKee* como nueva alternativa para cajas de compresión.- Este método describe un procedimiento para determinar la resistencia de la columna a la compresión, paralela a las flautas de una columna corta de corrugado sencillo o doble, en unidades la fuerza aplicada en el largo de la muestra (Kg/cm). Figura 50.

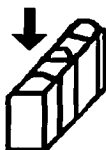
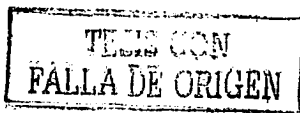


Figura 50 Prueba Edge Crush Test



Formula de *McKee*.- Esta fórmula se aplica en la industria del corrugado, sin embargo, no existen antecedentes de la misma y se ocupa para calcular la estimación de la compresión en sentido del empaque de la tapa (o superficie superior) al fondo (o superficie inferior) de una caja estándar ranurado (CRR), basada en el *Edge Crush Test*.

$$C = 5.874 * ECT * \sqrt{H * Z}$$

Donde: C = Resistencia a la compresión (Kgr)

5.874 = Factor Fijo (coeficiente de proporcionalidad)

ECT = Suma de la contribución de cada uno de los papeles (Kg/cm)

H = Calibre del cartón combinado en pulgadas o centímetros.

Z = Perímetro de la caja en pulgadas o centímetros (medidas exteriores de la caja, sumar 2 largos + 2 anchos).

Ajuste : Al resultado final, restarle un 10% por la pérdida de compresión causada por el aplastamiento de la lámina durante el proceso de conversión. Figura 51.

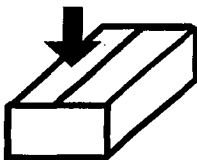


Figura 51 Prueba física de compresión.

La vibración del ondulado permite conocer la permanencia del la forma de las ondas para comprobar que la memoria del material a regresar a su forma plana no se presente, en caídas o transportación. Se mide en hertz. Figura 52.

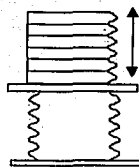


Figura 52 Prueba de vibración del ondulado.

Mullen: Es la prueba que se ejerce en el cartón corrugado a la explosión, aunque esta prueba esta siendo descartada por las pruebas de resistencia que aportan más elementos de calidad, el aparato es el que registra la explosión del cartón corrugado a la explosión. Figura 53.

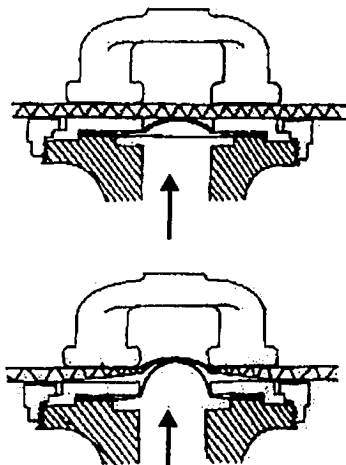


Figura 53 Prueba de Mullen al cartón corrugado.

CAPÍTULO IV
EMBALAJES DE CARTÓN CORRUGADO
ESPECIALES

4 Embalajes de cartón corrugado especiales.

En este tema separamos los casos especiales de los embalajes de cartón corrugado donde el diseño del embalaje debe de investigar otros factores que influyan en el mismo, donde las empresas o industrias no justifican en costo, un embalaje para cada producto. El destino del embalaje, por ejemplo, si es de exhibición con el producto. El comportamiento del embalaje en relación con el medio donde se ubica el producto y la frecuencia del ciclo de desplazamiento. La seguridad y protección de algunos productos hacia el interior del embalaje. Las aplicaciones del micro corrugado como parte del uso de nuevas presentaciones y atribuciones de este producto.

4.1 Antecedentes

Las diversas necesidades creadas por la distribución y fabricación de productos, la oferta y la demanda, el impacto publicitario, la moda, los nichos de mercado, las distancias para desplazar los productos, los intercambios comerciales, entre otros factores, influyen en la satisfacción y consumo de un sin número de productos, desde los de primera necesidad hasta los productos de alto poder adquisitivo.

La dinámica de los productos tiene que relacionarse con la adecuación del desplazamiento y la presentación, para la aceptación y consumo, así como asegurar que los productos conserven sus cualidades iniciales al ser recibidos por el consumidor final.

Los intercambios comerciales motivan a desarrollar estrategias de mercado, impulsando sus productos en el ámbito nacional e internacional, buscando a través de los análisis de costo de materias primas, mano de obra, transformación, etc., nuevos productos, mejores diseños, con calidad y precio adecuado al producto.

Se invierte en el desarrollo de nuevos productos, versatilidad y presentación o brindando a los productos establecidos nuevas presentaciones y/o enfoques para el desplazamiento de los mismos, a través de la publicidad, investigación de mercado, opciones financieras, servicio posventa, entre otros.

Las opciones de crecimiento y desplazamiento generan gastos financieros que repercuten en el producto, integrando estos factores a los costos de los mismos.

Los retos de las empresas que producen o distribuyen una diversa gama de productos, buscan la reducción en los costos de operación para optimizar los costos financieros y sean empresas saludables.

El manejo de diversos productos esta influenciada por la demanda de temporada, la novedad, la mercadotecnia, la rotación de inventario, la velocidad de respuesta de colocar los productos en los puntos de venta o con el distribuidor de los mismos, los cambios de un producto líder contra los que no lo presentaban, el tiempo de vida en artículos perecederos, hace que el abastecimiento de materiales para la fabricación, transformación y entrega de los productos sea por demás complejo, el control de las entregas ejerce una presión sobre esta área, y su principal preocupación es el abastecimiento oportuno de todos los materiales.

Sin embargo, los embalajes corrugados tiene sus propias características de producción, es decir, cada diseño requiere una cantidad de piezas para justificar su fabricación, lo que lleva a incrementar los inventarios de las empresas, a destinar espacios para el almacenamiento, según los productos que lo requieran.

El área que se ocupa de abastecer de materiales a los diversos puntos de operación de la empresa, controla una gran cantidad de componentes que integran sus productos y adicionalmente debe de invertir espacio y tiempo en identificar los embalajes requeridos para cada producto.

Las empresas con estas características, llegan con el tiempo, a tener altos niveles de inventario en corrugado que no desplazan dejando dinero invertido en este rubro.

El corrugado almacenado por periodos largos provoca un mal manejo al embalaje, deteriorando su importancia y cuidados, se le cambia al requerir espacio de almacenamiento para la colocación de otros productos, se le colocan otros productos encima, se estiba sin precaución, se le coloca en lugares donde el clima o los cambios de temperatura lo afecta, modificando y deteriorando sus características de diseño, y al requerirlo ya no cumple la función de protección e imagen para el producto.

Los costos de almacenaje de productos de baja rotación afecta financieramente la liquidez de cualquier empresa, los embalajes corrugados que han sufrido las alteraciones anteriores provocan riesgo al producto porque minimiza la protección e imagen del mismo, ya que no cumple las condiciones de seguridad.

Además, al utilizar los embalajes en esas condiciones provoca que lo guarden en dos corrugados, que la cinta no se adhiera y requiera una mayor cantidad, incrementa la mano de obra y el tiempo de operación del embalaje, que al transportarlo no guarde al producto en las condiciones esperadas y hace necesario el reempacamiento y/o devolución del mismo, perdiendo el producto en algunos casos. En suma, gastos adicionales para la empresa.

Las empresas tienen varios rubros que satisfacer para optimizar y reducir sus costos de operación partiendo de los porcentajes con mayor participación a los de menor participación, causando que el impacto de los costos del embalaje corrugado sea de los últimos en analizar y resolver.

Otro aspecto es que los mínimos de fabricación de piezas de embalaje corrugado a los productos de menor rotación provocan un mayor costo de participación por el tiempo de almacenaje y recuperación de la inversión.

Otro aspecto es el comportamiento del producto que se desplaza, como la humedad que genera el mismo al guardarlo en el embalaje corrugado, y las necesidades externas de cuidado, como la refrigeración, la pérdida de resistencia de los embalajes cuando se le aprovecha como exposición de producto al separar parte del corrugado, para exhibición el producto.

Estos antecedentes demuestran la capacidad de mostrar la versatilidad de la industria del cartón corrugado para resolverlo, a través del análisis de la problemática según el caso.

4.2 Embalajes para productos con variedad de formas.

Los productos multiformes son aquellos que se producen, abiertos a la forma, al peso, costo, geometría, cantidad, porque así se definen.

Son amplias las ventajas para las empresas o fabricantes de estos productos, por la conservación en cierto nicho de mercado, la variedad, el material, el color, el tamaño, etc., la toma de decisiones para ampliar o suspender alguno, entre otros.

El diseño de un embalaje de cartón corrugado para cada producto no es lo adecuado, por lo que analizar la gama de productos que maneje la empresa a través de un listado que especifique las características de cada producto, los mínimos y máximos de fabricación y de inventario, para lograr obtener la combinación de embalajes mínimos para la empresa.

Se separan los productos de mayor valor que requieren protección y seguridad especial contra robo, fragilidad, dispesperción, etc.

Se buscan los productos de mayor rotación hacia los productos de menor rotación para considerar los productos líder.

Se listan los productos por sus medidas tridimensionales en centímetros, largo, ancho y alto; así como su peso en gramos.

Se procede a agrupar la gama de productos en lotes de acuerdo a las cualidades que compartan con otros productos considerando que los productos líder

encabecen cada lote, se pueden incluir varios productos líder para minimizar los grupos a ordenar, así como incluir más de un producto en el mismo embalaje porque se puede proteger uno contra otro con interiores corrugados.

El resultado debe ser una propuesta de diseño, donde la cantidad de embalajes de cartón corrugado represente una inversión mínima, acorde con la rotación de inventario, a la cual se le dará seguimiento durante el transcurso de un periodo estimado por el cliente y el fabricante de tal forma que aún con el análisis pueda concluirse en minimizar el embalaje de baja rotación o modificar algún diseño o confirmarse.

4.3 Embalaje de exhibición

La expedición de productos en embalajes de cartón corrugado solo se había preocupado por la estructura del embalaje, que resista a la estiba, conserve al producto, etc., ya que nadie lo ve porque se encuentra en bodegas, almacenes, lugares oscuros, donde solo es parte de inventarios, traslados, etc., que no merece mejorar su apariencia.

Hoy, las necesidades y los cambios mercadológicos han revolucionado la creatividad de los diseñadores, rompiendo la imagen tradicional del embalaje a partir de la creación de espacios para adquirir productos a precio de mayoreo, comprándolos en cantidades predeterminadas. El producto se exhibe en su embalaje de cartón corrugado de origen, conjuntando el diseño y la apariencia con el producto, logrando el impacto para el desplazamiento del mismo.

Los muebles exhibidores requieren un embalaje de cartón corrugado que permita desprender alguna parte para que el producto este disponible en el punto de venta, para lograrlo, al embalaje se le marcan líneas punteadas lo que afecta la resistencia a la compresión en un $\pm 40\%$. Así mismo, el tiempo que el embalaje permanezca en el mueble exhibidor provoca otras variables que afecta la resistencia del embalaje. Esto se aplica en el diseño estructural para evitar el deterioro del embalaje por esas condiciones, por ejemplo, introduciendo interiores que refuercen el embalaje exterior.

El diseño del embalaje cambia su imagen, comunicando las bondades del producto, informando gráficamente o con ventanas el contenido, la procedencia, tamaño, tipo, maduración, fecha de caducidad en su caso, aprovechando la disposición de la maquinaria del equipo periférico al imprimir en más de dos colores o selección de color cuidando el efecto de resistencia a la estiba, o bien, adherir etiquetas vistosas al exterior, de esta manera el embalaje cambia de contenedor de productos en exhibidor en el punto de venta.

En relación con la impresión especial, permite obtener una mayor variedad de colores (tono, intensidad, valor) mediante la selección de color apoyado por el

diseño del cliché por puntos y es usado en las impresiones con mayores detalles que no son posibles de realizar en forma manual. Este proceso puede ser por medio de la pre-impresión y corrugar, ser un proceso continuo que se realice dentro de una misma máquina o el proceso por máquinas.

4.4 Cambio de embalaje de cartón corrugado normal a suaje

Las altas exigencias respecto al embalaje de productos, en relación con la conservación y la presentación de ellos, ya sean por requerimientos técnicos, legales o económicos, los obliga a buscar las mejores alternativas en la confección de sus cajas de cartón corrugado. En este proceso, el embalaje de cartón corrugado normal puede ser transformado en un embalaje suajado.

Al considerar suajar un embalaje de cartón corrugado, comúnmente se los relaciona sólo a una buena ventilación que pueden brindar al contenido. Sin embargo, el suaje incide directamente en la facilidad de armado, los cierres de la caja, la estiba y la resistencia de la caja. El suajado proporciona la exactitud y limpieza de corte, por las siguientes razones:

1.- La precisión de pleca.- Asegura que cada parte y punto de unión del embalaje tales como, tapas, pestañas de inserción, fondos, encajen perfectamente durante el armado y se mantenga inmóvil aunque este sometido a peso o a manipulación, respondiendo a la resistencia requerida. Cuando las partes no encajan perfectamente, además de invertir mayor tiempo en el proceso de armado, poco a poco van perdiendo su forma y por lo tanto su resistencia. En cuanto a productos que se integran al embalaje o el cierre de este es por máquinas automáticas, esto representa inconvenientes para el armado de los embalajes.

2.- La limpieza de corte: Asegura un embalaje limpio de merma facilitando su armado y manipulación.

3.- Precisión del suaje.- Logra uniformidad y permite controlar la velocidad a lo largo del proceso de fabricación.

4.- Capacidad de respuesta.- El ajuste en las máquinas se efectúan con mayor rapidez, se reduce el tiempo de inicio y se mejora el tiempo de entrega.

4.5 Comportamiento de papeles vírgenes contra reciclados

A pesar del gramaje de los papeles en la resistencia de las cajas, las propiedades mecánicas del mismo también tienen una alta injerencia. De este modo, dos cajas fabricadas con distintos papeles constitutivos pueden tener el mismo

gramaje, pero no la misma resistencia. La utilización de papeles vírgenes o reciclados en las pruebas de *flat crush test* (FCT), presentan dos tipos de cartones iguales en gramaje y espesor pero diferencias de resistencia a la estiba, como se muestra en la Tabla 26.

Embalajes corrugados en relación con su materia prima					
Tipos de papeles	Gramajes de papeles			Prueba de resistencia	
	Papel exterior	Papel ondulado	Papel interior	Prueba FCT	
	g/m ²	g/m ²	g/m ²	mínimo	Normal
Papel reciclado	127	110	127	18	22
Papel virgen	126	110	126	21	24

Tabla 26 Prueba comparativa con papeles reciclados y vírgenes.

El primer cartón está fabricado con papel reciclado y el segundo con fibra virgen. Ambos papeles tienen el mismo gramaje y espesor. Sin embargo, el segundo tiene 10% más de resistencia que el primero, producto de la mayor rigidez que le brindan las fibras largas.

En el ciclo intermedio, es decir 1 ciclo por día, se produce un cambio de humedad de 5.5 puntos porcentuales (entre 9.8% a 15.3%).

Por último, el ciclo más lento produjo el mayor ciclo de humedad: 7.0 puntos porcentuales (entre 9.1% y 16.1%).

En resumen, mientras mayor fue el cambio en el contenido de humedad, más corta fue la duración de la caja.

Otra causa importante del debilitamiento de cajas sometidas a variaciones del medio ambiente es la expansión y contracción de la caja bajo carga estática, debido a la absorción y liberación de humedad.

Si la caja no se puede expandir a causa de la carga estática, se producen fuerzas internas que debilitan las uniones entre las fibras de los componentes del papel y las uniones entre las fibras y adhesivos. Esto explica la falla de una caja antes de lo debido. Otras experiencias indican que los cambios de humedad tienen una

mayor influencia sobre el comportamiento de las cajas que la de un cambio en la temperatura.

4.6 Embalaje de cartón corrugado para frutas frescas

Las frutas frescas requieren circulación de aire para retardar su maduración al punto de venta. Su traslado del campo para arribar a los centros de distribución requiere de embalajes suajados para lograr la conservación de las frutas.

Los embalajes suajados pueden ser de una pieza suajada que se arma antes de colocar la fruta y tiene orificios superiores y en los costados para permitir una buena conducción del aire superior a los lados del embalaje. O puede ser de dos piezas donde la tapa es separada para proporcionar a la fruta la holgura a la altura. Esta presentación también es suajada las perforaciones de la tapa coinciden adecuadamente con caja inferior para permitir la ventilación superior a los costados.

Algunas frutas se recolectan antes de tiempo, lo que requiere que el embalaje sea parte de la maduración de la fruta, como el caso del plátano, lo que un inventario de embalajes con orificios y sin ellos provocaría altos costos de inventario, y se soluciona alineando los orificios hacia un extremo del largo y de la tapa para que al cambiar la tapa cierre los orificios de ventilación y así poder asegurar inventarios mínimos, con respuestas a las necesidades de los agricultores adecuadas en costos.

4.7 Embalajes de cartón corrugado con aplicación de resinas.

Así como las frutas frescas, existen un sin número de productos que requieren de esta presentación, pero la humedad del producto afecta en forma importante las condiciones del papel por lo que se opta por impregnar los papeles interiores de resinas llamados también polímeros o ceras, lo que permite al producto evaporar la humedad sin afectar al embalaje y respirar adecuadamente. Estas condiciones son evaluadas en función del destino de la mercancía y a las condiciones en que debe transportarse, ya que de requerir alguna forma de conservación, como refrigeración, puede aplicarse los polímeros o ceras en los dos *liners*.

Se ocupan tres tipos de recubrimientos: Barnices, ceras o polímeros y termolaminado.

Barnices: Según el barniz que se utilice es el grado de brillo que se obtiene. Los tipos disponibles son laca, acrílico y de sobreimpresión. Los barnices que se aplican son aditivos o compuestos destinados a mejorar su presentación final y

otorgar características adicionales como resistencia, impermeabilidad, antigrasa, antiroce etc.

Barniz de sobre impresión al aceite.- Este barniz está compuesto de resina sintética y aceites minerales. Otorga al envase un brillo bajo de un ligero tono amarillento y, bajo especificaciones especiales, una alta protección al roce.

Encerado o polímeros: El atributo principal de este recubrimiento es un alto grado de impermeabilización contra la humedad. Es una mezcla de ceras microcristalinas y otros componentes especiales que se eligen de acuerdo a sus necesidades de protección.

Este recubrimiento otorga características de plasticidad, capacidad de anclaje a la superficie, resistencia al roce, a la humedad y a líquidos. Además da una óptima presentación al impreso.

Se lo aplica fundido, como una película superficial, y se hace sólido a medida que se enfría. Se aplica en tres formas: mediante un rodillo aplicador cuando se quiere recubrir un rollo completo, mediante un proceso de cortina o por inmersión.

Este recubrimiento permite reservas simples de ceras para un posterior pegado.

Termolaminado: Su principal característica es el fuerte brillo que le otorga al micro corrugado realzando sus colores de impresión y por lo tanto la presentación final. Los recubrimientos a diferencia de los barnices, se utilizan principalmente para otorgar al envase una protección específica a factores determinados. Sin embargo, en el caso de algunos recubrimientos, cuyo acabado final es de alto brillo y calidad, la presentación juega un papel primario.

4.8 Los embalajes corrugados en relación humedad resistencia.

Los papeles con que se fabrican los embalajes de cartón corrugado poseen propiedades hidrosópicas (absorción de humedad), por lo que su resistencia va en relación inversa a la cantidad de humedad en el ambiente.

En consecuencia, la exposición del embalaje a ambientes excesivamente húmedos, genera una disminución significativa en su resistencia.

Las condiciones ambientales no son constantes. Las fluctuaciones permanentes de temperatura y humedad influyen considerablemente en el comportamiento de las cajas.

En una bodega, la caja de cartón corrugado puede estar sometida a dos tipos de fluctuaciones: las naturales y las artificiales.

Menos manejables, las fluctuaciones naturales son causadas por variaciones climáticas diarias y estacionales.

Los cambios artificiales son provocados cuando frutas, verduras o carnes son embaladas en ciertas condiciones ambientales y luego trasladadas a ambientes fríos y húmedos, favorables para su conservación pero desfavorables para la caja que las contienen.

Para entender la influencia de los ambientes sobre el comportamiento de los embalajes de cartón corrugado, es necesario considerar el ambiente constante y la frecuencia de los cambios.

El ambiente variable deteriora la fuerza del embalaje en comparación con ambientes estables.

La frecuencia de los cambios de ambientes en relación con el comportamiento del embalaje corrugado indica que a períodos más cortos se alarga la duración en comparación con los ciclos más largos. Una de las razones que explica la diferencia de duración de las cajas es el nivel de absorción de la humedad.

4.9 Micro corrugado

Aunque la flauta tipo "E" está integrada al proceso de fabricación en las máquinas corrugadoras, el contar con el rodillo corrugador para fabricarla, no fue una inversión para algunos fabricantes de corrugados sino hasta fechas recientes por los cambios en relación con los diseños y aplicaciones de este corrugado.

El micro corrugado se emplea en la fabricación de estuches, exhibidores, cajas, fajas protectoras y en general cualquier envase que necesite características de excelente presentación y resistencia. Un beneficio adicional de gran importancia es aislamiento térmico que este ondulado proporciona a los productos. Esta condición tiene especial relevancia cuando se utiliza para envasar productos como Pizzas, pollos fritos o helados. Por otra parte, su estructura, similar al cartón corrugado, le confiere una gran resistencia, rigidez e indeformabilidad al envase.

Los papeles que lo forman en su parte exterior es la cartulina, que es posible utilizar un sistema de Impresión Offset, logrando así reproducciones fotográficas de extraordinaria calidad.

De acuerdo a las características de presentación y nivel de resistencia requeridos y en función del producto a envasar, se seleccionan los papeles y recubrimientos a utilizar en la fabricación del micro corrugado. Las alternativas de papel según su destino son:

Para la cara interior:

Liner kraft: Es un papel de color café recomendable para envases que requieren de gran resistencia

Liner blanco: Es un papel de color blanco y se emplea principalmente en envases que requieren gran calidad de presentación.

Papel gris: Se utiliza principalmente en envases donde la calidad de presentación interior tiene una importancia secundaria.

Para la cara exterior:

Cartulinas: Este material se caracteriza por permitir reproducciones fotográficas de excelente presentación final.

Cartulina americana: Esta cartulina se utiliza principalmente en envases donde las exigencias de impresión son menores.

Para el ondulado:

Medium: De bajo gramaje para la óptima formación de la flauta.

4.10 Protección de seguridad al producto.

Algunos productos, que se transportan deben considerar las posibles invasiones a su interior, por lo que se combinan los interiores para centrar al producto y alejarlo de cortes, cambios climáticos, etc., en esta parte, son los interiores los que impiden llegar a afectar o modificar al producto. Generalmente la impresión debe ser lo más concisa posible para evitar atraer la atención al producto.

4.11 Embalaje para menaje de casa habitación.

La solución para el menaje de casas se ha estructurado en cajas de acuerdo al contenido genérico de los objetos de una casa tales como, productos pequeños con peso: libros, discos, despensa, carpetas, documentos, conservando la relación a mayor peso menor espacio para guardar; productos de volumen y poco peso: blancos, ropa de cama, cortinas; productos pequeños y frágiles: vasos, copas, vajillas, adornos, frascos, perfumes, porcelanas; ropa de *closet*; piezas frágiles de mediano tamaño: lámparas, candelas, platos de servicio, cristales, jarrones, etc.; cuadros, pinturas, adornos de pared; artículos eléctricos o electrónicos que estén debidamente protegidos. Logran manejar de 4 a 6 modelos de embalajes para satisfacer las necesidades de menajes, ubicando al consumidor a través de leyendas sugestivas de guarda, con textos relacionando el contenido con el lugar de destino del cambio. En general para un menaje de casa con la combinación de embalajes de cartón corrugado, asistidos por un

profesional de transporte se requiere de 30 a 50 embalajes de cartón corrugado por habitante.

4.12 Destinos de los embalajes de cartón corrugados.

En países en proceso de desarrollo los embalajes de cartón corrugado proveen el acercamiento de productos a las comunidades alejadas acercándolas con el envío de alimentos, servicios, educación, medicinas del sector salud y otros rubros de prioridad, a través del embalaje de cartón corrugado.

También es posible el abastecimiento oportuno de alimentos, servicios, medicinas y equipos a lugares como plataformas, grupos de investigación, campamentos, construcción de carreteras, minas, desarrollos turísticos, misiones religiosas, destacamentos militares, urgencias, zonas de desastre, zonas inaccesibles por vía terrestre, son algunos casos donde el embalaje corrugado hace presencia porque soporta los cambios de clima, conserva al producto y puede ser portador vía aérea de soluciones a las personas que requieran los productos contenidos en los embalajes.

Los productos de intercambio internacional deben informarse de las condiciones del país de destino en relación a las características del embalaje, así como de las condiciones de las aseguradoras según la opción de envío (terrestre, aérea o marítima) y las condiciones ambientales específicas del producto que así lo necesite. Se sugiere, que la resistencia del embalaje de exportación sea del rango de 12/14 kg/cm² de resistencia.

4.13 Ventajas del embalaje de cartón corrugado.

- El uso de embalajes hace que millones de habitantes de pueblos lejanos reciban una gran variedad de productos frescos, secos, refrigerados o congelados, meses después de su recolección, fuera de estación o en tiempo de veda.
- Se acortan las distancias entre los centros de producción y los centros de consumo.
- Se reducen las mermas y los desperdicios.
- Llegan los productos alimenticios en buen estado a comunidades aisladas o distantes. Se amplía el radio de distribución.
- Se conservan y protegen excedentes de la producción agrícola.
- En una economía de mercado se presentan al consumidor simultáneamente y a la vista alternativa de productos competidores entre sí.

- Se recibe información rápida, directa y personal en el punto de venta acerca de las propiedades, características, valores y ventajas del producto.
- Se puede abastecer regularmente a expediciones científicas y campamentos o comunidades de técnicos, deportistas, religiosos y militares.
- Se protege al usuario, al manipulador, a la comunidad y al medio ambiente de productos peligrosos y contaminantes.
- Se conservan alimentos y medicamentos en buen estado para ser enviados con urgencia a grupos y comunidades en desgracia.
- Se tiene la oportunidad de competir en los importantes mercados internacionales.
- Se abastece de víveres, medicamentos y de bienes en general a toda la complicada y gigantesca red de distribución rural y urbana del mundo entero.

Conclusiones

El embalaje de cartón corrugado es un elemento determinante para el desplazamiento y abasto de los productos en los mercados nacional e internacional, relaciona y crea vínculos comerciales, apoya y vende la imagen de los productos, es parte de la ordenación industrial y comercial, y sin embargo, la información existente no es suficiente y accesible para las personas que se relacionan con esta industria.

Esta referencia genérica del proceso de fabricación del embalaje de cartón corrugado, permite a las personas relacionadas con esta industria conocer desde los papeles destinados al ondulado, hasta el diseño del embalaje que requiere cada uno de sus productos y la valoración del mismo, pasando por la maquinaria que interviene en el proceso. Proporciona la información para evaluar los embalajes actuales, justificarlos y/o modernizarlos, verificar su uso y contenido, revisar su ciclo productivo para evitar que el tiempo de almacenamiento envejezca sus embalajes, solucionar los costos de financiamiento por causa de inventarios improductivos. A los fabricantes del corrugado les proporciona herramientas para que intercambien información con las personas que se relacionan, impulsando este sector y fortaleciendo las relaciones comerciales.

También presenta la perspectiva de crecimiento de México y de México con relación a América del Norte, en la producción de papel para embalajes.

La calidad y resistencia de una caja de cartón esta determinada por las características mecánicas de sus componentes. Por lo que, un embalaje de cartón corrugado, no será concebida sin establecer la resistencia a la compresión y al estallamiento o Mullen, pruebas que dan base a la hoy llamada ingeniería del embalaje.

Se ha desarrollado el tema bajo un planteamiento genérico, permitiendo visualizar a la industria del cartón corrugado con la ordenación de sus procesos productivos, sabiendo que se distribuye el flujo de trabajo en función de cada diseño y que debe ser combinado con los otros requerimientos para lograr la eficiencia de sus plantas.

Ésta - la ingeniería del embalaje - considera el diseño del embalaje de manera integral, esto es identifica el manejo, uso y almacenamiento que sufrirá la caja, para determinar el tipo de papel y flauta, es decir, el corrugado a utilizar para su fabricación, así como la forma e imagen de la misma.

Se ha ocupado el lenguaje y términos de la industria del cartón para que las personas que se relacionen con esta industria conozcan y se identifiquen con estos términos.

Debido a la formación técnica y científica de los ingenieros, se ha logrado presentar los procesos productivos identificando lo general y resaltando que en esta industria, cada embalaje es un desarrollo aplicado a cada producto.

La realidad es que no hay información suficiente en México, y este trabajo pretende proporcionarla en forma actualizada y accesible.

Bibliografía

- 1 RODRIGUEZ, JOSÉ ANTONIO
"Manual de ingeniería y diseño en envase y embalaje"
Editorial Tarango
1997 3ª. Edición
- 2 BLASCO, CARLOS CELORIO
"Diseño del embalaje para exportación"
Tomo 1 Introducción
1993 1ª. Edición
- 3 CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA Y DEL PAPEL
"Memoria estadística 2001"
Editor Hermung Verleger
Mayo de 2001
- 4 CIENCIA Y TECNOLOGÍA SOBRE PULPA Y PAPEL
"C. Earl Libby"
Tomo II: papel
Editorial C.E.C.S.A.
1984 10ª. Edición
- 5 DEFINICIONES EN EL MERCADO DEL PAPEL
www.papermarket.cl/papellibrary/def_papel.htm
- 6 LOS PAPELES Y SU RESISTENCIA
www.papelnet.cl/carton/carton24.htm
- 7 DISEÑO GRAFICO Y ESTRUCTURAL
www.papelsa.com.mx/articulos5.htm

Glosario de términos

No	Palabra	Definición
1	Caja corrugada	Caja fabricada en cartón corrugado, tapas de papel <i>linery</i> y una capa de papel con flautas.
2	Calandrado	Consiste en uniformizar el espesor de la hoja pasando a través de un grupo de rodillos sólidos perfectamente lisos.
3	Calandrar	Efecto del calandrado. Adelgazar el papel
4	Cartón	Una de las dos subdivisiones del papel. La distinción no es tan grande, mayor de 0.012 de pulgada (0.03048 cm) de espesor se clasifica como cartón, menor a esto es papel. Hoja de papel constituido por una masa superior a 240 gr/m ² .
5	Celulosa	Material fibroso que es el principal componente de la pared celular de todas las maderas, pajas, pastos, etc.
6	CNICP	Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y del Papel
7	Compresión en cajas de cartón corrugado	Es la fuerza requerida para causar la falla de una caja bajo presión de carga que está directamente relacionada con los valores de <i>Ring Cruh</i> y C.F.C.
8	Embalaje	Acción y efecto de embalar. Envolver. Todo aquello cuya función primaria es envolver, contener y proteger debidamente a los productos envasados, sobre todo en las operaciones de transportación, almacenamiento y comercialización.
9	Empaque	Hacer paquetes. Acción de envolver para enviar un paquete. Agrupar artículos con cintas, fajas, atados, etc.
10	Estuco	Masa de yeso blanco y agua de cola.

- | | | |
|----|--------------------|---|
| 11 | INEGI | Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. |
| 12 | Papel | Es un conglomerado de fibras de celulosa dispuestas irregularmente y fuertemente adheridas entre si en una superficie plana. |
| 13 | Papel <i>liner</i> | Papel para formar las caras del ondulado y su superficie es calandreada para recibir impresión si lo requiere. Se utilizan papeles de 126 a 440 gr/m ² . |
| 14 | Papel medium | Papel para formar las ondulaciones y van desde 90 a 195 gr/m ² |
| 15 | SCNM | Sistemas de Cuentas Nacionales de México. |
| 16 | SHCP | Secretaría de Hacienda y Crédito Público |
| 17 | Unicel | La celulosa o fibra moldeada |

Índice de figuras

Figura 1	Longitud de tipos de fibra.....	7
Figura 2	Fabricación manual del papel.....	9
Figura 3	Reciclado del papel.....	13
Figura 4	Ciclo de fabricación del papel.....	16
Figura 5	Representación simplificada de una máquina para la fabricación de papel.....	18
Figura 6	Prueba RCT.....	23
Figura 7	Localización de las plantas de celulosa y papel.....	26
Figura 8	Gráfica de la tabla 16.....	35
Figura 9	Gráfica de la tabla 17.....	36
Figura 10	Gráfica de la tabla 18.....	37
Figura 11	Gráfica de la tabla 19.....	39
Figura 12	Esquema de la máquina corrugadora.....	43
Figura 13	Fabricación del corrugado.....	45
Figura 14	Vista del montaje de las bobinas de papel en la máquina corrugadora.....	46
Figura 15	Mesa de secado.....	48
Figura 16	Detalle del ondulado.....	52
Figura 17	Flauta A con 118 ondulaciones por 1.58 m de papel lineal.....	53
Figura 18	Flauta B con 165 ondulaciones en 1.35 m de papel lineal.....	53
Figura 19	Flauta C con 134 ondulaciones en 1.43 m de papel lineal.....	54
Figura 20	Flauta E con 305 ondulaciones en 1.30 m de papel lineal.....	54
Figura 21	Corrugado de una cara.....	56
Figura 22	Corrugado sencillo.....	57
Figura 23	Doble corrugado.....	58
Figura 24	Triple corrugado.....	58
Figura 25	Rayadora.....	59
Figura 26	Vista de una impresora.....	60
Figura 27	Pegadora.....	62
Figura 28	Distribución de planta corrugadora.....	64
Figura 29	Prueba CMT.....	66
Figura 30	Prueba CCT.....	66
Figura 31	Prueba FCT.....	66
Figura 32	Prueba ECT.....	67
Figura 33	Prueba de altura de flauta.....	67
Figura 34	Prueba SXY.....	68
Figura 35	Prueba PAT.....	68
Figura 36	Cinturón de seguridad.....	77
Figura 37	Cojines.....	77
Figura 38	Separadores.....	77
Figura 39	Divisiones.....	78
Figura 40	Nominación de las partes de la caja estandar de cartón corrugado.....	80
Figura 41	Plano de una caja corrugada tipo cabeceras al centro.....	84
Figura 42	Ejemplo de desarrollo en medidas de una caja de cartón corrugado tipo estándar.....	88
Figura 43	Esquema lateral del grabado.....	94
Figura 44	Prueba de aplastamiento.....	97
Figura 45	Comprobación de altura de las flautas.....	97
Figura 46	Deformación máxima de la lámina en 1 pulgada.....	97
Figura 47	Prueba Flat Crush Test.....	98
Figura 48	Prueba Ring Crush Test de papeles.....	99
Figura 49	Prueba de compresión a la columna de flautas.....	99

Figura 50 Prueba Edge Crush Test	99
Figura 51 Prueba física de compresión.	100
Figura 52 Prueba de vibración del ondulado.....	101
Figura 53 Prueba de Mullen al cartón corrugado.	101

Índice de tablas

Tabla 1 Esquema simplificado para la fabricación de papel y cartoncillo.....	15
Tabla 2 Principales empresas mexicanas fabricantes de papel, y una muestra de su maquinaria instalada, la cual es información para el aprovechamiento del ancho de corrugadoras. Fuente CNICP	20
Tabla 3 Características generales de los tipos de papel.....	21
Tabla 4 Comportamiento del papel en México de los años 1999, 2000 y 2001, así como su variación en porcentaje de estos últimos dos años. (*) Millones de toneladas Métricas.....	25
Tabla 5 Localización de plantas de celulosa y papel en la República Mexicana.....	27
Tabla 6 Tasas de crecimiento del PIB nacional, industrial, manufacturero e industria de la celulosa y del papel. Fuente: SHCP, INEGI, SCNM. (/p preliminar, *1 El signo negativo indica decrecimiento del sector)	27
Tabla 7 Participación del sector celulósico-papelero en el PIB nacional, industrial y manufacturero. Fuente: SHCP, INEGI, SCNM. (/p preliminar).....	28
Tabla 8 Histórico de la producción de celulosa química de madera. *Toneladas métricas. Fuente: CNICP	29
Tabla 9 Comparación de papel para embalaje y producción total de papel. *Miles de toneladas métricas. Fuente: CNICP	30
Tabla 10 Producción de papel en México comparando los años 2000 y 2001. Fuente: CNICP (*) miles de toneladas métricas.....	31
Tabla 11 Importaciones de papel en México comparando los años 2000 y 2001. Fuente: CNICP (*) miles de toneladas métricas	32
Tabla 12 Exportaciones de papel en México comparando los años 2000 y 2001. Fuente: CNICP (*) miles de toneladas métricas	32
Tabla 13 Importación de papel para embalaje vs la importación total de papel. *Toneladas métricas. Fuente CNICP.....	33
Tabla 14 Exportaciones de papel para embalaje vs la exportación total de papel. *Toneladas métricas. Fuente: CNICP	33
Tabla 15 Balanza comercial del papel. Fuente SHCP.....	34
Tabla 16 Proyección de producción de papel para empaque contra la proyección de producción del total del papel. En miles de toneladas. *Real. Fuente: CNICP	35
Tabla 17 Proyección de producción de papel para embalaje de América del Norte. * Miles de toneladas métricas. Fuente: O.N.U. Capacidades de pasta y papel.	36
Tabla 18 Proyección de producción de papel en América del norte. *Miles de toneladas métricas Fuente O.N.U. Capacidades de pasta y papel.	37
Tabla 19 Participación relativa del consumo aparente de papel por grupos en 2001. (*) Miles de toneladas métricas. Fuente CNICP	39
Tabla 20 Altura de las flautas.....	55
Tabla 21 Tipos comunes de embalajes de cartón corrugado.	75
Tabla 22 Rangos de resistencia en la lámina corrugada sencilla y doble.	81
Tabla 23 Tipos de flauta en lámina corrugada según su estructura	82
Tabla 24 Vista frontal de las flautas corrugadas por metro lineal.....	82
Tabla 25 Formulas para calcular el área de cartón corrugado.....	86
Tabla 26 Prueba comparativa con papeles reciclados y vírgenes.	108