



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

ENVASE Y EMBALAJE DE ALIMENTOS:

**APLICACION DE ADHESIVOS PARA ETIQUETADO
DE ENVASES DE VIDRIO Y UNIONES DE CARTON.**

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN ALIMENTOS

P R E S E N T A :

JOSE GUILLERMO DE GUADALUPE OROZCO PEREZ

ASESOR: DR. JOSE LUIS ARJONA ROMAN.

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO. 2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

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

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

Envase y embalaje de alimentos: Aplicación de adhesivos para etiquetado de
envases de vidrio y uniones de cartón.

que presenta el pasante: José Guillermo de Guadalupe Orozco Pérez

con número de cuenta: 7855485-0 para obtener el título de :

Ingeniero en Alimentos

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

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 21 de Junio de 2001.

MODULO

PROFESOR

I

Dr. José Luis Arjona Román

I

Ma. de la Luz Zambrano Zaragoza

IV

L.C.G. Héctor Miranda Martinelli

FIRMA

Agradezco a Dios por permitirme culminar éste trabajo
y entregarlo a mis padres.

A mis padres por darme la vida y enseñarme
lo maravilloso que hay en ella.
Porque con su amor, dedicación y ejemplo
sembraron en mi el sentido de la responsabilidad
el respeto y la lealtad.
Gracias por su apoyo incondicional e interminable
y por sus acertados consejos de valor incalculable.

A mi hermana Guadalupe por su cariño
comprensión y apoyo presentes en todo momento.

A mis hermanos Jesús y Agustín por los gratos
y valiosos momentos que hemos vivido.

A mi sobrina Ana Paola por ser un ángel.

Al Dr. José Luis Arjona por su inmejorable
ayuda, orientación y paciencia.

A Rosalía Meléndez por los maravillosos momentos
que vivimos en la universidad y que aún ahora
perduran en el recuerdo como parte importante
de mi vida y porque su vasta experiencia,
contribuyo en la elaboración del presente trabajo.

A todos mis maestros que han dejado un caudal
de conocimientos de valiosa ayuda para mi formación.

A todas aquellas personas, familiares y amigos,
que en el camino de mi vida aportaron consejos
y ayuda espiritual los cuales he aquilatado
y tengo presentes en todo momento

Mi eterno y profundo agradecimiento a todos
los que participaron para la terminación
del presente trabajo.

ÍNDICE

	Página
Introducción	1
Objetivos	3
1. Antecedentes	4
1.1. Adhesivos	4
1.1.1. Definición	4
1.2. Teoría de la adhesión	5
1.2.1. Definición e introducción a la fuerza de adherencia	5
1.2.2. Difusión	7
1.2.3. Interacciones electrostáticas	8
1.2.4. Unión o enlace mecánico	8
1.2.5. Interacción de adsorción	8
1.2.6. solubilidad de polímeros	10
1.2.7. Tipos de adhesión	11
1.2.7.1. Adhesión mecánica	11
1.2.7.2. Adhesión específica	11
1.3. Clasificación de adhesivos	12
1.4. Clasificación de adhesivos por su naturaleza	14
1.4.1. Naturales	14
1.4.2. Sintéticos	15
1.5. Propiedades de los adhesivos	16
1.5.1. Viscosidad	16
1.5.2. % de sólidos	17
1.5.3. pH	17
1.5.4. Tiempo de pegado	17
1.5.5. Pegajosidad	18
1.6. Clases de adhesivos y sus propiedades	20

2. Metodología	36
2.1. Descripción del cuadro metodológico	36
2.2. Diagrama de bloques	38
3. Perspectivas Tecnológicas	39
3.1. Características de adhesivos para el envasado	39
3.2. Condiciones generales en el uso de adhesivos	42
3.3. Aplicación de los adhesivos	46
3.4. Sistemas de aplicación de adhesivos	52
3.4.1. Sistemas abiertos	54
3.4.2. Sistemas cerrados	56
3.5. Sistemas de aplicación de adhesivos Hot-Melt	63
3.5.1. Sistemas de aplicación por revestimiento	64
3.5.2. Sistemas de aplicación por rueda	66
3.5.3. Sistemas de aplicación por boquilla	68
3.6. Aplicación de Adhesivos en uniones papel-vidrio y papel-papel	71
3.6.1. Etiquetas	71
3.6.2. Técnicas de Etiquetado	71
3.6.3. Multiempaque	72
Conclusiones	77
Bibliografía	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Energía de unión e intervalos efectivos de fuerzas de atracción	9
Cuadro 2. Materiales adhesivos de origen natural	15
Cuadro 3. Materiales adhesivos de origen sintético	16
Cuadro 4. Funciones de los ingredientes en la formulación de adhesivos	19
Cuadro 5. Propiedades de unión, materiales y aplicaciones de adhesivos	21
Cuadro 6. Propiedades de la goma animal	23
Cuadro 7. Propiedades de la caseína	24
Cuadro 8. Propiedades de las dextrinas	25
Cuadro 9. Propiedades del caucho natural	26
Cuadro 10. Propiedades del almidón	27
Cuadro 11. Propiedades del almidón y del almidón-PVA	28
Cuadro 12. Propiedades de los adhesivos acrílicos	30
Cuadro 13. Propiedades del Acetato de polivinilo	31
Cuadro 14. Propiedades del alcohol polivinílico	32
Cuadro 15. Propiedades de la resina Hot Melt	33
Cuadro 16. Cuadro Metodológico	38
Cuadro 17. Características de adhesivos de origen animal mas utilizados en empaques	40
Cuadro 18. Características de adhesivos de origen vegetal mas utilizados en empaques	40
Cuadro 19. Características de adhesivos termoestables mas utilizados en empaques	41
Cuadro 20. Características de adhesivos termoplásticos mas utilizados en empaques	42
Cuadro 21. Ventajas y desventajas en la aplicación de adhesivos	43
Cuadro 22. Clasificación de los sistemas de aplicación	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fuerzas de unión entre el adhesivo y el sustrato	6
Figura 2. Superficie sólida y líquida en contacto	44
Figura 3. Mojado de u sustrato sólido por un adhesivo fluido	45
Figura 4. Aplicación del adhesivo	46
Figura 5. Junta traslapada en tensión	47
Figura 6. Diseño de juntas con adhesivos	47
Figura 7. Gráfica de resistencia cortante típica de una junta	48
Figura 8. Tipos mas comunes de carga	49
Figura 9. Sistemas abiertos de aplicación de adhesivos	54
Figura 10. Sistema de aplicación por aspersión	57
Figura 11. Sistema de aplicación por extrusión	59
Figura 12. Estructura de la pistola dosificadora en sistema de chorro	60
Figura 13. Cabeza con pistola de válvula de aguja	61
Figura 14. Sistema de aplicación con válvula de balón	63
Figura 15. Sistema de aplicación por revestimiento superior	65
Figura 16. Sistema de aplicación por revestimiento inferior	66
Figura 17. Sistema de aplicación básico de rueda	67
Figura 18. Sistema de aplicación básico de boquilla	69
Figura 19. Formado de plegadizas cerrada	73
Figura 20. Formado de plegadiza semicerrada	74
Figura 21. Formado de plegadiza abierta	74
Figura 22. Llenado y cerrado de corrugado	75

INTRODUCCIÓN

Para mantener la calidad de los productos alimenticios es necesario llevar a cabo un buen sellado de los materiales de empaque, proporcionándoles a estos dos propiedades importantes: resistencia mecánica e integridad hermética.

Para esto existen gran variedad de métodos de sellado los cuales se utilizan según las necesidades, siempre tomando en cuenta que, para que esto resulte, se deben aplicar adhesivos correctos habiendo efectuado un buen formado y llenado de los empaques.

Los métodos de formado, llenado y sellado de los empaques se han desarrollado y perfeccionado con el fin de automatizar estos procesos. El sellado resulta de gran importancia debido a que es el medio de proteger los materiales alimenticios y no alimenticios contra efectos del medio asegurando una vida útil aceptable según del tipo de producto que se trate.

El uso correcto de adhesivos según sus características químicas y afinidad con el material de empaque y con el proceso de sellado, garantizan la eficiencia y eficacia de todo el proceso de producción, desde el formado hasta el sellado.

Todos los sistemas de adhesivos cuentan con una gama de técnicas de aplicación que se conforman tecnológicamente desde la aplicación manual como en industrias artesanales hasta sistemas automatizados de producción continua.

Así, en este trabajo se intenta presentar la importancia de adhesivos de origen animal, vegetal y sintéticos para su aplicación en el conformado de envases de

cartón y etiquetado de envases de vidrio, visualizando las principales técnicas de aplicación de los mismos.

OBJETIVO GENERAL:

Analizar la aplicación de adhesivos comúnmente utilizados en etiquetado de envases de vidrio y uniones de cartón, así como el establecimiento de los criterios de aplicación adecuados e estos tipos de envases

OBJETIVO PARTICULAR 1

Describir y clasificar los adhesivos utilizados en el etiquetado de envases de vidrio y en las uniones para cartón en función a su naturaleza, estructura, composición y propiedades, así como los métodos de aplicación que permitan establecer las perspectivas tecnológicas de utilización.

OBJETIVO PARTICULAR 2:

Analizar las técnicas de aplicación de adhesivos para etiquetas en envases de vidrio y en uniones de cajas de cartón a partir de la selección de los materiales y la compatibilidad del envase con el medio ambiente.

1.- ANTECEDENTES.

1.1 ADHESIVOS.

1.1.1 Definición.

Un adhesivo es cualquier sustancia capaz de juntar dos superficies para la formación de una unión, donde las dos superficies a unir pueden ser de materiales iguales o completamente distintos. La industria de los adhesivos para empaques tiene que ver básicamente con la creación de materiales de empaque que faciliten el almacenamiento, envío, exhibición y uso básico de casi todos los productos que están siendo fabricados.

Los adhesivos son únicos en su contribución a la economía industrial, pues en la mayoría de los casos el adhesivo es una fracción muy pequeña del producto final tanto en costo como en cantidad, y más aún es sumamente necesario para el funcionamiento exitoso del producto.

El uso adecuado de un adhesivo tendrá un efecto directo en la velocidad con la que trabajan las máquinas empacadoras, y lógicamente un adhesivo efectivo que permite a una máquina trabajar a una velocidad mayor, genera una reducción considerable en los costos.

La resistencia de una unión efectuada con un adhesivo se halla determinada por la fuerza de adherencia de la película y por su resistencia interna o cohesión. Los materiales de escasa resistencia como el papel, donde la capa superficial equivale a la superficie de contacto con el adhesivo es la que cede cuando la unión se somete a la fuerza de ruptura y no el material adhesivo empleado en la misma.

Los adhesivos se pueden dividir en general en dos grandes grupos, aquel en el que el adhesivo es disuelto en un solvente y aquel en el que el adhesivo es fundido.

Todos los adhesivos deben ser capaces de fluir en un sustrato y mojarlo para que se desarrolle la adhesión. Algunos adhesivos aumentan su fluidez disolviéndose o dispersándose en un vehículo volátil, el cual se evapora permitiendo que el adhesivo solidifique y forme la unión.

1.2 TEORÍA DE LA ADHESIÓN.

1.2.1 Definición e Introducción a la Fuerza de Adherencia.

Adhesión se define como la fuerza de unión entre las superficies de contacto de dos materiales. Las fuerzas físicas de atracción y absorción, se describen como "fuerzas de van der Waals", la cuales tienen una gran importancia en la unión. Por otro lado se define cohesión como la fuerza que prevalece entre las moléculas dentro de un adhesivo y mantiene el material unido. Estas fuerzas incluyen:

- a) Fuerzas intermoleculares de atracción (van der Waals)
- b) Enlace entre sí de las moléculas del polímero.

De acuerdo con la regla de que una cadena es tan fuerte como el eslabón mas débil, las fuerzas de adhesión y cohesión, deberían ser aproximadamente iguales.

lo anterior se ilustra en la figura Num.1 (*Fleischmann, 1995*).

El rango de las fuerzas intermoleculares es considerablemente mas bajo si el adhesivo no esta en contacto intimo con las superficies a unir, que puede ser debido a una rugosidad relativa de las superficies. Este es el principal motivo por el que el adhesivo ha de penetrar totalmente en la rugosidad superficial para mojar toda la superficie a unir y lograr así el máximo intercambio intermolecular.

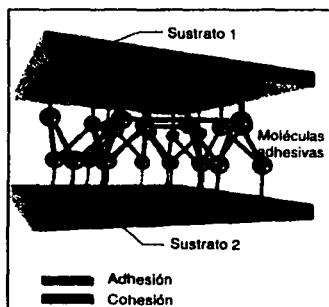


Figura No. 1 Fuerzas de unión entre el adhesivo y el sustrato.

Loctite Handbook, 1995

Durante miles de años la humanidad ha utilizado los adhesivos naturales (gomas) obtenidas de fuentes vegetales o animales, sin embargo, con el desarrollo de los polímeros han aparecido en los años recientes adhesivos sintéticos con características superiores. Uno de los elementos fascinantes en este campo de rápido crecimiento es que los termoestables, los termoplásticos y los elastómeros tienen aplicaciones como adhesivos y se han desarrollado las así llamadas aleaciones en las cuales se utilizan mas de un tipo de polímero. Pero aún en la

actualidad los adhesivos naturales se siguen utilizando debido a su característica de formar uniones resistentes. (Flinn, 1989).

Como se vio anteriormente la adherencia se basa en dos tipos de fuerzas, enlaces de van der Waals y uniones químicas; las fuerzas de van der Waals son la base de la adherencia por que actúan entre el adhesivo y el sustrato y entre las moléculas del mismo adhesivo. Los enlaces o uniones químicas producen el tipo de adherencia más resistente, se desarrollan cuando el sustrato tiene grupos químicos que reaccionan con el adhesivo.

Algunos grupos químicos destacan por su capacidad para formar enlaces de van der Waals , los cuales pueden mejorar la adherencia cuando están presentes en el adhesivo o en el sustrato. (Diver, 1982)

No obstante el uso generalizado de los adhesivos, existe una gran controversia alrededor de la naturaleza de la unión. Existen algunas teorías que tienen su justificación; cada cual parece de utilidad para explicar ciertos fenómenos asociados con las uniones por adhesivos, entre ellas se pueden mencionar a los de Difusión, Enlace mecánico, Adsorción y Solubilidad de polímeros.

1.2.2 Difusión.

El proceso es generalmente llamado autohesión. La idea es que si dos superficies poliméricas se encuentran en contacto directo a una temperatura por arriba de la temperatura de transición vítrea de modo que las moléculas son movibles, entonces las moléculas de cadena larga, o al menos segmentos de las mismas, se interdifundirán. Esto ocurre a través de la interfase entre las placas, eventualmente la interfase no existirá y serán continuas.

Debido a la geometría de las moléculas hay una cierta cantidad de espacios libres entre las cadenas poliméricas las cuales están relacionadas con las propiedades de autohesión y permiten que se lleve a cabo la difusión.

1.2.3. Interacciones Electroestáticas.

Se basa en el postulado de que la interacción entre el adhesivo y el adherendo, desarrolla en la interfase una doble capa de iones cargada eléctricamente. Las fuerzas electroestáticas resultan de mayor importancia en consideración a la adhesión entre superficies planas.

1.2.4. Unión o Enlace Mecánico.

Resulta ser la explicación más antigua y conocida. La idea de adhesión depende del enlace mecánico del adhesivo con la rugosidad palpable de la superficie del material a unir. Se basa en el hecho de que las superficies en una escala microscópica son rugosas. Por lo tanto, cuando un adhesivo líquido se coloca entre dos superficies, penetra entre las fisuras y en los poros y luego solidifica, en consecuencia, un cemento entrelaza las capas superficiales en ambos lados dando como resultado una unión mecánica.

1.2.5. Interacción de Adsorción.

La fuerza mecánica de cualquier material sólido es originada por varias fuerzas de atracción entre las películas esenciales, las cuales son usualmente descritas como fuerzas de valencia.

Esto provee una cohesión, la cuál, en materiales reales (excepto en circunstancias especiales), es modificada por varios defectos o irregularidades en la estructura. Estas son particularmente significativas cuando ocurren en la superficie. Las características de las fuerzas de atracción son algo diferentes entre

si pero incluyen enlaces iónicos y covalentes, enlaces hidrógeno, interacciones dipolo y fuerzas secundarias o de Van der Waals. El rango de acción efectiva y su fuerza son indicadas en el cuadro No. 1.

Las fuerzas involucradas en cualquier material en particular, dependen de la química involucrada, pero las fuerzas de van der Waals siempre se encuentran presentes ya que actúan universalmente, como podemos observar en el cuadro 1, a pesar de que son relativamente débiles, su rango es considerablemente mayor que cualquiera de los otros tipos de enlaces.

Cuadro No.1: Energía de unión e intervalos efectivos de fuerzas de atracción.

Tipo de enlace	Energía de enlace (KJ/mol)	Rango efectivo (nm)
Iónico	600-1200	0.2-0.4
Covalente	60-800	0.07-0.03
Hidrógeno	50	0.3
Interacción dipolo	20	0.4
Van der Waals	40	1.0

(Seminario "Empaque y Embalaje de Alimentos, 2001")

Mientras que éstas interacciones han sido consideradas desde el punto de vista de la cohesión que proveen dentro de un solo material, se ha reconocido por largo tiempo que todas son potencialmente disponibles para actuar a través de una interfase entre dos materiales y así dar la fuerza de adhesión. La corta distancia sobre la cual son efectivos estos tipos de enlaces nos dice, que tanto el adhesivo como el sustrato debe encontrarse lo mas cerca posible. Este requisito es el que nos lleva a la necesidad de utilizar un adhesivo en forma de líquido, para que pueda fluir y mojar perfectamente la superficie a unir.

En el caso de la unión estructural por adhesivos para dar una mejor durabilidad ante condiciones adversas, existe una clara evidencia de que enlaces covalentes definidos se forman para suplementar las interacciones que se han discutido. Sin embargo estas son de menor importancia en el campo de la industria de empaques.

1.2.6.Solubilidad de Polímeros.

Varios adhesivos consisten en soluciones de polímeros en adecuados solventes orgánicos y aunque ésta no sea la forma final, es continuamente un paso en la producción o uso.

Si se vertiera una película de varios adhesivos en papel suelto y se dejara secar y solidificar, entonces obtendríamos una película dura resistente al calor, pero en ese estado no formará una unión. Sin embargo si se disuelve en un solvente apropiado, la tensión superficial se reduciría y asimismo la viscosidad, por lo que será húmedo y fluirá fácilmente a través de varias superficies, así pues, en solución el polímero duro es una reunión de cadenas poliméricas solvatadas y extendidas en una forma fluida, las cuales ya secas formarán una malla.

Para que un polímero se disuelva, el solvente debe ser similar en sus fuerzas internas de tal modo que haya poca o no haya distinción entre las mismas, debido a que las moléculas del solvente pueden penetrar entre las cadenas de polímeros y separarlos, por lo tanto las cadenas son liberadas y movidas y el polímero es disuelto.

Si a esta solución de polímero en un solvente compatible se adiciona otro líquido que no sea similar o afín al polímero, aun cuando sea miscible con el solvente,

entonces las cadenas del polímero se enrollarán en si mismas y precipitarán.

(Seminario, "Empaque y Embalaje de Alimentos 2001")

1.2.7. Tipos de Adhesión.

1.2.7.1. Adhesión Mecánica.

La adhesión mecánica es la unión entre superficies (sustratos) en las cuales el adhesivo sostiene juntas las partes por entrelazamiento y por penetración física.

En las superficies porosas del papel, madera y tela, donde se usa la adhesión mecánica, el adhesivo penetra y une las superficies por un entrelazamiento mecánico, algún grado de adhesión específica se presupone en casi todos los casos de adhesión mecánica.

1.2.7.2 Adhesión Específica.

La adhesión específica es la unión entre superficies que son sostenidas juntas por fuerzas moleculares, ahí donde las superficies no son porosas y la penetración no es posible. Estas fuerzas se relacionan con la polaridad y tamaño de la molécula.

En la adhesión específica, la acción inicial para obtener la unión por el adhesivo es el humedecimiento de la superficie, seguida por el desarrollo del enlace a través de las fuerzas moleculares.

Tanto en la adhesión mecánica como en la específica, el adhesivo inicialmente debe mojar ambas superficies completamente, si no es así, las áreas secas secarán el adhesivo o harán que la adhesión no sea completa. La película aplicada del adhesivo debe ser continua porque pequeñas brechas podrán ocasionar áreas de débil adhesión.

El mojar la superficie es, entonces, un factor muy importante tanto en la adhesión mecánica como en la específica. La penetración es también un factor importante, ya que en la mayoría de las combinaciones de superficies, por lo menos una de ellas es de tipo poroso. La absorción por esta superficie porosa controla básicamente las características de secado del adhesivo.

Para completar el humedecimiento de la superficie y la penetración es necesario que el adhesivo se encuentre en un estado fluido, lo que puede ser logrado por medio de agua, solvente o fusión por calor. (Skeist, 1990).

1.3. CLASIFICACION DE LOS ADHESIVOS.

Para la selección de un adhesivo en una aplicación en particular es usual considerar primeramente la naturaleza química de los componentes los cuales actúan como la unión y estos a su vez determinan las propiedades del adhesivo.

El segundo factor es la manera en como la unión es formada, ya sea por pérdida de agua o solvente, por enfriamiento o por una reacción química determinando así el proceso por el cual se aplica el adhesivo.

A continuación se mencionan los principales adhesivos usados en empaques de acuerdo a una clasificación por su naturaleza y por su composición química.

Aunque los adhesivos pueden ser clasificados en formas diferentes, pero desde el punto de vista practico se toma en cuenta la siguiente clasificación:

- a) Por su origen.
- b) Por el mecanismo de la formación de la unión.
- c) Por el método de sellado.
- d) Por el tipo químico.

a) Por su origen

Se hace una división entre los adhesivos naturales y sintéticos, pero la información obtenida de ésta división es limitada. Los productos naturales suelen ser susceptibles al ataque de microorganismos, lo cual los provee de una vida mas corta que los sintéticos y por lo tanto estos últimos suelen ser más utilizados. Otro factor a considerar es que el producto final debe de ser reciclado, comúnmente este es un requerimiento para papel, donde los productos naturales suelen ser reciclables y los sintéticos no.

b) Por el mecanismo de la formación de la unión

Un adhesivo tiene que ser aplicado como un liquido a uno o ambos sustratos para lograr la adhesión y posteriormente se solidificará después de que los dos sustratos han sido unidos por fuerzas cohesivas. El proceso por el cual el adhesivo se solidifica es una consideración importante y para ello hay tres métodos: por la pérdida del vehículo (agua o solvente), por enfriamiento y por una reacción química.

c) Por el método de sellado

La forma en como los adherentes han de juntarse es otra clasificación importante; se dividen en procesos de una etapa y de dos etapas. En el de una etapa el adhesivo es aplicado al sustrato y este se mantiene unido mientras el sustrato

permanece en estado fluido; en dos etapas, el adhesivo es aplicado al sustrato y solidifica por enfriamiento o por pérdida del vehículo, seguido por otro derretido y aplicado al segundo sustrato.

d) Por el tipo químico

El adhesivo contiene una sustancia de unión, la cual lo provee de dureza y fuerza cohesiva. La estructura química entonces, determina la propiedad más importante del adhesivo. (Lazarus, 1990).

1.4. CLASIFICACIÓN DE ADHESIVOS POR SU NATURALEZA.

1.4.1. Naturales.

En el cuadro No. 2 se muestra la clasificación general de los adhesivos en base a su naturaleza, de aquí se observan en primer lugar las bases adhesivas de acuerdo a su origen animal, vegetal y mineral.

Las que como se mencionó anteriormente presentan una serie de problemas en relación a su aplicación y manejo, principalmente porque son susceptibles al ataque por microorganismos y porque algunas de ellas pierden sus propiedades de pegajosidad y viscosidad después de un tiempo de ser preparadas dichas bases adhesivas.

Cuadro No. 2: Materiales adhesivos de origen natural.

Bases adhesivas animales.	Gomas animales. Gomas de pescado. Caseínas. Albúminas sanguíneas.	
Bases adhesivas vegetales.	Almidones de:	Maíz. Tapioca. Trigo. Papa. Sagú.
	Dextrinas:	Canarias. Blancas. Goma Británica.
Bases adhesivas minerales.	Silicatos. Asfaltos.	

(Rodríguez, 1991)

1.4.2. Sintéticos.

Los adhesivos sintéticos incluyen todos los llamados plásticos, los cuales son producto de la polimerización. Su variedad es extensa y sus funciones como adhesivos suplen y superan en mucho a los naturales. Una clasificación es la que se muestra en el cuadro No.3

Es importante mencionar que en la actualidad se cuenta con mezclas de dos o mas polímeros obteniéndose adhesivos con características y propiedades que facilitan su manejo, distribución y aplicación. También están los llamados "Hot Melt", que son adhesivos muy utilizados por su gran versatilidad en cuanto a propiedades.

Cuadro No. 3 Materiales adhesivos de origen sintético

Elastómeros reaccionados del caucho natural.		
Elastómeros sintéticos.	Neoprenos. Hule.	
Resinas termofijas.	Epóxicas. Furanos. Silicones. Fenoles. Ureas. Poliésteres alquidálicos. Resorcinoles.	
Resinas termoplásticas.	Vinilos.	Acetato de vinilo. Alcohol vinílico. Cloruro de vinilo.
	Gomas y resinas celulósicas.	
	Acrílicos.	
	Poliamidas.	
	Poliestirenos.	

(Rodríguez, 1991)

1.5. PROPIEDADES DE LOS ADHESIVOS.

Es importante considerar las siguientes características de los adhesivos, ya que influyen en: El comportamiento al flujo, la eficiencia de la unión y la sensibilidad al medio.

1.5.1 Viscosidad.

Esta propiedad es probablemente la mas importante, ya que determina su comportamiento como fluido y cuando se aplica un esfuerzo de corte. Puede ser determinada por varios métodos y reportarse en varias unidades, principalmente

se utilizan aparatos eléctricos, para dar lecturas en *poises*. La temperatura tiene gran influencia sobre ésta propiedad.

1.5.2. % de Sólidos.

Es el contenido del material sólido en el líquido el cual es considerado como el activo del adhesivo. Su importancia radica en su influencia directa en la eficiencia de la unión formada, ya que a menor concentración de sólidos, resulta demasiado vehículo líquido para ser disipado y por lo tanto se llevará más tiempo en secar. Normalmente puede ser determinado por diferencia de pesos llevando una muestra a sequedad total.

1.5.3. pH

Indica el grado de acidez o alcalinidad que presenta el adhesivo. Esta propiedad resulta importante cuando los adhesivos se utilizarán en sustratos que pueden ser afectados por medios ácidos o alcalinos, o bien composiciones de tintas. Su determinación puede ser efectuada por un potenciómetro o por papel indicador.

1.5.4. Tiempo de Pegado.

Se tienen dos formas de efectuar la prueba:

A.- Tiempo Abierto. Es cuando se expone la película del adhesivo al medio ambiente y se determina cuánto es el tiempo que puede permanecer lo suficientemente líquido logrando todavía adherir el sustrato, es decir, antes de que se seque el adhesivo. Resulta importante para determinar la necesidad de

controlar las condiciones ambientales, ya que puede ser afectada por la temperatura, volumen aplicado, temperatura y porosidad de los sustratos.

B.- Tiempo Cerrado. Es cuando al extender la película del adhesivo sobre un sustrato es cubierta por el otro sustrato y se determina en cuánto tiempo se logrará la adhesión final de los dos sustratos.

1.5.5. Pegajosidad.

Es la fuerza de cohesión inicial de la película del adhesivo antes de su solidificación. Esta propiedad resulta importante si el tiempo de compresión es corto y existe tensión en la unión antes de que el adhesivo solidifique.

En general las características anteriores son las que usualmente se utilizan, sin embargo, existen otras muchas más como pueden ser la densidad, color del adhesivo, cristalización, dureza o flexibilidad de película, propiedad de hacer filamentos (hebras), costo, entre otras, que de una u otra manera deberán ser tomadas en cuenta para la selección de un adhesivo.

Estas propiedades no son únicas de un adhesivo en particular, en su formulación independientemente de su origen para una aplicación determinada depende en gran parte del conjunto de ingredientes añadidos para regular una o varias de las propiedades. En el cuadro No. 4 se indican algunos de los ingredientes más utilizados con las funciones más importantes que algunos de ellos imparten a los adhesivos.

CUADRO No. 4 Funciones de los ingredientes en la formulación de adhesivos.

Primarios	Funciones
Bases adhesivas	Agente enlazante, solidificando una masa y atrayendo dos o mas adherentes.
Naturales	Animal, vegetal y mineral.
Sintéticas	Resinas termoplásticas, resinas termofijas y elastómeros.
Plastificantes	Proporcionan flexibilidad a la película, lo que evita el rompimiento y la cristalización de la misma.
Solventes	"Penetrantes" para adhesivos acuosos y forma de disolver las bases adhesivas.
Extendedores y rellenos	Para reducir costo de la fórmula y añadir características adicionales de pegado.
Antiespumantes	Para reducir la posibilidad de entrada de aire durante la aplicación del adhesivo por medio de una máquina.
Secundarios	
Espesas	Modifican la viscosidad para propósitos de aplicación del adhesivo en la máquina.
Preservativos	Protegen contra ataque bacteriano.
Agentes humectantes	Mojan la superficie adherente a efecto de realizar un contacto íntimo entre el adhesivo y la superficie adherente.
Antioxidantes	Evitan que el calor prolongado o el envejecimiento dañen la capa adhesiva.
Varios	
Tintes y pigmentos	Colorean para propósitos de identificación y apariencia.
Perfumantes	Inhiben o reemplazan el mal olor.
Blanqueadores	Neutralizan el color y/o logran claridad de la película.
Estabilizadores	Mejoran resistencia a la precipitación, separación o coagulación.

Rodríguez, 1990

1.6 CLASES DE ADHESIVOS Y SUS PROPIEDADES

Las clasificaciones para los adhesivos puede ampliarse tomando en cuenta otros elementos de expresión en que se consideran, aparte del origen, los tipos mas usados, la forma física de presentación, las propiedades de unión y los materiales a unir así como las aplicaciones mas importantes. En el cuadro No. 5 se observa que no hay una forma de presentación única, sin embargo, resaltan las dispersiones y emulsiones al estado líquido, ya que como se mencionó al principio, es de suma importancia que el adhesivo se encuentre en éste estado para facilitar el mojado de las superficies a unir y así se obtenga éxito en la unión. Los semisólido en forma de pastas y presentaciones en polvo dan una expresión de la magnitud de diversificación encontrada para cualquier tipo de tecnología usada para su aplicación. En otro sentido, al hacer notar las características de la unión alcanzada por los adhesivos sobre los materiales se destaca la necesidad de niveles de temperatura en aplicaciones para materiales como termoplásticos, termosolidificantes y elastómeros en el orden de 90 a 250° C. Podemos concluir que para la aplicación de adhesivos, será muy importante considerar todas las propiedades del adhesivo y la forma de su aplicación al sustrato requerido para realizar con éxito la unión y que cumpla con las especificaciones que demande la línea de producción. Por eso, el presente trabajo se enfoca específicamente a las uniones papel-papel y papel-vidrio.

Cuadro No.5 Propiedades de unión, materiales y aplicaciones de adhesivos.

Clasificación	Tipos más Usados	Forma Física	Propiedades de Unión	Materiales de Unión	Aplicaciones
<i>Naturales</i>	Almidón, dextrinas, cola animal, caseína y gomas	Dispersiones con solventes, pastas, sólidos y polvos	Uniones débiles, baja resistencia a humedad, pero alta al calor y ataques microbianos	Papel, caucho, empaques textiles, madera y plásticos	Doméstica, empaques industriales y uniones rápidas
<i>Termo-plásticos</i>	Derivados de celulosa, polivinil acetato, alcohol polivinílico, polésteres y oleoresinas.	Dispersiones con solventes ó emulsiones en agua, películas y sólidos	Temp. Max. De servicio: 90°C	Papel, materiales no metálicos, madera, pieles, plásticos.	Generalmente en aplicaciones con bajas presiones.
<i>Termo-solidificantes</i>	Urea, melamina, formaldehídos, poliésteres, poliamidas, furanos, epóxidos y fenoles.	Líquidos, películas, pastas y polvos.	Alta tensión al corte pero se despegan relativamente fácil. Max. Temp. de serv. 200-250°C	Metales, Madera, cerámica y vidrio.	Uniones estructurales con superficie de metal o madera.
<i>Elastómeros</i>	Lacas naturales y sintéticas, acrilonitrilos, butadienos, polifulsitos policloroprenos, butadieno-estireno, silicones y poliuretanos.	Películas con solventes, dispersiones y emulsiones acuosas	Alta fuerza de unión, y flexibilidad, baja tensión al corte, y alta resistencia a despegarse. Tem. Max. De serv. 80-100°C. Silicones por encima de 200°C.	Plásticos y pieles.	Unión de materiales ligeros que no requieren presión para formar una unión flexible.
<i>Compuestos de dos polímeros</i>	Nitrofenólico, neoprenofenólico, Polivinil-fenólico, acetales y epóxidos modificados.	Líquidos, películas y pastas.	Las propiedades de fuerza dependen de la formulación con alta fuerza de unión aún por encima de temperaturas laminantes para otros adhesivos. Buena resistencia química.	Metales, cerámica, y termo-solidificantes	Estructuras sujetas a altas tensiones o condiciones adversas como humedad y calor.

Como ya observamos en el cuadro No. 5, Se presentan en forma muy generalizada los grupos de adhesivos y los tipos de unión que se pueden obtener, por consiguiente se considera importante mostrar en forma particular las propiedades específicas de los adhesivos mas comúnmente usados en las uniones donde se utiliza papel, para que posteriormente se pueda tener una visión mas clara en la selección del adhesivo idóneo y de la aplicación del mismo de acuerdo al método a utilizar para dicho fin.

Así pues cada uno de los adhesivos se presenta con una breve descripción de su naturaleza y aplicación, mostrando en un cuadro las características mas destacadas de ellos. Primeramente los de origen natural y luego los sintéticos.

1) Goma Animal:

Son extractos de proteína provenientes de huesos y piel de animales. Pueden estar en forma de sólidos, jaleas y líquidos. Sus aplicaciones están actualmente limitadas a aquellas donde se requiera una alta pegajosidad, destacándose principalmente las uniones en la formación de cajas de cartón. También hay algunas variedades de las gomas animales que se utilizan en laminados, sin embargo actualmente están siendo sustituidos por polietileno. Normalmente su aplicación es manual.

Cuadro No. 6 Propiedades de la Goma Animal.

Forma	Sólidos, jaleas y líquidos (dependiendo del contenido de agua)
Pegajosidad	Muy alta
Rapidez de fijación	Si se usan calientes es mas rápida
Resistencia de la unión: al calor al agua a los solventes al aceite biodegradación	poca poca buena buena poca

Lezarus. 1990

2) *Caseína:*

Es la proteína de la leche, solubilizada en soluciones acuosas alcalinas, a la que en ocasiones se le adiciona almidón para aumentar su viscosidad y proporcionar un fluido transparente con extremadamente alto poder adhesivo. Sus aplicaciones se encuentran principalmente en etiquetado de botellas de vidrio y latas. La combinación de su alta viscosidad y pegajosidad y su nula formación de hebras, la hace ideal para el etiquetado en líneas de producción con altas velocidades. Por su resistencia al agua permite tener uniones en productos que serán enfiados o congelados, pero es un problema para el reciclado de los envases, ya que se dificulta retirar las etiquetas. Otra ventaja es que pueden aplicarse en frío y su habilidad para adherirse bien al sustrato, sin embargo requieren de tiempo considerable para secar.

Cuadro No. 7 Propiedades de la Caseína.

Forma	Pasta acuosa
Contenido de sólidos	40%
Viscosidad	50 000 mPas
Pegajosidad	Muy alta
Rapidez de unión	Lenta
Resistencia de la unión: al calor al agua a los solventes al aceite biodegradación	bastante buena moderadamente buena buena buena poca

Lazarus, 1990

3) *Dextrina:*

El término dextrina cubre un amplio rango de productos hechos por el tostado de harinas de almidón por medio de una variedad de condiciones químicas y de temperatura. Su viscosidad, solubilidad y color varían según la preparación de la que provienen. Las dextrinas son clasificadas como gomas fluidas y gomas de pasta según su viscosidad. Muchas dextrinas son modificadas al adicionarles bórax para aumentar su viscosidad y a la vez dar mas fluidez y para aumentar su pegajosidad. Estas se llaman dextrinas boratadas. Se tienen también las dextrinas maduradas que se obtienen dejándolas almacenadas a bajas temperaturas después de solubilizarse en agua hasta que se forman las estructuras poliméricas deseadas. Hay un amplio rango de productos disponibles dependiendo de la procedencia del almidón. La típica utilización de las dextrinas es en las uniones de envolturas y etiquetado. Las uniones finales son resistentes al cizallamiento y a la punción, pero su desventaja es que tarda en secarse y por lo tanto disminuye la

productividad el una línea de envasado y etiquetado. Pero es importante mencionar que su ventaja es que se pueden retirar fácilmente las etiquetas de los envases de vidrio para su reciclaje. Es importante considerar que su alta pegajosidad no interfiere el la limpieza de las máquinas y es por eso que, aunque se estén sustituyendo por otro tipo de adhesivos que proveen tiempos mas cortos de formación de las uniones, las dextrinas siguen siendo un adhesivo adecuado para cierto tipo de uniones.

Cuadro No. 8 Propiedades de las Dextrinas.

	Dextrina Madurada	Goma Dextrina	Dextrina Boratada
Forma	Blanca, amarilla o café.	Miel café	Blanca o fluido café
Contenido de sólidos	30 - 70%	60 - 70%	35 - 50%
Viscosidad	Depende del rango de maduración	1500 - 4000 mPas	1000 - 1600 mPas
Pegajosidad	Moderada a alta	alta	Alta
Rapidez de unión	lenta	lenta	lenta
Resistencia de la unión:			
al calor	buena	buena	buena
al agua	baja	baja	baja
a los solventes	buena	buena	buena
al aceite	buena	buena	buena
biodegradación	poca	poca	poca

Lazarus, 1990

4) Caucho Natural

Es un elastómero obtenido del árbol de caucho el cual en películas delgadas es poco pegajoso, sin embargo forma uniones bastante resistentes. Se encuentra disponible como un fluido acuoso o una solución con disolvente destinado a

aplicaciones en empaques, presentándose dos formas distintas, las de sellos instantáneos para sobres y las de sellos en frío los cuales son comúnmente utilizados para empaques de chocolates, biscochos, galletas y otros alimentos sensibles al calor. Se utilizan porque disminuyen el tiempo de aplicación en las líneas de producción ya que seca rápidamente.

Cuadro No. 9 Propiedades del Caucho Natural

Forma	Latex acuoso blanco
Contenido de sólidos	40%
Viscosidad	500 mPas
Pegajosidad	No reportada
Rapidez de unión	Moderada
Resistencia de la unión:	
al calor	poca
al agua	buenas
a los solventes	poca
al aceite	poca
biodegradación	aceptable

Lazarus, 1990

5) Almidón.

Es extraído del maíz, papas, trigo y arroz para utilizarlo como adhesivo. Si es mezclado en agua fría no cumple con su función como adhesivo, pero si la mezcla se calienta entonces se forma una pasta sumamente viscosa y pegajosa, aún con bajo contenido de sólidos. Normalmente se combinan mezclas de almidón sin calentar y calentado, a fin de obtener un fluido con la viscosidad adecuada para poder ser aplicado.

Los almidones pueden ser modificados por procesos térmicos o químicos para obtener desde adhesivos en forma de geles con alta viscosidad hasta fluidos con

baja viscosidad, dependiendo de la aplicación que se requiera; también para aumentar su pegajosidad. Sin embargo tienen dos inconvenientes, uno es que no pueden ser utilizados como adhesivos sin antes cocerlos y segundo, ya que están preparados, son muy inestables. Son adhesivos de bajo costo con una excelente adhesión al papel, pero tardan en secar, son sensibles al agua y al ataque de microorganismos. Se aplican sin modificar en corrugados, por su bajo costo y porque pueden ser reciclados sin dificultad. Los almidones modificados se utilizan principalmente en etiquetado de botellas de vidrio y en la manufactura de bolsas de papel. Para el caso de etiquetado, se pueden obtener geles con alta viscosidad y pegajosidad por medio de una combinación de tratamientos mecánicos y químicos. Una ventaja importante en la aplicación de éstos adhesivos es la fácil limpieza de las máquinas y la alta resistencia de las uniones a la grasa. A pesar de que tardan en secar, se pueden utilizar en líneas de producción con relativamente altas velocidades ya que presentan alta pegajosidad.

Cuadro No. 10 Propiedades del Almidón.

	No Modificado	Modificado
Forma	Fluido cremoso	Pasta blanca, gel o fluido
Contenido de sólidos	18%	18 - 40%
Viscosidad	500 mPas	Amplio rango
Pegajosidad	baja	Amplio rango
Rapidez de unión	baja	Baja
Resistencia de la unión:		
al calor	buena	buena
al agua	poca	poca
a los solventes	buena	buena
al aceite	buena	buena
biodegradación	poca	poca

Lazarus, 1990

6) Almidón pre-gelatinizado y Almidón - Acetato de polivinilo(PVA)

El almidón pre-gelatinizado es utilizado para mezclar con almidones ya preparados, ayudando a que se mantengan frescos y se puedan utilizar como adhesivos. Se preparan secando rápidamente el almidón precocido.

El almidón es comúnmente utilizado como adhesivo secundario en emulsiones de adhesivos, pero también puede ser incorporado al acetato de polivinilo para preparar una mezcla de adhesivo con la particularidad de cambiar de sólido a líquido y aprovechar las características de ambos adhesivos.

Cuadro No. 11 Propiedades del Almidón y de la mezcla Almidón-PVA

	Pre-gelatinizado	Almidón-PVA
Forma	Hojuelas o polvo blanco soluble en agua	Pasta suave blanca acuosa.
Contenido de sólidos	18%	40%
Viscosidad	2000 mPas	10 000 mPas
Pegajosidad	Moderada	Moderada
Rapidez de unión	Baja	Moderada
Resistencia de la unión		
al calor	Buena	Moderada
al agua	Poca	Poca
a los solventes	Buena	Poca
al aceite	Buena	Buena
biodegradación	poca	Poca

Lazarus, 1990

A continuación se presentan únicamente los adhesivos sintético que mas comúnmente se utilizan en las uniones referentes al presente trabajo, por ejemplo, se omite al Poliéster ya que su única ventaja es la resistencia al calor, lo

cual lo hace excepcional para considerarse como Hot Melt, sin embargo forma uniones poco resistentes a la manipulación y a las condiciones de operación, por lo que no se utiliza para empaques. Es importante saber que existen muchos adhesivos sintéticos ya sea como polímeros solos o como copolímeros (mezclas de dos o mas polímeros) pero que por sus características no pueden ser utilizados en empaques de alimentos, aunque muchos de ellos están sustituyendo a los adhesivos naturales, principalmente los Hot Melt.

Por consiguiente se mostrarán los mas representativos de éste grupo, tomando en cuenta que sus propiedades no varían mucho de unos a otros.

7) Acrílicos:

El término acrílico es utilizado para cubrir un amplio rango de polímeros y copolímeros, por ejemplo, acrilatos, metacrilatos, y otros comonómeros. Están disponibles en muchas formas siendo las emulsiones y soluciones las que tiene aplicaciones importantes para empaclado. Hay muchas aplicaciones de estos materiales, pero son dos los que ilustran la versatilidad de los acrilatos, aquellas aplicaciones sensibles a la presión, las cuales son utilizadas para etiquetado, ya sea los solubles en agua o en solventes y todas ellas tienen una amplia gama de aplicaciones según las características que se deseen del producto final; y en las que se utiliza calor para fundir el polímero y aplicarlo al sustrato directamente.

Cuadro No. 12 Propiedades de los Acrílicos.

Vehículo	Agua	Solvente
Contenido de Sólidos	60%	40%
Viscosidad	500 mPas	200 mPas
Pegajosidad	baja	Moderada
Resistencia de la unión:		
al calor	poca	poca
al agua	moderada	buena
a los solventes	poca	poca
al aceite	poca	poca
biodegradación	buena	buena

Lazarus, 1990

8) Acetato de Polivinilo

Es una resina termoplástica sintética la cual es relativamente fuerte y quebradiza pero puede ser fácilmente plastificada para poder utilizarse como polímero adhesivo con marcada versatilidad en aplicaciones para empaque. Normalmente se presenta como una emulsión o mas exactamente como una dispersión, pero puede presentarse en disolución con un solvente. Como ejemplos de sus aplicaciones tenemos: Aplicaciones en frío para corrugados, tanto en las uniones de los canales como en el formado final de las cajas aplicado a los bordes laterales; etiquetado, sellado de cajas de cartón durante el proceso de empaque y laminaciones. Algo muy importante mencionar es que su función como adhesivo no cambia aunque cambien las condiciones del sustrato, las características del

proceso de aplicación y las condiciones del medio ambiente. Las técnicas de formulación son sencillas y bien entendidas obteniéndose adhesivos que pueden ser aplicados por los diferentes métodos (extrusión, chorro, aspersión, etc.).

Cuadro No. 13 Propiedades del Acetato de Polivinilo.

Forma	Dispersión acuosa blanca
Contenido de sólidos	40 – 80%
Viscosidad	Rango amplio
Pegajosidad	Bastante alta
Rapidez de unión	Rápida
Resistencia de la unión: al calor al agua a los solventes al aceite biodegradación	 baja poca a moderada baja buena buena

Lazarus, 1990

9) *Alcohol polivinílico*

Es una resina sintética la cual puede estar disuelta en agua formando una solución incolora y a veces se le agrega un mineral formando una solución con apariencia blanco cremosa. Hay dos clases de alcohol polivinílico, el hidrolizado completamente el cual produce películas relativamente resistentes al agua y el parcialmente hidrolizado, el cual produce películas muy sensibles al agua. Ambas soluciones tienen alta viscosidad y pegajosidad aunque su contenido de sólidos sea bajo, consecuentemente el costo en el uso de éstos adhesivos es bajo aún utilizando volúmenes altos en el sellado de cajas de cartón. Puede aplicarse a temperaturas medias ya sea el forma de solución o en forma de polvo, su única

desventaja es que debe almacenarse a temperaturas entre 7 y 10 ° C. Usualmente se combinan con otros adhesivos susceptibles a secar rápido, mejorando su pegajosidad y manteniendo la cantidad de humedad requerida. El limpiado de las máquinas es rápido, usando éste tipo de adhesivos.

Cuadro No. 14 Propiedades del Alcohol Polivinílico.

Hidrolizado	Parcialmente	Completamente
Forma	Solución incolora	Dispersión cremosa
Contenido de Sólidos	10%	25%
Viscosidad	1000 mPas	3000 mPas
Pegajosidad	ligeramente alta	alta
Resistencia de la unión:		
al calor	baja	moderada
al agua	moderada	moderada
a los solventes	buena	baja
al aceite	buena	buena
biodegradación	buena	buena

Lazarus, 1990

10) Resina Hot Melt

Es extraída de los árboles de pino o producida del proceso para la obtención de papel. Puede agregársele acetato de etilen-vinilo para incrementar su fuerza cohesiva. Se utiliza para el etiquetado de botellas de vidrio y latas, el proceso es en dos etapas, primero se adiciona la resina derretida y luego se adiciona una capa de pasta de almidón. Las ventajas en el uso de éstos adhesivos es su bajo costo, en comparación con otros adhesivos Hot Melt, su aplicación es a bajas temperaturas, tienen alta pegajosidad, y buena adhesión al estaño y al vidrio., sin embargo las uniones finales son débiles y quebradizas, pero se compensa con su alta fuerza cohesiva.

Cuadro No. 15 Propiedades de la Resina Hot-Melt

Forma	Gránulos o pastillas color café
Temperatura de operación	100 – 120 ° C
Temperatura de suavidad	65-70 ° C
Contenido de sólidos	40 – 60%
Viscosidad	Según la mezcla de copolímeros
Pegajosidad	Alta
Rapidez de unión	Rápida
Resistencia de la unión:	
al calor	baja
al agua	buena
a los solventes	baja
al aceite	aceptable
biodegradación	buena

Lazarus, 1990

Como podemos observar, todos los adhesivos antes mencionados son utilizados para uniones donde el papel es uno de los adherentes y en algunos de ellos el vidrio como otro de los adherentes, ambos en estudio en el presente trabajo.

Es muy importante considerar las propiedades de pegajosidad, viscosidad, rapidez de fijación y resistencia de la unión, que se muestran en los cuadros No. 6 al 15 de cada uno de los adhesivos para la correcta selección de los mismos, ya que determinan en gran medida la calidad de la unión que se va a efectuar, no olvidando que tienen que ser compatibles con el método de aplicación que se va a utilizar, ya que, como veremos posteriormente, esas propiedades también determinan el éxito de la correcta aplicación de los adhesivos.

Así pues deben considerarse tanto las características de la unión final como el diseño de las líneas de producción para que el adhesivo seleccionado cumpla lo mejor posible con su propósito de formar una unión resistente.

Ahora bien, al analizar cada uno de los cuadros No. 6 al 15, se observa que los adhesivos naturales como la goma animal, la caseína y las dextrinas tienen alta pegajosidad, lo cual favorece una rápida fijación de las uniones, sobre todo en las uniones papel-papel y en específico en el formado de plegadizas y sellado de corrugados y con esto podemos tener velocidades altas en las líneas de producción; en el caso de las uniones papel-vidrio refiriéndose específicamente al etiquetado, podemos seleccionar la caseína y el caucho natural, ya que son los que presentan buena resistencia al agua después de ser aplicados y esto nos garantiza que las etiquetas no se despegarán, sobre todo en las industrias embotelladoras, donde podemos tener exceso de agua tanto en las líneas de producción como durante el almacenaje, que normalmente es en frío y sabemos que la humedad presente es alta.

Los adhesivos sintéticos son excelentes en cuanto a la pegajosidad, pero también presentan poca resistencia al agua y por lo tanto se pueden presentar los aspectos antes mencionados. Aunque los adhesivos sintéticos están sustituyendo a los naturales, sobre todo por su fácil manipulación y alta disponibilidad, aún los adhesivos naturales tienen gran demanda porque facilitan el reciclado tanto del cartón como del vidrio.

Dentro de las propiedades de los adhesivos, debe tomarse en cuenta la forma que tiene el adhesivo antes de aplicarse al sustrato, esto es, si se trata de una disolución, de una emulsión o de sólidos en forma de gránulos que serán fundidos

con calor en el momentos de su aplicación, esto con la finalidad tomar en cuenta tanto la manipulación y almacenaje como los costos de los mismos aunando a ello también las características de la maquinaria por la cual se llevará a cabo el sellado de las cajas o el etiquetado. Posteriormente se analizarán los métodos de aplicación y se mencionarán estas consideraciones.

2. METODOLOGÍA.

2.1. Descripción del Cuadro Metodológico

A partir del objetivo general referente a analizar la aplicación de adhesivos para etiquetado de envase de vidrio y uniones de cartón tanto por sus características como por el método de aplicación empleado, se pretende establecer los criterios adecuados para tal hecho. Para ello, el presente trabajo inicia con la recopilación de la información referente a las clasificaciones de los adhesivos, las cuales nos describen la naturaleza de los mismos.

Es necesario entonces definir primeramente qué es un adhesivo y cuál es su función como responsable de unir 2 sustratos y formar un sello capaz de mantener el empaque en condiciones adecuadas para resistir la manipulación y las condiciones del medio donde se almacene.

Así mismo es importante conocer la teoría de la adhesión para entender qué es y cómo se logra la fuerza de unión entre los sustratos por medio del adhesivo, lo cual implica conocer cuáles son los tipos adhesión que existen, cuando entran en contacto 2 sustancias, una líquida que es el adhesivo y otra sólida que es el sustrato que se desea unir.

Por otro lado, deben mencionarse las propiedades generales que tienen los adhesivos, las cuales en conjunto determinan las características de cada adhesivo en particular y ellas son: la viscosidad, % de sólidos, tiempo de pegado pH y pegajosidad.

La información se presenta en cuadros que muestran los usos mas comunes a los que se destinan los adhesivos. Posteriormente se integra la información que nos determina qué adhesivo es el idóneo según los valores de las características antes mencionadas para así concluir con las perspectivas tecnológicas.

La otra parte importante del trabajo es conocer los métodos o técnicas de aplicación de los adhesivos para etiquetas y para corrugados, así pues, se detalla el funcionamiento y las características principales de los métodos de aplicación de adhesivos mas comúnmente utilizados en la industria, así como las ventajas y desventajas que cada uno de ellos presentan. Aunado a lo anterior, se mencionan las condiciones generales en el uso de adhesivos.

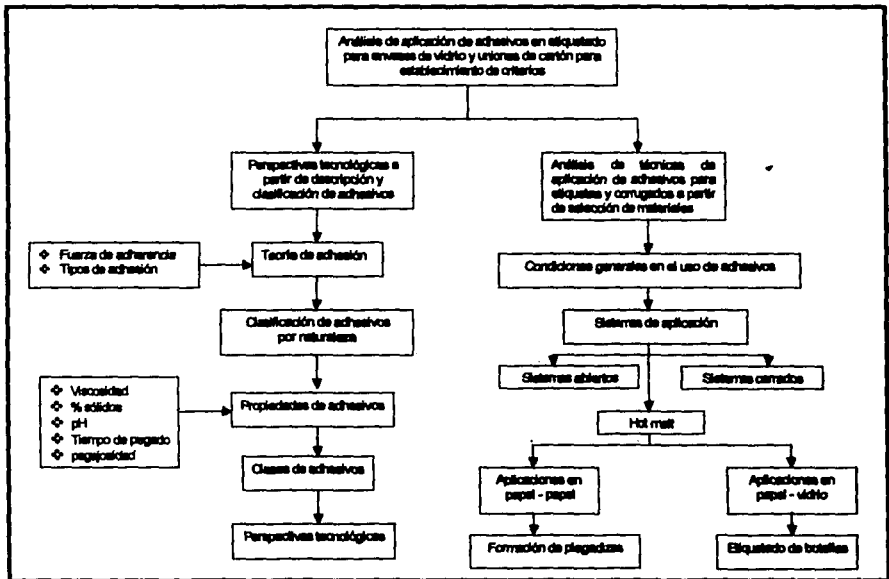
En cuanto a los sistemas de aplicación de adhesivos, se muestran las características de los sistemas tanto abiertos como cerrados y en especial los sistemas que se utilizan para aplicar los adhesivos Hot Melt, que en la actualidad se ha desarrollado en gran medida.

Finalmente se explican en forma sencilla pero completa las aplicaciones de adhesivos en las uniones papel-papel, que en el caso específico de ésta investigación, se refiere al sellado de cajas plegadizas y en las uniones papel-vidrio, siendo enfocado al etiquetado de envases de vidrio.

2.2. DIAGRAMA DE BLOQUES

Cuadro No.16

CUADRO METODOLÓGICO



3. PERSPECTIVAS TECNOLOGICAS

3.1. CARACTERÍSTICAS DE ADHESIVOS PARA EL ENVASADO.

Algunas de las características de los adhesivos más empleados en sistemas de envases se indican en los cuadros No. 17,18,19 y 20 haciendo énfasis en su origen, características y aplicaciones, a manera de integrar la información contenida en el capítulo I; Entre ésta lista no exhaustiva destacan para los objetivos de este trabajo los materiales derivados de origen animal como la cola animal y caseína requiriendo este último alcohol o amoníaco como diluyente lo que reduce su campo de aplicación. Se indican de igual manera los de origen vegetal con un campo de aplicación más amplio y en el que todos ellos son aplicables a sistemas papel - papel o papel - vidrio de los cuales destacan las jaleas adhesivas, pastas y dextrinas no boratadas y finalmente aquellos de características sintéticas como elastómeros y termoestables con poca aplicación. Otro grupo de importancia tecnológica lo representan los HOT MELTS cuyas características son indicadas en el cuadro No. 20 y cuyas aplicaciones están encontrando diversificaciones importantes dentro de la industria de los envases, específicamente con usos en cartón y aplicaciones basadas en el valor de la temperatura de fusión para el sellado o conformado de cajas.

Cuadro No. 17 Características de adhesivos de origen animal mas empleados en empaques.

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN
<i>Pegamentos de cola animal</i>	Solubles en agua, insolubles en solventes orgánicos, duros al secarse, p ^H ligeramente ácido. Presentación: plastificados o sin plastificar. Aplicación en caliente: 60 – 70 °C	Laminados Forrado de cajas Encuadernación
<i>Caseína</i>	Resistencia moderada y alta al agua, Alta pegajosidad, Requieren amoníaco o alcohol como diluyentes, duros al secarse. Mejores que las colas animales o vegetales para adherir superficies plastificadas, entintadas, barnizadas y con lacas.	Sellado de cajas Etiquetado de latas Estampado de láminas Etiquetado de botellas Y sobre barniz.

Lazarus, 1990

Cuadro No. 18 Características de adhesivos de origen vegetal mas empleado en empaques.

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN
<i>Pegamentos vegetales</i>	Solubles en agua, insolubles en solventes orgánicos, no adhieren superficies entintadas, barnizadas o con capas de resina.	Papel-papel Papel-vidrio Similares
<i>Jaleas adhesivas</i>	Resistentes a la humedad y esterilización, no cristalizan y tienen buena adhesión final. En forma alcalina son mas estables para adherir en botellas,	Laminados Engomadores de mesas Operaciones manuales Etiquetado de botellas
<i>Pastas</i>	Generalmente coloreadas y resistentes a la humedad, suaves y semifluidas (viscosidad variable y pH ácido).	Etiquetado a mano Montaje Laminado
<i>Dextrinas boratadas</i>	Colores café oscuro, Fluidas, pegajosas, y secan relativamente rápido, p ^H alcalino	Corrugados Laminados Tobos espirales Costuras y sellado de sacos Etiquetado
<i>Dextrinas no boratadas</i>	Colores amarillo pálido o café oscuro, p ^H ácido que se puede modificar.	Forrado y cerrado de plegadizas Etiquetado botellas Etiquetado de latas.

Lazarus, 1990

Cuadro No. 19 Características de adhesivos termoestables y elastómeros
mas empleados en empaques.

Termoestables		
TIPOS	CARACTERISTICAS	APLICACIÓN
<i>Urea</i>	No vuelven a fundir	Metal
<i>Melaminas</i>	Algunos solidifican a temperatura ambiente	Madera
<i>Formaldehidos</i>		Cerámica
<i>Poliesteres</i>	Requieren de diferentes sistemas de curado	Vidrio
<i>Pollamidas</i>		
<i>Resinas epóxicas</i>	Varía su estabilidad a la temperatura	
<i>Resinas fenólicas</i>	Proporcionan uniones muy fuertes	
Elastómeros		
TIPOS	CARACTERISTICAS	APLICACIÓN
<i>Adhesivos de látex</i>	Líquidos color blanco a negro, de olor amoniacal, pH alcalino y poco estables.	Laminados de papel
<i>Bases de caucho</i>		Películas plásticas
<i>Soluciones dispersiones y dispersiones en agua</i>	Baja fuerza de unión pero alta flexibilidad, no someterlos a altas tensiones. Suavizan con el calor pero no funden	Bolsas de PE
		Etiquetado sobre superficies entintadas y barnizadas
		Sellado de cajas
		Superficies enceradas
<i>Lacas</i>	Contienen solventes orgánicos Base de nitrocelulosa PVAc, caucho sintético	Etiquetado a prueba de agua
		Laminados plásticos
		Caucho-metal
		Metal-metal

Lazarus, 1990

Cuadro No. 20 Características de adhesivos termoplásticos (hot-melts)

mas empleados en empaques.

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN
<i>Polivinil acetato (emulsiones sintéticas)</i>	Pueden volver a fundir Suavizan con el calor Mayor fuerza de unión y resistencia a la humedad que los naturales Baja resistencia a despegarse Pueden contener solventes Color blanco pH ácido Capas fuertes al secar	Sellado de cajas de cartón Plegadizas Sobres Envases de leche Bolsas de papel Sellado de sacos Sellos de garantía (de vidrio y plástico)
<i>Acetato de vinil etileno Derivados de celulosa Polivinil-alcohol Poliacrilatos Poliéteres Oleoresinas</i>	Endurecen de segundos a minutos	Laminados de plásticos y metales Aplicaciones criogénicas

Lazarus, 1990

3.2. CONDICIONES GENERALES EN EL USO DE ADHESIVOS.

La aplicación de los adhesivos al sustrato, adherente o material a unir, debe ser en forma fluida para mojar bien la superficie sin dejar espacios vacíos, aun en superficies rugosas, por lo que deben tener la viscosidad adecuada dependiendo de las características tanto de la superficie a unir como del tipo de técnica por el cual el adhesivo se aplicará. Para desarrollar una alta firmeza cohesiva, el adhesivo tiene que fijarse al tipo de sustrato.

El paso de fluido a sólido de un adhesivo puede ser llevado a cabo de varias formas:

- a).- Por enfriamiento de un termoplástico.
- b).- Por pérdida del vehículo solvente.
- c).- Por polimerización "in situ".
- d).- Por sensibilidad a la presión.

Lo anterior debe ser tomado en cuenta para la selección del adhesivo a utilizar, ya que éstas características determinan el éxito del sellado y el tiempo en que se forma la unión. En el cuadro No. 21 se muestran algunas ventajas y desventajas para determinar el adhesivo adecuado.

Cuadro No. 21 Ventajas y desventajas en la aplicación de adhesivos.

TIPO DE APLICACIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Enfriamiento de un termoplástico.	*Aplicables en cualquier superficie. *Uniones rápidas en las líneas de producción. *Alta fuerza de unión. *Mayor disponibilidad. *Velocidades de producción altas.	*Sistemas de aplicación más sofisticados. *No reciclables.
Liberación del vehículo solvente.	*Alta fuerza de unión. *Mayor penetración y distribución en el adherente. *Mas aplicabilidad a bajas temperaturas. *Fácil manejo y almacenamiento. *Costos aceptables.	*Uniones lentas en líneas de producción. *Debe de controlarse la viscosidad y el % de sólidos. *Pueden formar nata en líneas de producción lentas.
Polimerización "in situ"	*Alta fuerza cohesiva. *Fácil manejo y almacenamiento.	*Uso de adhesivos específicos. *La reacción es exotérmica. *No se utilizan en etiquetado. *Mayores costos.
Aplicación por sensibilidad a la presión	*Resistentes a la oxidación y a la luz. *Resistencia al ataque microbiano.	*Muy sensible a la ruptura. *Manipulación cuidadosa.

Skeist, 199

Los termoplásticos pueden ser aplicados sobre una superficie por:

- Hot - melt.
- Como un polvo.
- Por extrusión.
- Un solvente seguido del secado o enfriado.

Los "Hot - melt" tienen menor peso molecular y menor viscosidad que los termoplásticos.

El enfriamiento de un "Hot - melt" es mas rápido que la evaporación de un solvente lo cual ofrece mayor velocidad de producción al empacar un alimento.

El peso molecular y la polaridad son determinantes en la fuerza de unión de "Hot - melt".

La tensión superficial es importante considerarla en la aplicación de un adhesivo, ya que se presenta en todos los materiales, ya sean sólidos o líquidos.

Si nos imaginamos una gota de un líquido sobre una superficie plana, la tensión superficial del líquido tiende a darle forma de montículo, en cambio el sólido tratará de extenderla hacia una forma plana. Si la energía superficial del sólido es mayor que la del líquido, la gota se extenderá. Ver Figura 2.

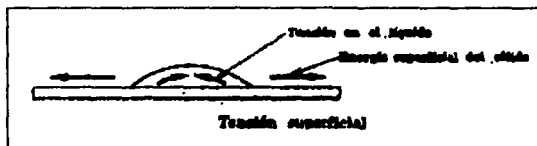


Figura No. 2 Superficie líquida y sólida en contacto

Diver, 1989

La tensión superficial regula la intimidad del contacto que puede lograrse con un adhesivo sobre una superficie sólida. Todas las superficies tienen un cierto grado de textura microscópica, que debe recubrirse para lograr una buena adherencia, tal como lo muestra la figura No. 3.

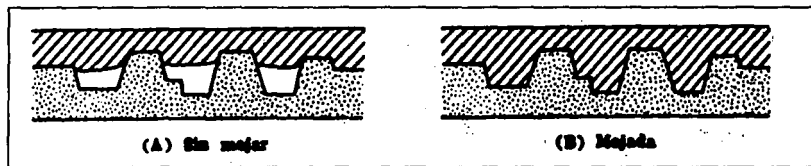


Figura No. 3 Mojado de un sustrato sólido por un adhesivo fluido

Diver, 1989

Esto pone en evidencia que el mojado puede lograrse ya sea aumentando la energía superficial del sólido o disminuyendo la tensión superficial del líquido.

La energía superficial de los sólidos también puede expresarse como tensión superficial crítica; esto es, la tensión superficial que se requiere en el líquido para que moje al sólido, por ejemplo, el polietileno, los fluorocarbonos y los silicones tienen poca adherencia debido a que sus tensiones superficiales críticas son menores que las de la mayor parte de los adhesivos. Por consiguiente, ningún grado de limpieza con un disolvente ni la formación de rugosidades en la superficie producirán buena adherencia.

La limpieza de una superficie aumenta la tensión superficial crítica y, por consiguiente, la adherencia.

3.3 APLICACIÓN DE LOS ADHESIVOS.

Para lograr una resistencia máxima se recomienda mojar ambas superficies del sustrato con el adhesivo, pero esto en la mayoría de los casos no es posible debido al diseño de las líneas de producción. Lo que si es importante tomar en cuenta es que los huecos formados durante la aplicación del adhesivo provocaran contracciones de esfuerzos que disminuirán la resistencia de la junta. La figura No. 4 muestra una técnica que evita la formación de bolsas de aire en la junta.

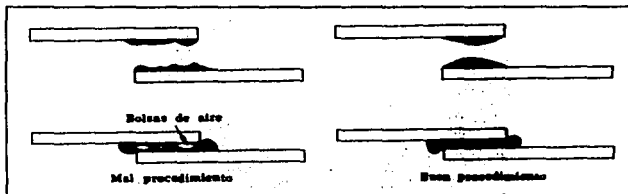


Figura No. 4 Aplicación del Adhesivo.

Diver, 1989

Por lo general las capas que actúan sobre los adhesivo, son de tipo cortante. Las mayorías de las juntas introducen algún grado de fuerzas de tracción o tensión. En la Figura No. 5 se ilustran los esfuerzos en una junta simple sometidas a fuerzas cortantes. Las fuerzas de flexión en una junta traslapada sometida a una fuerza cortante puede producir una falla iniciada por la tensión.

Un cambio de diseño puede reducir este problema; la Figura No. 6 ilustra la forma de obtener una resistencia máxima. La grafica de la figura No. 7 ilustra La resistencia de dos tipos de juntas. (Diver, 1989)

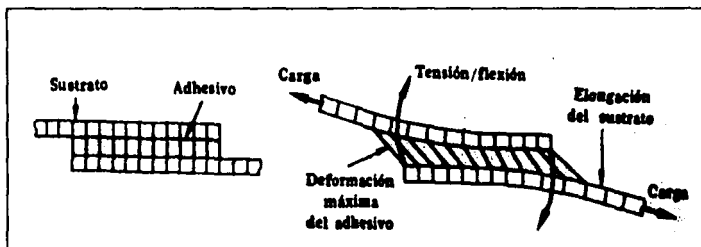


Figura No. 5 Junta traslapada en tensión.

Diver, 1989

	Resistencia: c/lien lb/plg ² kN/cm ²	
Traslape simple	3 000	20 700
Traslape biselado	5 000	40 700
Bufoada	6 400	44 100
Traslape doble	6 400	44 100
Traslape con doble biselado		

Figura No. 6 Diseños de juntas con adhesivos.

Diver, 1989

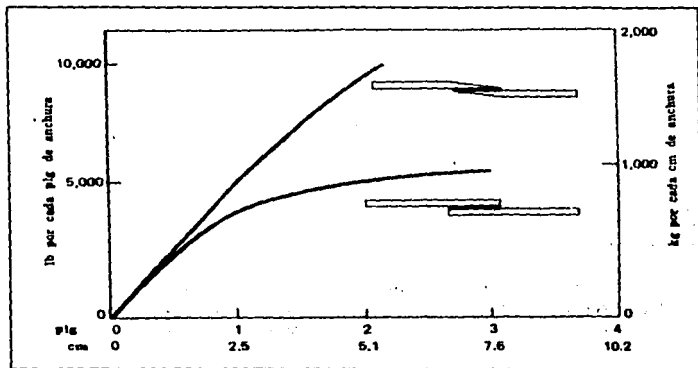


Figura No. 7 Gráfica de resistencia cortante típica de una junta.

Diver, 1989

La mayoría de los adhesivos presentan una buena resistencia a la tracción y al cizallamiento, pero son débiles en cuanto al acufamiento y/o a la resistencia al pelado (Ver Figura No. 8). En lo posible se deberían eliminar de las uniones adhesivas el acufamiento y las fuerzas de pelado. Un buen diseño de la unión debe así mismo permitir el área máxima de unión posible, la fijación mecánica y la unión adhesiva. La simple unión de los sustratos se puede mejorar de distintas maneras: aumentando el espesor de cada adherente o realizando un tipo de unión de cizallamiento de doble solapa. Ambas uniones reducen las fuerzas de pelado y acufamiento en el borde de la unión adhesiva, causada por el descentramiento de los adherentes. (*Loctite handbook, 1997*)

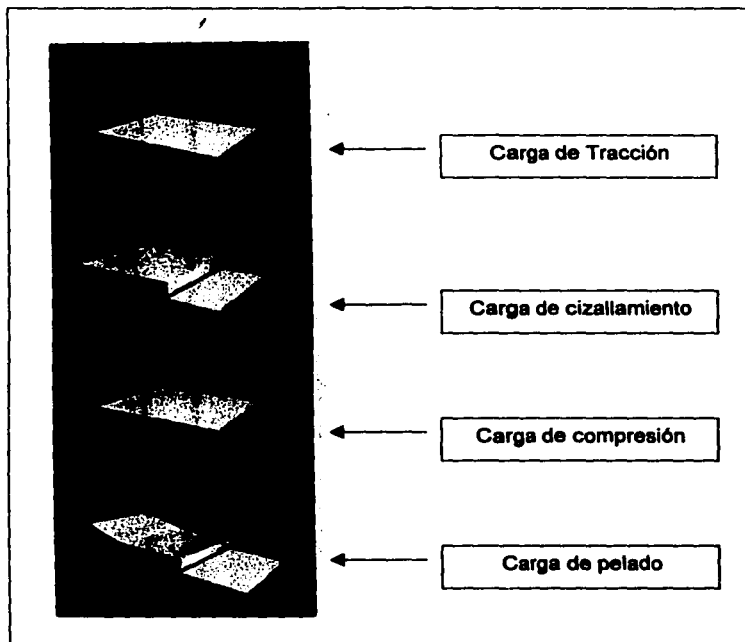


Figura No. 8 Tipos más comunes de carga.

Loctite handbook, 1997

Los axiomas siguientes pueden ser de ayuda en el diseño de uniones adhesivas, es importante comprobar dichos axiomas antes de utilizar adhesivos en la producción.

- La carga de fallo de las uniones por solape se incrementa al aumentar la anchura de la unión. Una unión de 2 cm. de ancho, puede tener una resistencia doble que una de 1 cm.
- La carga de fallo de las uniones por solape no aumenta proporcionalmente con la longitud o el área. Una unión de 4 cm. de longitud, es posible que no aguante una carga apreciablemente mayor que una unión de 2 cm.
- La durabilidad, tenacidad y resistencia relativa de las uniones adhesivas puede no correlacionarse directamente con el valor de la resistencia relativa de los adhesivos. Es importante recurrir a los datos de resistencias relativas de los adhesivos si están disponibles. A menudo formulaciones adhesivas de menor resistencia, flexibles y de alta elongación pueden dar resultados superiores.
- La rigidez de los adherentes y del adhesivo influye sobre la carga de fallo de la unión. En general tanto mas rígido sea el adherente con respecto al adhesivo, menor será la influencia de la geometría de a unión sobre la carga de fallo de la misma. (*Loctite Handbook, 1997*)

Partiendo del análisis de los cuadros 17,18,19 y 20 donde se muestran las características de los adhesivos mas empleados, se observa que los de origen vegetal como el almidón, las jaleas adhesivas, las pastas, las dextrinas y algunos adhesivos de origen animal como la caseína y la cola animal son comúnmente utilizados. Sin embargo existen también algunos polímeros plásticos como adhesivos de látex, bases de caucho y el polivinil acetato que se usan para las

uniones ya mencionadas; todos ellos para cuando el objetivo principal es mantener las etiquetas en el envase de vidrio y las plegadizas y corrugados en condiciones de humedades relativas altas.

Las necesidades de mantener en buenas condiciones esas uniones es por lo siguiente:

- 1.- En el caso de las uniones papel – papel para mantener la firmeza y resistencia.
- 2.- En el caso de las uniones papel – vidrio porque algunas etiquetas son el sello de garantía y por que contiene información específica como código de barras, contenido nutrimental, fechas de elaboración y caducidad, entre otras.

Así pues, para que las uniones sean satisfactorias, es muy importante seleccionar el adhesivo adecuado.

Con respecto a la información presentada relativa al diseño de las uniones, observamos que es muy importante que el diseño de las líneas de producción sea el adecuado para la formación de las cajas y mas importante aun que sea acorde a la aplicación de adhesivo.

Podemos concluir entonces que además de la correcta selección de adhesivo es importante también la correcta selección del tipo de aplicación que este tendrá en la línea de producción. La relación adhesivo / sistema de aplicación es específica para cada línea de producción y depende de las características del material a unir, de la forma final del empaque y de la calidad final del sello demandada por las condiciones de manejo, manipulación y almacenaje, finalmente de la apariencia agradable que debe tener el producto terminado.

3.4. SISTEMAS DE APLICACIÓN DE LOS ADHESIVOS.

La tecnología de aplicación está relacionada con el método por el cual se aplican los adhesivos a las superficies o sustratos (materiales a ser adheridos). Se sobreentiende que hay un conocimiento completo, tanto de las características de los sustratos como del equipo mecánico con el que se aplica el adhesivo. El equipo de aplicación varía desde los más simples (tales como un engomador o rodillo) hasta el más complicado como es la máquina funcional de alta velocidad.

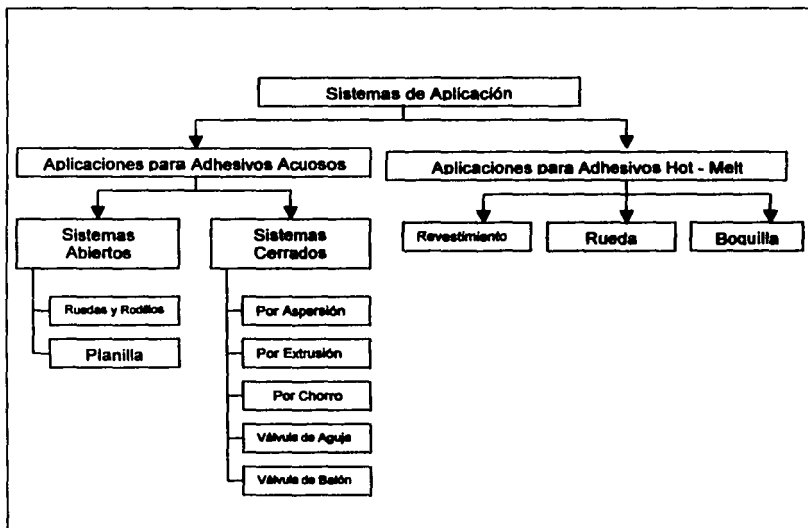
En forma general los datos de importancia primordial son:

- 1.- La forma en como el adhesivo es aplicado al sustrato, cómo se controla su espesor y cómo se comprime la combinación resultante.
- 2.- La clase de sustratos que se unirán.
- 3.- Los requisitos de uso final que deben satisfacer.
- 4.- El factor de costo implicado.
- 5.- Las condiciones de planta bajo las cuales ésta combinación tiene lugar.

Existen muchas más variables específicas en cada una de estas consideraciones, las que podrán claramente indicar el alto grado de influencia que el método de aplicación tendrá sobre la selección del adhesivo. *(Rodríguez, 1991)*

Para aplicar los adhesivos en sistemas mecanizados, debe tomarse en cuenta la naturaleza de ellos, así podemos clasificar los sistemas según lo muestra el siguiente diagrama.

Cuadro No. 22 Clasificación de los Sistemas de Aplicación



Kochman, 1990

A continuación se describe brevemente cada uno de ellos indicando la relación entre el comportamiento óptimo del adhesivo y los requerimientos según la línea de producción mas comúnmente usada.

3.4.1. Sistemas Abiertos.

Son llamados así por que los depósitos que contienen el adhesivo están abiertos y por lo tanto, dicho adhesivo esta en contacto con el medio ambiente. Los aplicadores consisten básicamente en rodillos y ruedas manejados mecánicamente.

En su forma mas simple el sistema abierto se describe como un deposito por el cual gira un rodillo sumergido parcialmente en el adhesivo y en forma revolvente este es depositado en la superficie a unir.

Dependiendo la línea de producción, de la superficie a pegar y de la cantidad de adhesivos que se requiere, se tienen diferentes combinaciones de rodillos y aspas según lo muestra la Figura No. 9

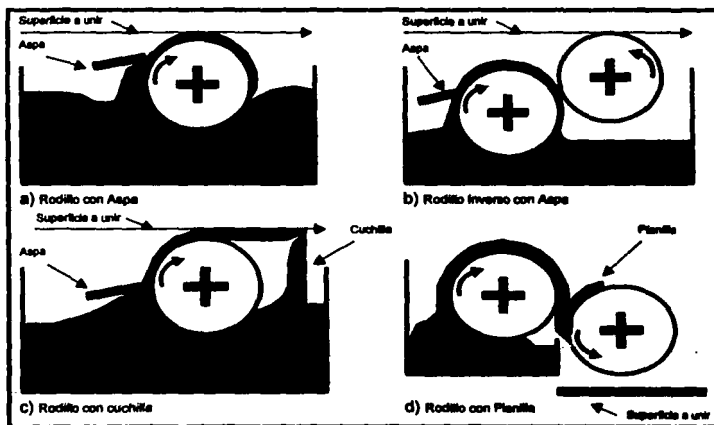


Figura No. 9 Sistemas Abiertos de Aplicación de Adhesivos.

Kochman, 1990

Con este tipo de sistema el agua o el disolvente puede evaporarse del adhesivo, causando que se espese o que se vaya secando tanto en el rodillo como en las aspas o cuchillas, esto a la vez provoca que la cantidad de adhesivo requerido en la superficie no sea la adecuada.

Es importante considerar la velocidad de aplicación del adhesivo y la temperatura del medio ambiente, que normalmente es alta por el calor que generan las maquinas en movimiento y la ventilación de la fabrica.

El adhesivo ideal para los sistemas de aplicación abiertos, aparte de sus propiedades adhesivas y características de unión pueden ser :

- a).- Que mantenga su consistencia en el deposito durante todo el proceso de producción.
- b).- Que no permita entrada de aire.
- c).- Que se aplique la cantidad requerida aun con los cambios de velocidad de la maquina.
- d).- Tener Buena resistencia al secado y que no forme "nata" mientras se para y arranca la maquina.
- e).- Que permita la fácil limpieza de la maquina al termino de la producción.

Según lo anterior, podría decirse que es difícil encontrar el adhesivo adecuado para ser aplicado en sistema abierto, sin embargo es el más utilizado para el formado y cerrado de cajas de cartón y para etiquetado desde hace mucho tiempo, ya que permite una velocidad de producción adecuada y el uso de diversos adhesivos, entre los cuales se encuentran la caseina, los derivados del almidón y algunos elastómeros.

Con este tipo de aplicación se obtiene un alto grado de exactitud o precisión.

3.4.2. Sistemas Cerrados.

Estos sistemas se caracterizan por tener un depósito del adhesivo cerrado y lejos del sistema aplicador. Las cantidades de adhesivos utilizados son menores. Pueden ser clasificados de acuerdo a las características del adhesivo, necesarias para su aplicación y así se tienen los siguientes:

- a).- Por aspersión o Rociado.
- b).- Por extrusión.
- c).- Por Chorro.
- d).- Por Válvula de Aguja.
- e).- Por Válvula de Balón.

- a).- Por aspersión o Rociado.

Este sistema se desarrolla de la válvula aspersora tradicional usada para pintar, pero en este caso es el adhesivo quien se rocía formando una capa fina en la superficie del material a unir.

Se recomiendan adhesivos que se solidifiquen por pérdida de agua o solvente en forma rápida para aprovechar las velocidades de las máquinas empacadoras.

El adhesivo es alimentado desde el tanque a una presión de 40 – 50 psi (2 – 3 bar) hasta la pistola dosificadora. Cuando se requiere el adhesivo, la aguja de la pistola se contrae liberándose el adhesivo y al mismo tiempo el aire a presión provocando la aspersión. La cantidad de adhesivo se controla ajustando la distancia de la aguja al retraerse y la presión del adhesivo.

La altura de la pistola con respecto a la superficie a rociar determina el ancho de la capa de adhesivo aplicada.

La cabeza de la pistola se puede ajustar de acuerdo a la viscosidad del adhesivo, siendo entre 1- 5 poise la recomendada. Ver Figura No. 10

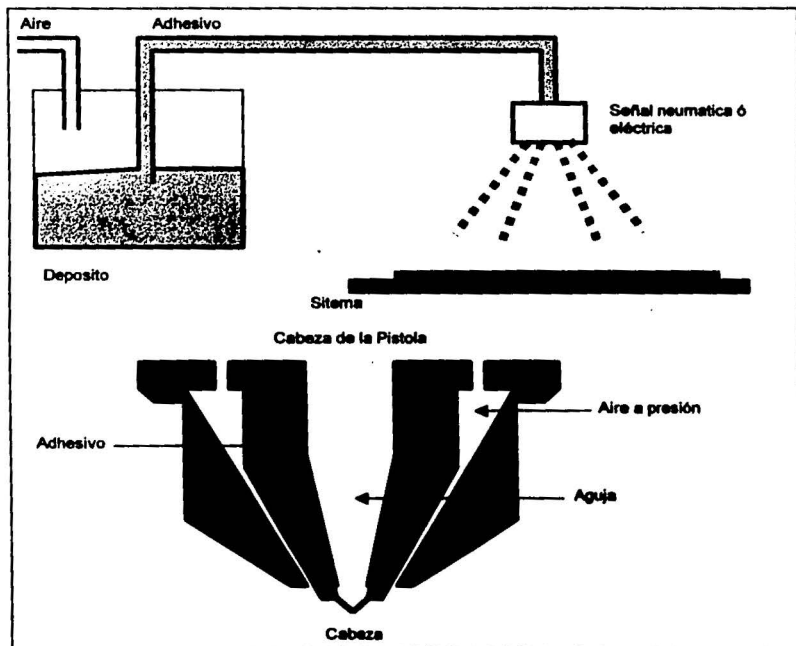


Figura No. 10 Sistema de aplicación por Aspersión.

Kochman, 1990

b).- Por Extrusión.

En este sistema el adhesivo es extruido y empujado a través de pequeños canales hasta la superficie a unir, la válvula que controla el adhesivo está atrás del punto de aplicación del mismo y así, la cabeza hace contacto con la superficie ligeramente. El adhesivo es alimentado bajo una presión de 20 – 50 psi / 1.5 – 4 bar hacia la cabeza engomadora. Cuando la válvula de la cabeza se abre neumáticamente o eléctricamente el adhesivo es forzado a salir por los pequeños canales. Ver Figura No. 11

La selección de adhesivo en cuanto al tamaño de sus granos lo determina el ancho y la distribución de los canales de la cabeza, mismos que pueden cambiar según los requerimientos de cantidad de adhesivo a aplicar y esto debe relacionarse bien con la presión del sistema.

Los sistemas de extrusión pueden operar en cualquier dirección pero es importante mantener el ángulo recomendado para que la aplicación sea la deseada.

Se recomiendan adhesivos con viscosidades entre 5-25 poise, y aquellos que no formen nata ya que los tiempos en que la máquina se detiene pueden obstruir las salidas de los canales. Algunas máquinas resuelven éste problema poniendo las cabezas dosificadoras sobre unos cojines húmedos evitando así que el adhesivo solidifique.

Éste sistema es comúnmente usado para formado y sellado de cajas de cartón. Ver Figura No. 11

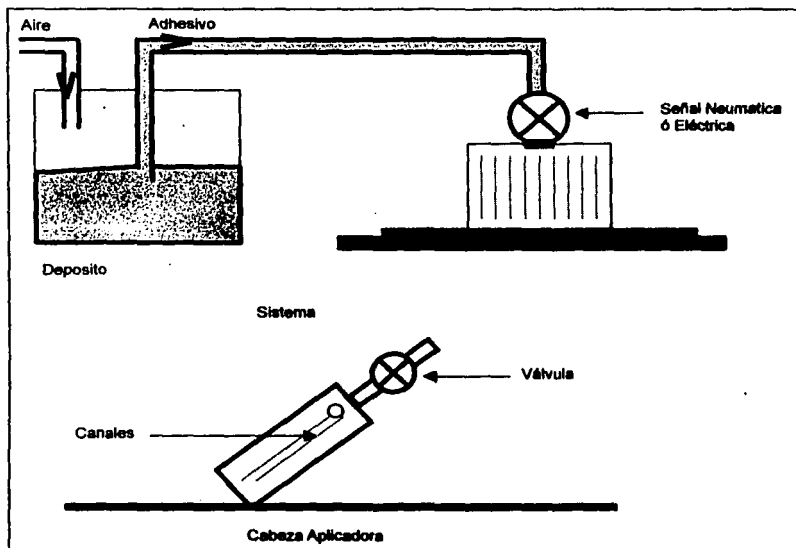


Figura No. 11 Sistema de Aplicación por Extrusión.

Kochman, 1990

c).- Por chorro.

Éste sistema es similar al de extrusión en cuanto a que los granos del adhesivo son llevados hasta la cabeza dosificadora por presión y luego el adhesivo ya fundido es aplicado sobre la superficie a través de pequeños orificios. La diferencia es que la pistola dosificadora es mas sofisticada, según lo muestra la Figura No. 12

El funcionamiento consiste en una aguja fijada a un sistema que se mueve de arriba a abajo (armadura) inyectando el adhesivo a una boquilla que estará en contacto con la superficie donde se depositará el adhesivo. Cuenta también con unas bobinas eléctricas que funden el adhesivo antes de ser pasado a la armadura con la aguja. Se requieren adhesivos con viscosidades entre 3 – 5 poise que no formen nata para evitar que la boquilla se tape y que no formen hebra para evitar embarrar áreas que no requieren adhesivo. Con éste sistema de aplicación se obtienen raciones de adhesivo tan pequeñas como se requiera y también mayor precisión de aplicación.

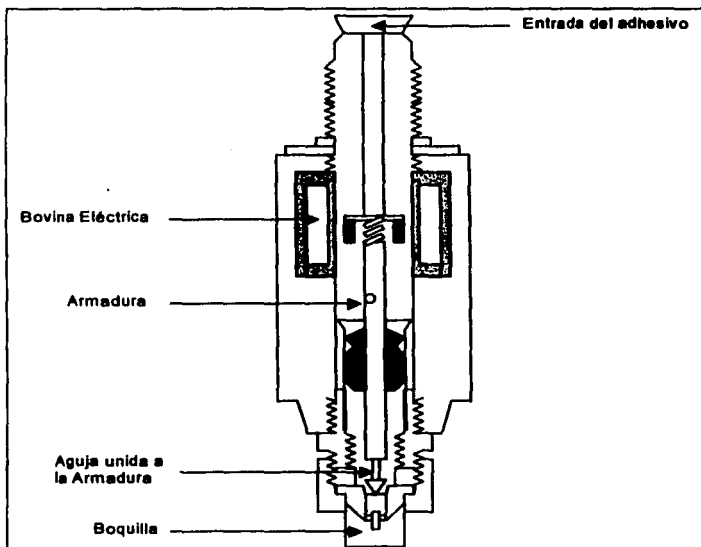


Figura No. 12 Estructura de la pistola dosificadora en sistema de chorro.

(Kochman, 1990)

d).- Sistema de válvula de aguja.

Al igual que los sistemas anteriores se requiere una presión para dosificar el adhesivo, la cual es de 40 –250 psi.

El mecanismo funciona cuando la aguja se contrae hacia arriba y permite el paso del adhesivo hacia la superficie a engomar.

El ancho del adhesivo depositado en la superficie depende del diámetro de la boquilla. La viscosidad recomendada es de 2 – 5 poise. Es necesario un filtro antes de la pistola dosificadora para eliminar cualquier impureza presente en el adhesivo y evitar que la boquilla se tape. Ver Figura No. 13

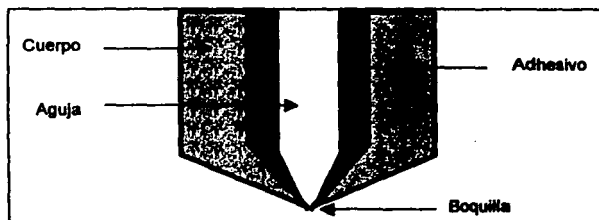


Figura No. 13 Cabeza de la pistola de Válvula de aguja.

Kochman, 1990

e).- Sistema de válvula de Balón.

En éstos sistemas el adhesivo es alimentado desde un depósito que se encuentra justo arriba de la pistola dosificadora aprovechando la fuerza de gravedad, o la presión del deposito del adhesivo que se encuentra lejos del sistema de aplicación con valores de 0.5 – 1.0 bar / 20 psi. a una o mas válvulas de balón.

La válvula consiste en un cuerpo metálico del que sobresale un balón también metálico unido a un resorte; cuando la válvula es puesta en la superficie a unir, el balón se retrae debido a la presión permitiendo la salida del adhesivo. El movimiento de la pistola dosificadora junto con el balón se produce mecánicamente, neumáticamente o eléctricamente. Ver Figura No 14.

La cantidad de adhesivo aplicada depende del diámetro de la boquilla y de la presión del tanque de depósito .

Si se usa la gravedad se recomienda una viscosidad del adhesivo de 10 – 15 poise, sin embargo se pueden utilizar mayores viscosidades pero con la aplicación de presiones mas altas en los tanques de depósito.

Éste sistema tiene entre otros usos el formado de cajas y sellado de cartón en líneas de producción continuas.

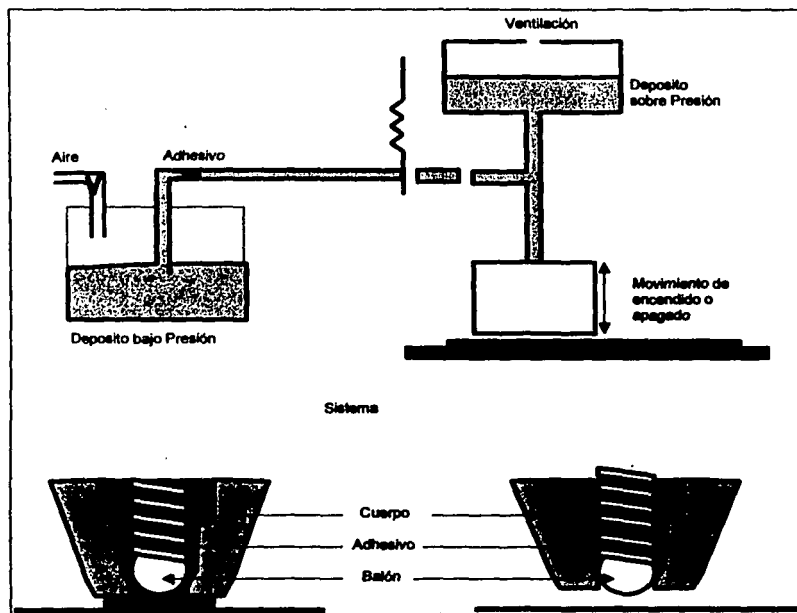


Figura No. 14 Sistema de Aplicación con válvula de balón

Kochman, 1990

3.5 SISTEMAS DE APLICACIÓN DE ADHESIVOS HOT - MELT

Hay 3 tipos básicos de aplicación de adhesivos Hot-Melt usados en la industria de empaques: por revestimiento, de rueda y de boquilla.

Cada uno de ellos tiene ventajas y limitaciones de acuerdo a las necesidades del proceso y a los materiales a unir.

Los principios de cada uno de los sistemas se describe a continuación ya que la correcta selección de sistema nos dará el éxito de la operación. Es importante recordar que también el adhesivo juega un papel importante en particular su viscosidad, su grado de resistencia a secarse en tiempo de control abierto, su forma y la habilidad de controlar la cantidad de adhesivo aplicado al sustrato.

3.5.1. Sistema de aplicación por revestimiento.

Este sistema es simple y de bajo costo para la aplicación de Hot – Melt.

Consiste en una palanca con dedos los cuales se sumergen en un deposito que contiene el adhesivo derretido, la palanca es llevada hasta el sustrato o superficie a unir y los dedos bañados en adhesivos depositan éste en dicha superficie.

Así, el revestimiento solo puede usarse en maquinas de movimiento intermitente, sin embargo esto limita la velocidad del proceso de empaque.

Este sistema es idóneo para aplicar los adhesivos de Hot – Melt ya que puede utilizarse en superficies de unión difíciles, sobre todo se usa en uniones de formado de cajas de cartón.

Existen 2 tipos de sistemas de revestimiento: A) Cuando la palanca deposita el adhesivo en la parte superior del sustrato y B) Cuando la palanca deposita el adhesivo en la parte inferior del sustrato. Ver Figuras.15 y 16.

En este tipo de sistemas se puede controlar la cantidad de adhesivo que se quiere aplicar de acuerdo a la fuerza de la unión final que se requiera, esto se logra manejando un área mayor o menor dependiendo del área de los dedos de la palanca.

Es importante considerar que a mayor viscosidad del adhesivo se aplicara mayor cantidad, esto influye en los costos ya que se gasta mas adhesivo, sobre todo cuando el recipiente que contiene el adhesivo es abierto y contribuye a secar dicho adhesivo.

Las viscosidades recomendadas de lo adhesivos para estos sistemas de aplicación son: 400 – 1200 cpoises para revestimiento inferior y 400 – 800 cpoises para revestimiento superior.

Es muy importante que la distancia entre la palanca aplicadora y la superficie a unir sea corta para evitar el escurrimiento del adhesivo.

Una gran ventaja de los aplicadores por revestimiento es que pueden diseñarse para aplicar patrones complejos de adhesivos, a este respecto, son mas versátiles que otros tipos tradicionales de aplicación de adhesivos.

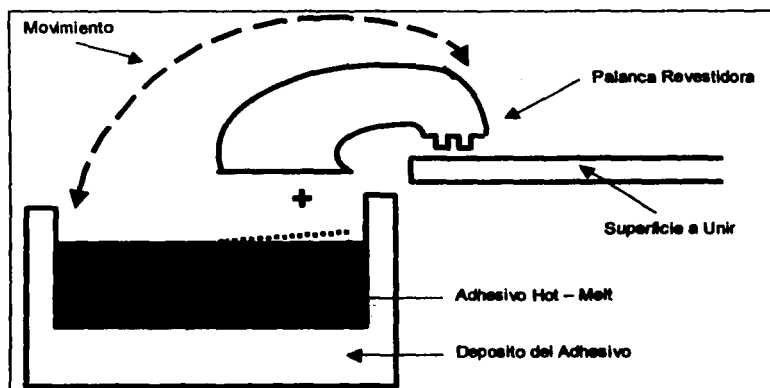


Figura No. 15 Sistema de Aplicación por revestimiento superior

Kochman, 1990

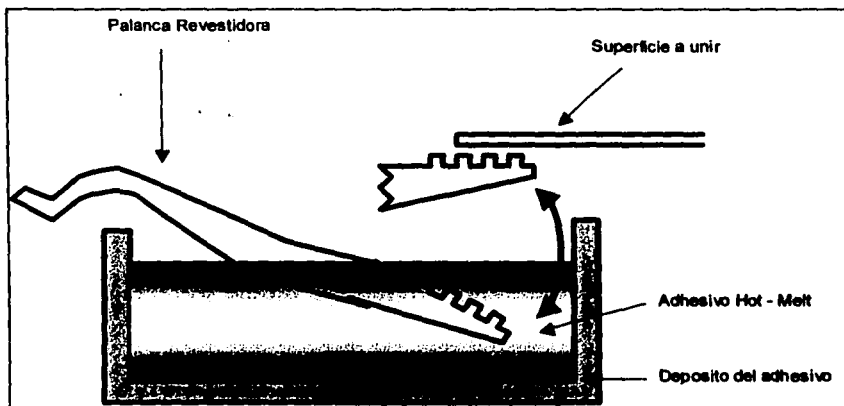


Figura No. 16 Sistema de Aplicación por revestimiento inferior

Kochman, 1990

3.5.2. Sistema de aplicación por Rueda.

El aplicador por rueda es un método popular para aplicar adhesivos Hot - Melt. Se aplica una pequeña cantidad de adhesivo al sustrato en movimiento por lo que es usado en líneas de producción continuas y sobre todo en la industria de empaques de cartón.

Este sistema consiste en una rueda parcialmente sumergida en un baño de adhesivo, tiene una aspa ajustable para controlar la cantidad de adhesivo requerida. Ver Figura 17.

Al tener la cantidad de la muestra de adhesivo a aplicar, tenemos el control del tiempo abierto del Hot - Melt. Al abrir la distancia entre el aspa y la rueda, aumenta la cantidad de adhesivo a aplicar y por lo tanto el tiempo abierto del adhesivo se incrementa. Para obtener mejores resultados también es importante

ajustar la profundidad a la que está la rueda sumergida en el adhesivo ya que puede aplicarse incorrectamente.

Las viscosidades recomendadas para esta sistema están entre 500 y 1500 cpoises a temperatura de aspersion. A viscosidades menores de 500 cpoises el adhesivo puede escurrirse fuera de la rueda antes de ser aplicado al sustrato, por lo que se perdería el control de la cantidad de adhesivo requerido sobre la superficie a unir, este problema se presenta sobre todo en procesos de producción de velocidades bajas.

A viscosidades mayores a 1500 cpoises el adhesivos presenta dificultad para quedarse en el sustrato y provoca aplicaciones disperejas causando paros frecuentemente en la producción.

Para solucionar este problema hay otro tipo de diseño de los aplicadores de rueda, dependiendo también de las formas de los empaques que se quieran sellar.

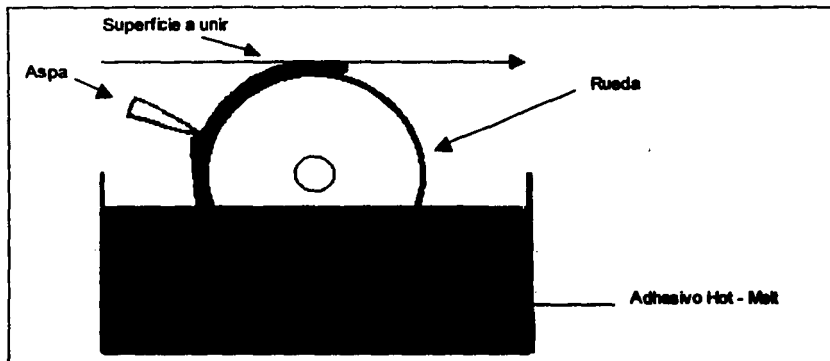


Figura No. 17 Sistema de Aplicación Básico de rueda.

Kochman, 1990

3.5.3. Sistema de aplicación por Boquilla.

Los sistemas de aplicación por boquilla son muy usados en empaques. Son sistemas completamente cerrados y puede aplicar el adhesivo en cualquier dirección. Los sistemas de ruedas y de revestimiento son sistemas de contacto mientras que el de boquilla es un sistema aislado en el cual el adhesivo caliente recorre distancias pequeñas desde el tanque hasta la boquilla a través de una manguera caliente.

Estos sistemas son muy versátiles por el control de la cantidad de adhesivo aplicado y así el tiempo abierto de este adhesivo. Los aplicadores comprenden un tanque, una bomba, una manguera caliente y la cabeza aplicadora con la pistola y la boquilla. Ver Figura 18.

Las viscosidades recomendadas para este sistema están entre 500 y 2000 cpoises.

Este tipo de aplicaciones son comúnmente utilizados en sistemas de producción continuos y de velocidades altas. Las cantidades de adhesivo aplicadas son mas controladas por lo que hay ahorro en los costos.

La información anterior nos lleva a concluir que los métodos de aplicación de los adhesivos tienen básicamente un principio, el cual puede modificarse según las necesidades de la producción y de los materiales a unir, pero es decisivo el tipo de adhesivo que se va a utilizar, se ha hablado de la viscosidad en el caso de adhesivos que se encuentren en disolución en emulsión, teniendo cuidado que el tipo de aplicación sea de preferencia cerrado, para evitar que el solvente se evapore y seque el adhesivo antes de ser aplicado, también esto trae como consecuencia la dificultad a la que se encuentran los operadores de las máquinas

para limpiarlas, así que podemos seleccionar un adhesivo tipo Hot Melt, el cuál nos trae como beneficio que su presentación es sólida y que se fundirá al momento de la aplicación. Si lo que se desea es controlar principalmente el tiempo de producción, entonces se recurre a seleccionar un adhesivo que aunque seque pronto, se controla por medio de la aplicación con un sistema por aspersión o por Boquilla.

Pero también en cualquiera de los casos se tiene la facilidad de diseñar o adaptar las máquinas.

Por otro lado es muy importante cuidar tanto el conformado de las plegadizas como el sellado de los corrugados, ya que una deficiente aplicación en cuanto a la cantidad de adhesivo como la forma de aplicación, traerá como consecuencia que la junta sea susceptible a deformarse o incluso romperse por la manipulación del empaque final.

En el caso del etiquetado, se cuenta con una mayor flexibilidad para seleccionar el método, ya que actualmente se cuenta con máquinas automatizadas que realizan el proceso de etiquetado en forma rápida y eficiente, evitando el desperdicio de adhesivo y una impecable aplicación, sobre todo si se seleccionan adhesivos tipo Hot Melt. La única desventaja es, como ya se ha mencionado, el impacto ecológico, ya que no son biodegradables por lo tanto se dificulta el reciclaje de las botellas.

Podemos observar un detalle interesante y es que tanto en la aplicación de adhesivos disueltos como Hot Melt, la estructura básica es por rodillos o ruedas, esto facilita la adaptabilidad en el caso de etiquetado tanto automatizado como manual. Ahora en el caso de la aplicación de adhesivos por sistemas donde se

utilizan líneas mas sofisticadas, lo único que cambia es la forma de las boquillas aplicadoras.

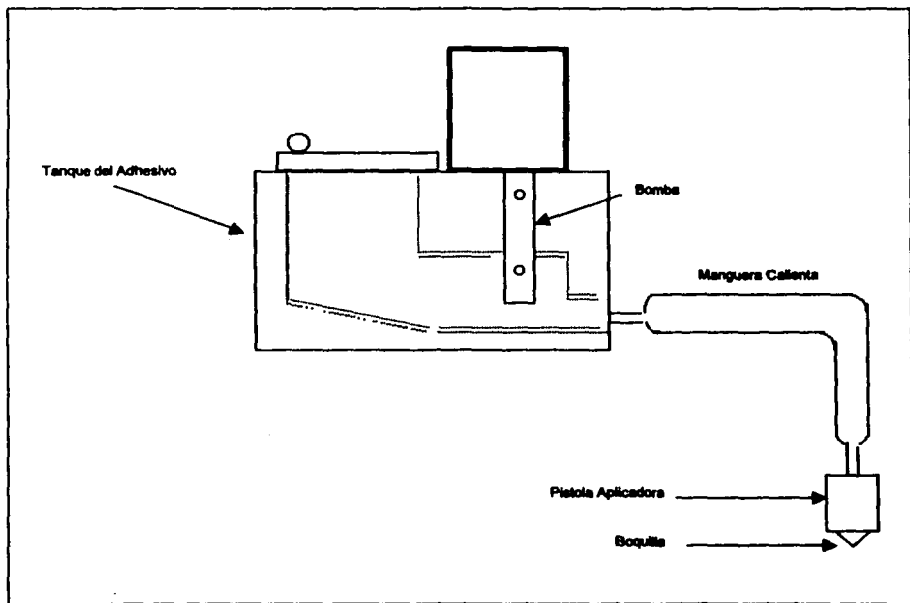


Figura No. 18 Sistema de Aplicación Básico de Boquilla.

Kochman, 1990

3.6 APLICACIÓN DE ADHESIVOS EN UNIONES PAPEL-VIDRIO

3.6.1. Etiquetas.

Una etiqueta puede definirse como una replica o trabajo artístico que se aplica a un envase y que contiene información importante como el nombre y la marca de un producto para identificarlo entre otros. Podemos tener etiquetas primarias, las cuales contienen el logotipo que describe el producto que contienen un envase, la descripción genérica y el contenido en tamaño e ingredientes; y las etiquetas secundarias las cuales indican información adicional como instrucciones de almacenamiento, código de barras, información nutrimental y algunas veces promociones.

En el campo de los empaques, las etiquetas se clasifican de acuerdo a su construcción y al método de aplicación. (*Stabley, 1982*)

3.6.2. Técnicas de Etiquetado

El proceso mecánico de etiquetado es especialmente una secuencia de pasos sucesivos durante la operación. El tipo más común de máquinas etiquetadoras está caracterizado por la forma en que la etiqueta es llevada desde el depósito de etiquetas hasta el sistema de secado.

También hay diferentes métodos para llevar las etiquetas y posicionarlas en un lugar requerido.

Las gomas para etiquetas consisten en adhesivos solubles en agua como las jaleas, dextrinas, dextrinas vinílicas y resinas y los actualmente desarrollados adhesivos Hot Melt. Al seleccionar el adhesivo correcto para etiquetar deben

tomarse en cuenta las características del envase, el material de la etiqueta, el tipo de máquina etiquetadora y las condiciones ambientales en las que se mantendrán los envases ya etiquetados, como temperatura y humedad.

Para alternar resultados satisfactorios en el etiquetado ya sea usando adhesivos solubles en agua o adhesivos Hot Melt, es utilizar las cantidad adecuada de adhesivos y la forma de aplicaciones del mismo.

La importancia del tiempo y atención que se requiere una máquina etiquetadora depende de la misma máquina del adhesivo y de que el material, permanezca dentro de las especificaciones. Hoy en día hay máquinas que automáticamente ajustan la temperatura de aplicación del adhesivo, el espesor y la viscosidad para obtener adhesiones específicas eficientes.

El engomado es una de las mas importantes condiciones para obtener resultados satisfactorios en las máquinas etiquetadoras y es esencial para llevar la etiqueta desde el contenedor hasta el envase por medio de una paleta engomada.

Básicamente hay 2 sistemas de etiquetado, el primero y mas popular, especialmente en la industria de las bebidas, es el engomado de la etiqueta, utilizado en un 90% en máquinas embotelladoras y el segundo es el etiquetado manual. (Krout, 1982).

3.6.3. Multiempaque

Este termino se refiere a empacar varios envases primarios en uno secundario que normalmente es de cartón, ya sea plegadiza o corrugado. Las ventajas de

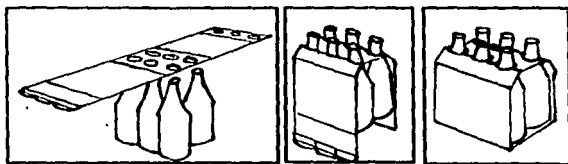


Figura No. 20 Formado de plegadiza semicerrada

Brody, 1982

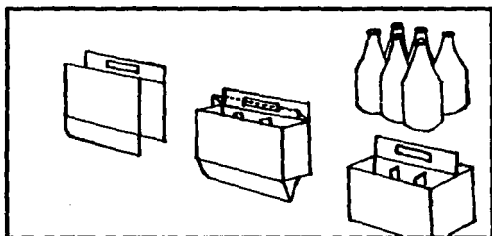


Figura No. 21 Formado de plegadiza abierta

Brody, 1982

Como se observa en las figuras 19, 20 y 21 puede haber una gran variedad de conformado de plegadizas, así pues la selección tanto del adhesivo como la aplicación de mismo debe hacerse en forma correcta dependiendo de las solapas que se van a unir; cabe mencionar que las uniones resultantes tienen como función básica el refuerzo de la caja plegadiza. Es de suponerse que mientras mas uniones se requieran en un empaque, mas sofisticadas serán las maquinas se conformado de plegadizas.

La figura No. 22 nos muestra el sellado de un corrugado, y aquí observamos también que dependiendo del contenido que tendrá dicho corrugado será la forma de cerrarlo, así pues es primordial también elegir el adhesivo adecuado; normalmente la aplicación del adhesivo en estos casos se hace en forma manual.

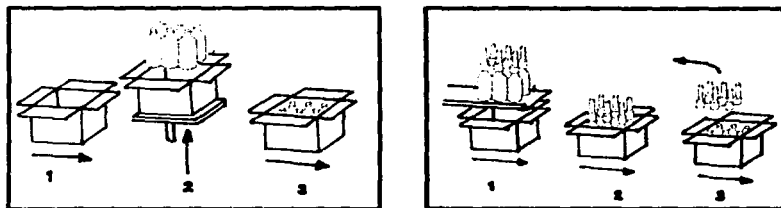


Figura No. 22 Llenado y cerrado de corrugados.

Kroeber, 1982

La selección del adhesivo tanto en el conformado de plegadizas como en el sellado de corrugados, es conveniente utilizar aquellos que sean de bajo costo, como algunos naturales, ya sea goma animal, caseína y dextrinas porque además tienen alta pegajosidad, rápido formado de la unión y alta resistencia, además pueden ser reciclados; lo único que habrá que cuidar es evitar el desarrollo de microorganismos, sobre todo en condiciones de almacenamiento que lo favorezcan como la humedad y la temperatura.

Es difícil seleccionar un adhesivo Hot Melt para sellar corrugados porque se necesitaría de un sistema de aplicación más sofisticado y por lo tanto de más costo, pero si se trata de conformado de plegadizas, entonces sería conveniente

decidirse por éste tipo de adhesivos, ya que las uniones son de mejor calidad y mas resistentes, tanto a la manipulación como a las condiciones del ambiente.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CONCLUSIONES

Con respecto al análisis de la aplicación de los adhesivos se puede concluir que la selección del tipo de aplicación no depende solamente de las características del adhesivo sino también de las características de las uniones que se requieran sellar, del tipo de empaque que se necesite según el producto que se vaya a empacar y de las características de la producción, ya que no es lo mismo pegar etiquetas que unir plegadizas o bolsas y dentro de una misma forma de unión, podemos tener diferentes diseños de empaque.

Con respecto a la selección del adhesivo adecuado para unir cajas plegadizas, corrugados o etiquetas, se puede decir que ya existen adhesivos idóneos, siendo el caso de los naturales y principalmente la goma animal, las dextrinas y la caseína, las cuales se han utilizado desde hace mucho tiempo, sin embargo lo que actualmente se hace es sustituirlos por los llamados adhesivos Hot melt, que incluye algunos acrilatos y resinas los cuales nos presentan varias ventajas sobre todo en el ahorro de costos y tiempos de sellado, ya que secan mas rápido y su pegajosidad compite con la de los adhesivos naturales. Si se habla de viscosidades, sabemos que se pueden ajustar según las necesidades de la línea de producción y del método de aplicación. Es importante conocer las condiciones de almacenamiento del producto terminado para reforzar aún mas la decisión al seleccionar un adhesivo, esto es, la temperatura y la humedad.

Lo que se debe vigilar es el impacto ambiental que ellos pueden causar, ya que son sustancias sintéticas difíciles de biodegradarse.

Así mismo, es de primordial importancia seleccionar el adhesivo adecuado en el caso de etiquetado de envases de vidrio, ya que éstos son reutilizables por lo que la limpieza de los mismos al retirar las etiquetas debe hacerse en forma rápida y eficiente, jugando un papel importante los adhesivos que sean solubles en agua o en solventes no corrosivos, así mismo en los detergentes utilizados para el lavado de la botellas de vidrio.

En cuanto a las técnicas de aplicación, básicamente las máquinas tienen un diseño específico, el cual se puede variar según las necesidades, sin embargo existen actualmente máquinas automáticas que disminuyen los tiempos de producción obteniéndose sellos de alta calidad, esto favorece las selección de los adhesivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Brandy Aaron L. "Multi-Packing", The 1982 Packing Encyclopedia, Package Engineering p.275
2. Diver E. 1982, Química y tecnología de los plásticos 1ra Edición CECSA, México.
3. Fleishman W. et. al. "Loctite worldwide design Handbook Spanish" edition 1996/97 Loctite Corporation
4. Flinn, R.A.; Trojan, P.K. 1989, Materiales de Ingeniería y sus aplicaciones". 1ra Edición Mc. Graw Hill. Latinoamericana S.A. Bogotá
5. Kochman, E. 1990, "Adhesive application System", Industrial Packaging adhesive
First Published CRC Press INC U.S.A.
6. Kroeber Kenneth "Case forming, Packing, Closing" The 1982 Packing Encyclopedia Package Engineering p.227
7. Krout James "Labeling, Glue and Thermoplastic", The 1982 Packing Encyclopedia
Package Engineering p.271
8. Lazarus D.M. 1990, "Clasificación of Packing Adhesive". Industrial Packaging Adhesive First Published CRC Press INC U.S.A.
9. Rodríguez J.A. 1991, "Introducción a la Ingeniería de Empaques para la Industria de alimentos". 1ra Edición. Productos Maiz S.A. de C.V. México.
10. Skeist I. 1990, "Introduction to adhesives" Hand Book of adhesive 3rd Editor, Van
Nostrand Reinold U.S.A.
11. Stabley Roger E. "Labels, Packing Closing" The 1982 Packing Encyclopedia
Package Engineering p.343

ESTA TESIS NO SALI
DE LA BIBLIOTECA