



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN  
INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN ELEMENTO  
DE CIERRE PARA EMPAQUES DE  
PLASTICO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA**

INGENIERÍA MECÁNICA - DISEÑO MECÁNICO

P R E S E N T A:

**RENE BUSTAMANTE BORRAYO**

TUTOR :

**Dr. VICENTE BORJA RAMÍREZ**



2007



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.

## **AGRADECIMIENTOS**

El principal agradecimiento es para mis padres y hermanos que me han apoyado incondicionalmente y han creído en mí.

A la familia Borrayo Arteaga y a la familia Arteaga García por su apoyo incondicional a lo largo de todo este tiempo.

A todos y cada uno de los sinodales que han hecho realidad este trabajo y sobre todo al Dr. Vicente Borja Ramírez y especialmente por su apoyo, orientación pero sobre todo por darme la oportunidad de aprender de sus conocimientos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, principalmente a la entidad de la Facultad de Ingeniería, Centro de Diseño y Manufactura, por darme la oportunidad de colaborar en uno de sus proyectos.

A todos y cada uno de los integrantes del CDM, en especial a los compas: el pachon, el Epi, el Mario, el Ivan, el Horacio, el chino, el Isra, lalo, el robin, el chucho, el pantro, el santo, el chirpa, la normis, el piston, lord, el cris, Martínsiyo, el doc, a el patron del Epi, el legolas, Coca, piter, y a todos y cada uno de aquellos que se me hallan olvidado, pero pos ya saben como es uno, así que nimodo.

A la DGAPA, por su apoyo económico, durante el desarrollo del proyecto.

<b>Resumen</b> .....	<b>3</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>I.- Antecedentes</b> .....	<b>7</b>
<b>II.- Planteamiento del problema</b> .....	<b>11</b>
II.1.- Objetivos .....	12
II.2.- Alcances .....	12
II.3.- Metodología .....	12
<b>III.- Estudio de empaques resellables</b> .....	<b>16</b>
III.1.- Introducción .....	16
III.2.- Recolección de muestras .....	16
III.3.- Elección de los clientes a ser encuestados .....	19
III.4.- Análisis de la información .....	20
<b>IV.- Requerimientos y especificaciones</b> .....	<b>22</b>
IV.1.- Introducción .....	22
IV.2.- Establecimientos de requerimientos y especificaciones ...	23
<b>V.- Búsqueda y análisis de información</b> .....	<b>26</b>
V.1.- Introducción .....	26
V.2.- Búsqueda de patentes .....	26
V.3.- Análisis de patentes .....	28
V.3.1.- Análisis de la función de enganche .....	28
V.3.1.1.- Material .....	28
V.3.1.2.- Adherencia .....	29
V.3.1.3.- Geometría .....	29
V.3.1.4.- Enganche .....	29
V.3.1.5.- Relación enganche-geometría .....	29

V.3.2.- Estudio de reivindicaciones . . . . .	31
V.3.2.1.- Identificación y clasificación de patentes y aplicaciones vigentes en México . . . . .	32
V.3.2.2.- Organización de la información . . . . .	33
V.3.2.3.- Estudio y comparación de reivindicaciones . . . . .	33
<b>VI.- Generación y evaluación de conceptos de solución . . . . .</b>	<b>35</b>
VI.1.- Introducción . . . . .	35
VI.2.- Generación de alternativas de elementos de cierre . . . . .	36
VI.3.- Selección de opción viable . . . . .	37
VI.4.- Análisis de opción seleccionada . . . . .	40
VI.5.- Modelo técnico del elemento de cierre seleccionado . . . . .	44
VI.6.- Concepto de elemento resellable desarrollado . . . . .	47
<b>Conclusiones . . . . .</b>	<b>48</b>
<b>Referencias . . . . .</b>	<b>51</b>

## **Introducción**

La historia del hombre y la de los empaques ha corrido a la par, evolucionando éste último y siendo influido de acuerdo a los eventos que han afectado a la historia.

El hombre antiguo estaba rodeado de empaques naturales que protegían, y cubrían a las frutas u otras clases de alimentos. Viendo su utilidad buscó imitarlas, adaptándolas y mejorándolas según sus necesidades.

En el año 800 A.C. se encuentran ya los primeros intentos, formados por hierbas entrelazadas y vasijas de barro sin cocer. Desde entonces su desarrollo ha ido en aumento, evolucionando y diversificándose enormemente al amparo de la tecnología hasta llegar a lo que conocemos como los empaques flexibles. La diversificación de los empaques flexibles ha provocado que se utilicen en casi todos los sectores industriales, originando que hoy en día se produzcan un elevado número de empaques (cerca de 150 por persona y año) [1].

El elevado número de empaques producidos por año, aunado a que cerca del 90% de ellos acaban su vida en vertederos o como basura, los empaques no pueden ser considerados como una forma de transporte inocuo para el medio ambiente. Por esta razón, algunos gobiernos principalmente de Europa imponen el pago de un impuesto especial por su uso, dado que lo consideran ya, como un problema ambiental. Incluso en algunos países se le ha bautizado, como en el caso de China, llamada la "contaminación blanca".

El problema que significan los empaques de plástico es tal, que en algunos países africanos el problema llega a tales proporciones que en Sudáfrica los empaques flexibles de plástico fueron apodados "flor nacional". Este país introdujo recientemente una ley que hace ilegal el uso de los empaques flexibles con menos

de 30 micrómetros, una medida destinada a fomentar su reutilización. Es éste punto, la reutilización, de donde nace la resellabilidad en los empaques.

Los empaques resellables de plástico han venido a satisfacer dicha problemática en diferentes rubros, pero principalmente el relacionado a la industria alimenticia, dado que es el mercado en donde los consumidores muestran una mayor necesidad de la resellabilidad en los empaques, ya que es una manera de proteger y alargar la vida del producto. Por esto, los fabricantes de productos no pueden ignorar la demanda cada vez más acentuada por la resellabilidad.

El presente trabajo responde a una necesidad de la industria del embalaje, desarrollando una alternativa de solución para lograr un empaque flexible resellable, que satisfaga la necesidad de darle una mayor utilidad a los empaques, así como una alternativa para reducir la problemática ambiental que el mismo empaque genera.

En el primer capítulo, se trata los antecedentes relacionados con los diferentes tipos de empaques, en los cuales se suele emplear un elemento de cierre, así como una breve descripción de los medios empleados para lograr adherir el elemento resellable al empaque.

En el segundo capítulo, se da una descripción pormenorizada del problema planteado, la metodología a seguir y las actividades principales llevadas a cabo para la realización de este trabajo.

En el tercer capítulo, se tratan lo referente a la realización de un estudio de mercado practicado a los empaques de plástico resellable existentes en el mercado mexicano, así como a la detección de necesidades relacionadas con dicho tipo de empaques.

En lo que respecta al cuarto capítulo, se hace mención al establecimiento de los requerimientos y de las especificaciones objetivo que se plantean para la realización del proyecto.

En el quinto capítulo, se habla sobre la estrategia que fue establecida para llevar a cabo la realización de la búsqueda de información, así como el análisis de la misma.

En el sexto capítulo, se mencionan las dinámicas realizadas para la generación de conceptos de solución y su evaluación. Se muestran los modelos técnicos de las soluciones evaluadas.

En el último capítulo, se da una opinión sobre los resultados de las pruebas a la opción seleccionada, dando lugar a un futuro análisis complementario al presente, con la finalidad de lograr el detalle final de la opción evaluada.

Esta tesis resume las actividades principales de un proyecto de desarrollo tecnológico realizado en conjunto con una empresa colaboradora.

El proyecto fue desarrollado por un equipo integrado por miembros de la empresa, profesores y alumnos de posgrado y licenciatura.

La información detallada de la empresa colaboradora, de las actividades y resultados del proyecto, no ha sido incluida en este documento por ser confidencial.



## **Resumen**

En este trabajo de tesis se presenta el diseño conceptual de un elemento de cierre para empaques de plástico. Para la conceptualización de este elemento de cierre, se realizaron cuatro actividades principales: un estudio de empaques resellables, establecimiento de requerimientos y especificaciones, búsqueda y análisis de información y la generación y evaluación de conceptos de solución. Actividades contempladas dentro de la fase conceptual del proceso de diseño.

La finalidad de la primera actividad desarrollada fue la relacionada con la definición del problema, para ello se realizó un estudio de empaques resellables, con el objetivo de ubicar los principales productos y tipos de empaque en los que se emplean elementos de cierre adheridos a su empaque, así como la realización de encuestas mediante las cuales se obtuvo información relacionada a los hábitos, costumbres o tendencias sobre la utilización de este tipo de empaques.

Con base a las necesidades planteadas y con la información producto de la primera etapa desarrollada, se establecieron las especificaciones objetivo.

La búsqueda de información se enfocó al análisis de patentes, principalmente al análisis de sus reivindicaciones, dado que su completo entendimiento brindó posibilidades de acción pero sobre todo marcó la pauta para el desarrollo de opciones de solución.

Las opciones de solución desarrolladas fueron producto de la realización de dinámicas de lluvias de ideas y analogías. Resultado de dichas dinámicas realizadas y de la literatura analizada en la etapa de búsqueda de información, se generaron cuatro alternativas de solución, las cuales fueron evaluadas mediante una matriz de evaluación. De esta evaluación se obtuvo una geometría viable, la cual fue sometida a análisis por elemento finito para corroborar que presentara cualidades que le permitieran diferenciarse del elemento de comparación.

## I.- Antecedentes

Los empaques flexibles de plástico son un objeto cotidiano utilizado para transportar, contener o preservar algún producto en su interior. Introducidos en los años 70, los empaques flexibles de plástico rápidamente se hicieron muy populares, debido a su poco peso, a su utilización como un medio de distribución de productos y por ser una manera barata de publicidad.

Dentro de los empaques flexibles de plástico podemos encontrar una amplia variedad de presentaciones:

- ❖ Tres sellos (almohada).

Empaque sencillo, con una gran variedad de aplicaciones, hecho a partir de la unión de los extremos de la película, sellándolo en tres lados.



Fig. I.1.- Empaque tipo almohada

- ❖ Fondo plano ó tres sellos con fuelle (almohada con fuelle).

Empaque con escudetes (dobletes) en ambos lados, con una aleta-sello funcionando desde la parte superior hasta el fondo de empaque y sellada horizontalmente en el fondo y la tapa. Empleado en aquellos productos en el que se desea que se mantengan parado el empaque en los estantes de los puntos de venta. De uso general en la industria del café.



Fig. I.2.- Empaques de fondo plano (almohada con fuelle).

❖ *Doy Pack*

Louis Doyen inventor del empaque *Doy pack* en 1962, se caracteriza por tener fondo redondo y achatada la parte superior. Esto permite que el empaque permanezca parado. Por lo general se utilizan para contener líquidos y semi-líquidos.



Fig. I.3.- Empaques tipo Doy pack

❖ Microperforadas

Los empaques microperforados son de uso muy específico tales como el empaque de verduras, frutas, pan fresco y vegetales.



Fig. I.4.- Empaque microperforado

❖ *Courrier*

Empaques conocidos en el mercado por ser inviolables y a la vez impedir que se vea su contenido. Empleado principalmente en los negocios relacionados al envío de información.



Fig. I.5.- Empaques Courier

❖ Empaques de vacío

Empaques de alta barrera a los gases que permiten hacer el vacío y empacar productos tales como quesos, carnes, embutidos, salmón y café, entre otros, prolongando así la vida del producto.



Fig.I.6.- Empaques de vacío.

❖ Cuatro sellos

Con sellos en los cuatro costados, estos empaques requieren el uso de dos películas, que pueden ser idénticas o de diferente material. Se suelen emplear principalmente películas laminadas.



Fig.I.7.- Empaques cuatro sellos.

De la variedad de empaques existentes, la tendencia es adicionarles un elemento de cierre que les permita ser resellables. Los empaques en los que más usualmente se suelen emplear dicho elemento son el tipo tres sellos, *doypack* y almohada; debido a, el uso de estos tres tipos de empaques en el rubro de alimentos. Este rubro tiene la mayor tendencia hacia la resellabilidad.

Para lograr la resellabilidad en los empaques, es necesario que se les incorpore el elemento de cierre. En la actualidad existen varios dispositivos mediante los cuales se puede logra adherir el elemento resellable a los empaques, los más usuales son:

❖ Soldadura por fusión

En este tipo de soldadura, un elemento caliente entra en contacto con las superficies a ser fusionadas. La unión se produce mediante la aplicación de calor y presión.

La soldadura por fusión utilizada en serie proporciona una elevada calidad de las líneas de soldadura, gracias a que es un proceso muy reproducible, la precisión de las soldaduras en serie es factible.

❖ Soldadura con aire caliente

En este tipo de soldadura, los materiales primero se suavizan con el aire caliente. Una vez suavizados, se logra realizar la soldadura. En ocasiones se puede requerir de material de aporte para lograr la unión.

❖ Soldadura de alta frecuencia

La soldadura por alta frecuencia es la preferida cuando lo importante son las soldaduras herméticas de calidad. Su uso es principalmente en todas aquellas aplicaciones en las que se quieren evitar las fugas de gases o líquidos.

❖ Soldadura de ultrasonido

La soldadura por ultrasonido se logra a través de pulsaciones en frecuencias de ultrasonido (entre 15 y 40 Khz.), las piezas vibran una contra otra, logrando que la interfase se caliente y se funda.

El prerrequisito para lograr este tipo de soldadura, es que ambas piezas de trabajo tengan un punto de fusión cercano.

## **II.- Planteamiento del problema**

Existe a nivel mundial en la industria del embalaje una tendencia hacia la resellabilidad de los empaques flexibles de plástico, como un medio para brindar una mayor practicidad al manejo de los productos que en ellos se almacenan. Además hay una creciente aceptación de este tipo de empaques en el mercado mexicano. Actualmente sólo existen un par de marcas extranjeras que acaparan el mercado de empaques resellables, debido a que mediante la estrategia de venta del elemento de cierre, las empresas que desean adquirirlo, se ven forzadas a mantener un contrato de exclusividad. En este contrato se comprometen a adquirir el elemento de cierre única y exclusivamente a ellos, en el caso de que la empresa ya cuente con la tecnología para producir el empaque resellable. Pero en el caso de que la empresa no cuente con ella, se compromete a adquirirlo exclusivamente a ellos a cambio del uso de la tecnología. Por lo anterior, las empresas que son capaces de producir empaques flexibles de plástico resellables se encuentran atadas, por ello la producción o venta de este tipo de empaques en México puede llegar a ser costosa o difícil de adquirir.

Con base en esta problemática, una empresa mexicana dedicada a la venta y fabricación de equipo de embalaje plantea la necesidad de elaborar su propio medio de cierre, el cual pudiese ser empleado en los empaques flexibles de plástico que actualmente producen sus equipos. Lo anterior implica el requerimiento de hacer pequeñas modificaciones a los equipos para producir con ellos empaques resellables.

## **II.1.- Objetivo**

El objetivo del presente trabajo, es desarrollar un concepto de solución que le proporcione a los empaques flexibles de plástico que actualmente producen los equipos de la empresa colaboradora, el atributo de la resellabilidad; logrando con ello satisfacer la creciente demanda de este tipo de empaque y a la vez, permitiéndole a la empresa colaboradora el competir dentro del mercado de empaques resellables.

## **II.2.- Alcances**

Los alcances planteados en este proyecto son:

- La entrega de los planos correspondientes a un concepto de solución, mediante los cuales se puede lograr desarrollar un modelo técnico correspondiente a un elemento de cierre, con el cual, se puede lograr darle la utilidad de la resellabilidad a los empaques flexibles.
- Modelos técnicos correspondientes a los conceptos evaluados, en los que se visualice la geometría propuesta.

## **II.3.- Metodología**

Con la finalidad de tener una secuencia lógica que nos permitiera un mejor entendimiento de las actividades a realizar, así como un mejor manejo y análisis de la información; se estableció una metodología basada en el proceso de diseño, de la cual, se desarrollaron las actividades contempladas dentro de la fase del diseño conceptual, debido a que los alcances del proyecto abarcan hasta la conceptualización del elemento de cierre.

Las actividades contempladas dentro de la fase del desarrollo conceptual, están constituidas por cuatro actividades principales:

❖ Definición del problema

El objetivo de este punto es la del perfecto entendimiento de las necesidades del cliente, por lo que las actividades consideradas en este primer punto son las relacionadas con la identificación de las necesidades del cliente, para ello se realizaron encuestas en las cuales fue necesario definir el número de encuestas a realizar, así como la determinación de quien es el usuario líder.

Para un mejor entendimiento de las necesidades, es necesario conocer que ha sido ya desarrollado para satisfacer dichas demandas, esto involucró la realización de un estudio de mercado, para que en conjunto con las necesidades planteadas por los clientes, se lograran establecer las especificaciones objetivo para el desarrollo del producto.

❖ Búsqueda y análisis de información

Mientras mayor sea la cantidad de información recabada, mejores serán los conceptos de solución generados.

Debido a la gran cantidad de fuentes de información que actualmente existen, fue necesario el establecimiento de una estrategia de búsqueda de información, en la cual estuviesen contemplados los recursos con los que se contaban para la realización de dicha actividad, esto con la finalidad de agilizar el desarrollo de la misma.

Los sitios de organizaciones dedicadas a la publicación de información técnica relacionada con elementos de cierre, fueron los sitios en donde se realizaron las búsquedas, pero se enfoco en los bancos de patentes, debido a que son considerados como una de las fuentes más ricas de información.



Definida la estrategia de búsqueda, así como identificadas las fuentes de información, se procedió con el análisis, que se encauzo sobre todo al estudio de las reivindicaciones contempladas dentro de las patentes, dado que en dichos derechos se encuentran implícitas tanto libertades como restricciones para la generación de alternativas de solución.

Para el análisis de las reivindicaciones se emplearon mapas mentales, dado que mediante su implementación es más fácil la visualización de la información a comparar.

❖ Generación de conceptos

Con base a las características reivindicadas de las patentes analizadas, se aplicaron diversas dinámicas para la generación de conceptos de solución, entre ellas, la lluvia de ideas, en las que intervinieron personas con distintos perfiles profesionales; analogías y tablas de combinaciones, en las cuales estuvieron contemplados las alternativas de solución generadas, así como las libertades de acción producto del análisis de las patentes.

❖ Evaluación de conceptos

La evolución de los conceptos y la realización de modelos técnicos, son las actividades desarrolladas en este punto.

La evaluación de los conceptos generados se realizó mediante la utilización de matrices de evaluación. Se realizaron modelos técnicos del elemento seleccionado para la obtención de información para el refinamiento de las especificaciones.

Diseño Conceptual

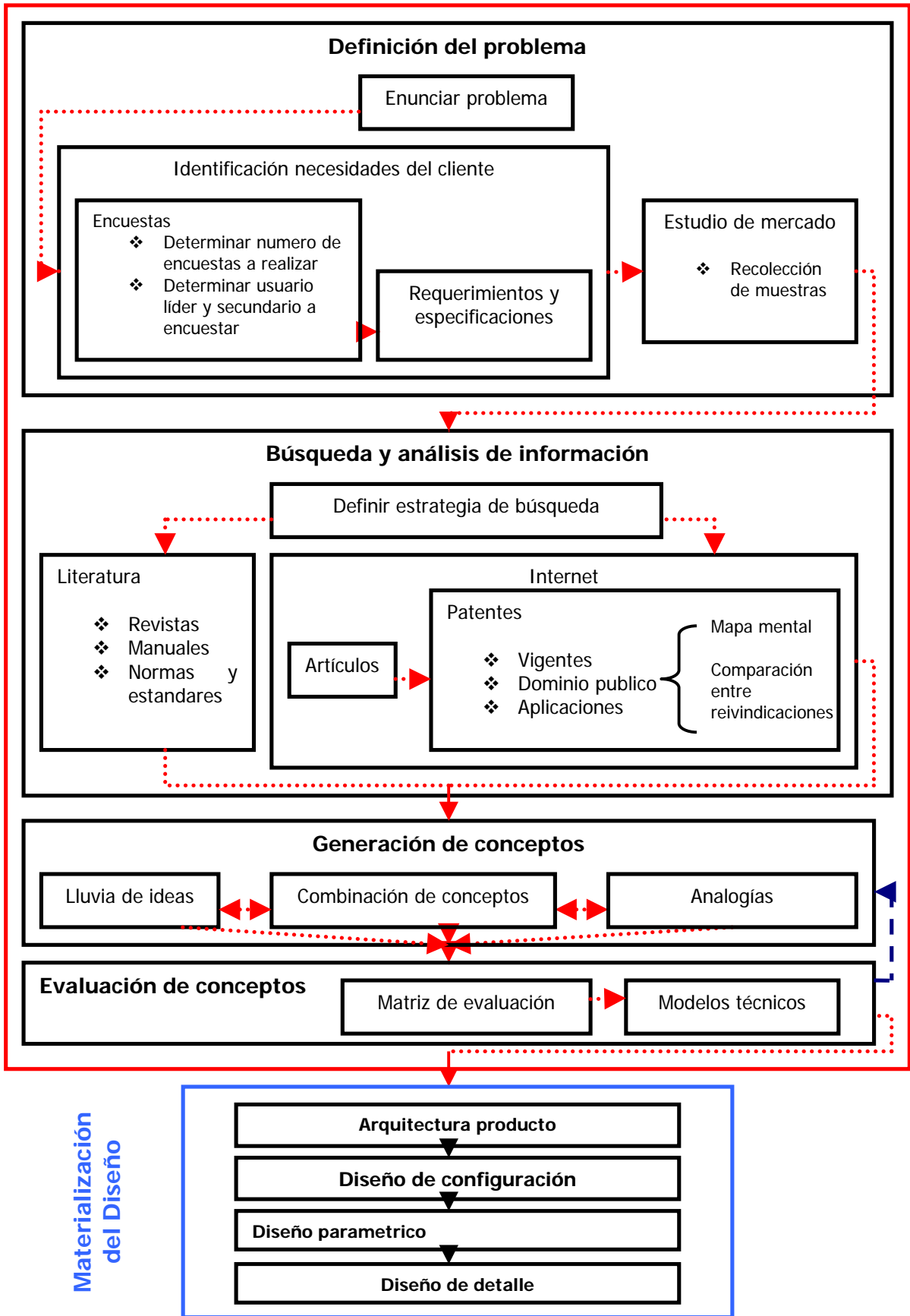


Fig. II.1. Metodología de diseño [5]

### **III.- Estudio de empaques resellables**

#### **III.1.- Introducción**

Los empaques resellables son aquellos empaques flexibles que cuentan con un accesorio que les permite abrir y cerrar el empaque. Este accesorio tiene la finalidad de evitar el paso de factores externos hacia el interior del empaque [8].

En este capítulo se presenta un estudio de empaques resellables, realizado para ubicar en qué tipo de productos mayormente se suelen emplear, las diversas geometrías existentes de elementos resellables, así como el conocer las principales necesidades que a criterio de los consumidores se presentan con este tipo de empaques.

#### **III.2.- Recolección de muestras**

Con la finalidad de identificar los principales productos en que se emplean los empaques resellables, se recolectaron un total de 24 muestras tanto de productos nacionales como de importación, los cuales fueron adquiridos en tiendas de autoservicio.

Dichas muestras fueron clasificadas para su análisis con base en los aspectos contemplados dentro de las preferencias y tendencias de la competencia. Los aspectos considerados fueron:

- ❖ Tipo de producto en el que suele emplear el empaque resellable.
- ❖ Tipo de elemento resellable que suelen emplear en sus empaques.
- ❖ Tipo de empaque en el que lo suele emplear.

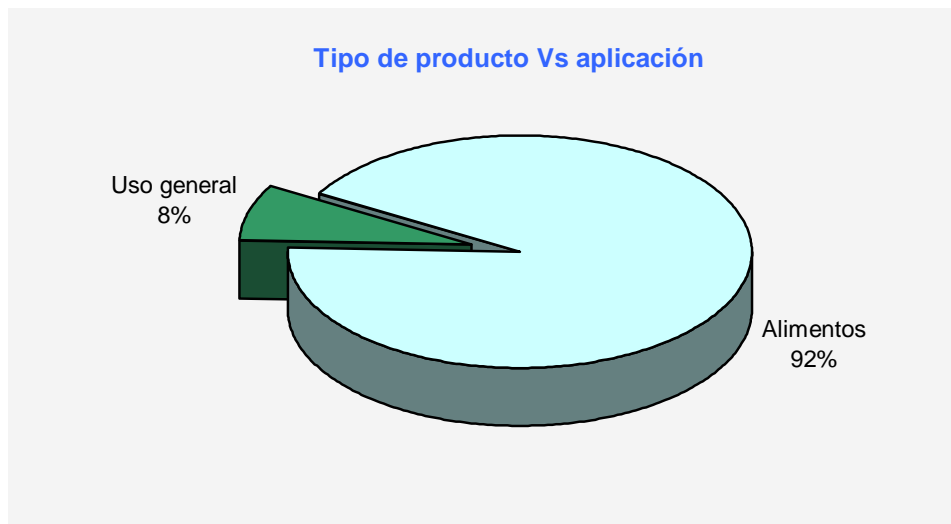


Fig. III.1.- Gráfica representativa de los porcentajes del primer criterio de las preferencias y tendencias de la competencia.

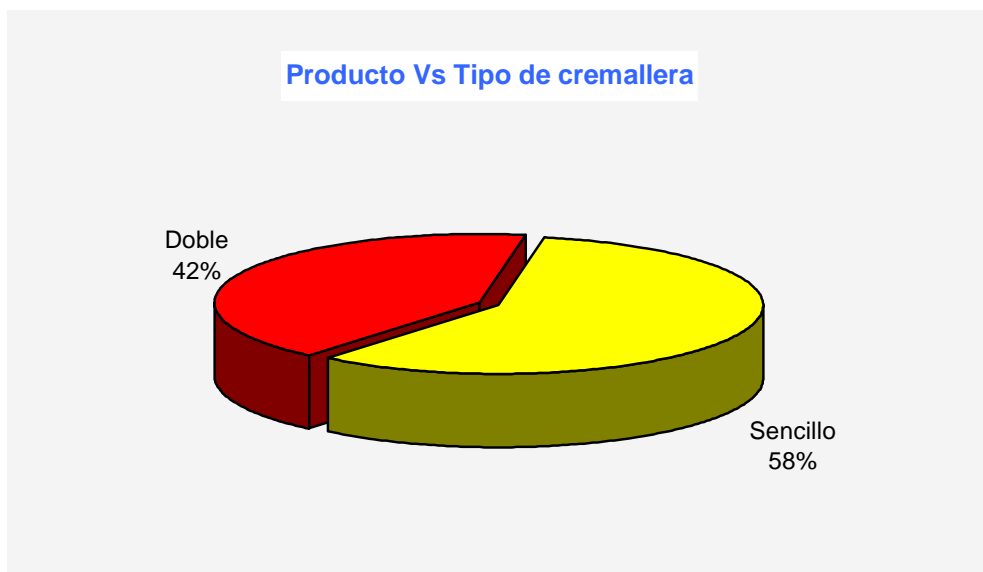


Fig. III. 2.- Gráfica representativa de los porcentajes del segundo criterio de las preferencias y tendencias de la competencia.

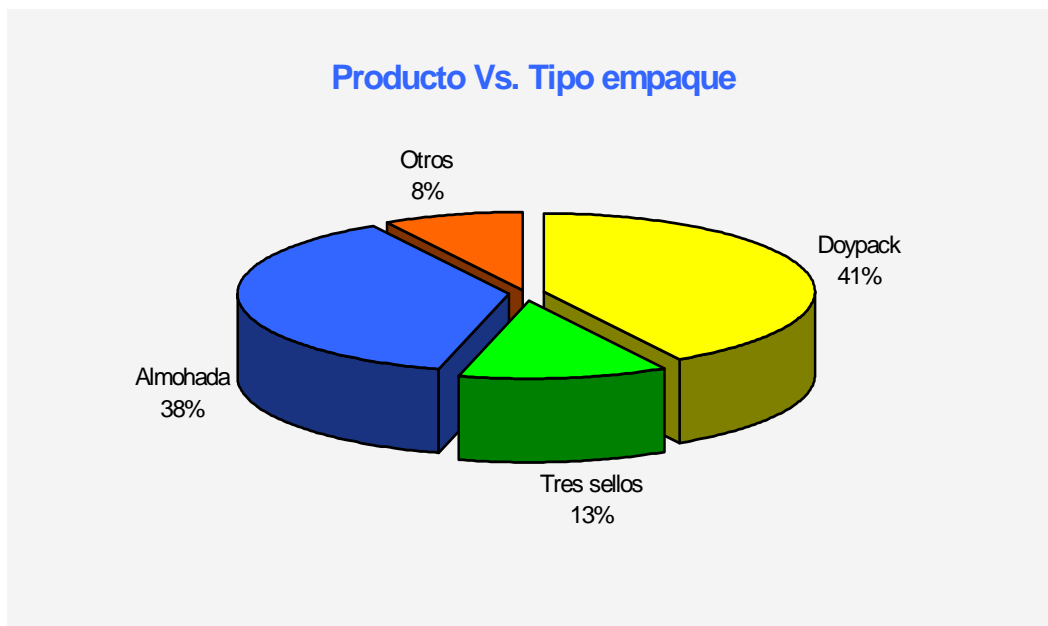


Fig. III. 3.- Gráfica representativa de los porcentajes del tercer criterio de las preferencias y tendencias de la competencia.

Una vez que las muestras fueron clasificadas, se realizaron fichas individuales de identificación para cada una de ellas, con el fin de tener un manejo práctico de la información. La información contemplada en dichas fichas fue :

- ❖ Nombre del producto
- ❖ Descripción del producto
- ❖ Marca
- ❖ Comercializadora
- ❖ Empresa
- ❖ País de origen
- ❖ Capacidad del empaque
- ❖ Tipo de elemento resellable
- ❖ Dimensiones del empaque
- ❖ Longitud del elemento resellable
- ❖ Tipo de empaque
- ❖ Modo de cierre
- ❖ Posición del elemento resellable

### **III.3.- Elección de los clientes a ser encuestados**

La elección sobre cuales son los clientes a los que se debe encuestar es complicada, cuando varios grupos diferentes de personas pueden ser considerados como "el cliente". Para muchos productos, una persona (el comprador) toma la decisión de compra y otra persona (el usuario) utiliza en realidad el producto [2].

En la presente etapa primero se identificó el consumidor al cual se le aplicarían las encuestas, después se definió el número de encuestas a realizar.

En lo que respecta a la elección de los clientes a ser encuestados, se identificó a lo que se le suele llamar el usuario líder, dado que este tipo de usuarios experimentan sus necesidades meses antes que la mayoría del mercado y se benefician de manera sustancial de las innovaciones del producto. Estos clientes son fuente de datos particularmente útiles por dos razones: 1) con frecuencia pueden expresar sus necesidades más emergentes, porque han tenido que lidiar con las ineficiencias de los productos existentes, 2) quizás ya han inventado soluciones para satisfacer sus necesidades [2].

Con base en los resultados arrojados en la etapa anterior, en la cual se identificaron los productos en los que se suelen emplear mayormente los empaques resellables, que en este caso fueron los productos alimenticios, se logró identificar como usuario líder a la mujer, dado que ellas representan el 93% de las compras dentro de la categoría de productos alimenticios [4], así como también en la mayoría de las ocasiones suelen ser el usuario final de esta clase de productos, por lo que ellas son quienes están en contacto directo con este tipo de empaques.

En lo que respecta al número de encuestas, por lineamiento práctico para la mayoría de los productos, aplicar menos de 10 encuestas se considera inadecuado, dado que no se obtendría información suficiente y aplicar 50

encuestas o más, son consideradas demasiadas [2], por lo que el realizar un promedio de 30 encuestas a consumidores es lo ideal.

Definido el consumidor líder y el número de encuestas a realizar, se procedió a establecer los aspectos que serían analizados dentro de las preferencias y tendencias del consumidor de empaques resellables. Dichos aspectos fueron:

- ❖ Hábitos de compra de productos con empaque resellable.
- ❖ Tipo de productos que suele comprar con empaques resellables.
- ❖ Hábitos de usos secundarios que le suele dar a los empaques resellables.
- ❖ Puntos que considera importantes de un empaque resellable.

Los aspectos analizados dentro de las preferencias y tendencias tanto de la competencia como del consumidor, fue indispensable que fueran lo suficientemente claros y que se relacionaran directamente con el problema a resolver, dado que de dichos aspectos se desprendieron las preguntas que formaron el cuerpo de las encuestas realizadas.

En la realización de las encuestas no sólo se consideró al usuario líder (la mujer), también se contempló al usuario secundario. El usuario secundario es aquella persona que conoce el producto, pero no es un usuario frecuente. En este caso el usuario secundario fue el hombre, debido a que no suele estar en contacto tan directo con los empaques flexibles como lo está la mujer.

Se contempló al usuario secundario, dado que él, suele aportar información que el usuario líder no aporta, debido a la gran familiaridad que el usuario líder tiene con el producto.

#### **III.4.- Análisis de la información**

Clasificadas y organizadas las muestras, definido el consumidor líder y realizadas las encuestas, se procedió a analizar la información recabada con el fin de definir los requerimientos y con ello establecer las especificaciones iniciales para el nuevo producto.

Los resultados obtenidos del muestreo realizado a productos que utilizan empaques de plástico resellables mostraron la siguiente tendencia:

- ❖ Se emplean mayormente en empaques para productos alimenticios.
- ❖ Pueden emplearse elementos resellables de diferentes geometrías.
- ❖ El elemento resellable puede estar adherido a las superficies del empaque mediante un respaldo o sin él.

En tanto que los principales resultados obtenidos de las encuestas realizadas mostraron que:

- ❖ La mayoría de los productos que se adquieren con empaques de plástico resellable son alimentos.
- ❖ Terminado el producto suelen darle un uso secundario al empaque.
- ❖ Consideran importante la apariencia que tiene el elemento resellable.
- ❖ Acostumbran abrir el empaque un promedio de entre 5 y 10 veces.
- ❖ El tamaño del elemento resellable debería ser más grande que los cierres actuales.



## **IV.- Requerimientos y especificaciones**

### **IV.1.- Introducción**

En las etapas iniciales del proceso de diseño es el punto en donde se identifican las necesidades del cliente, a lo que en la mayoría de los casos se le suele llamar la voz del cliente "el consumidor".

Esta es una de las etapas de mayor importancia dentro del proceso de diseño, dado que es el punto en donde el equipo de diseño debe tener la capacidad de entender las necesidades que tiene el consumidor sobre un producto o servicio determinado. Por lo que, si los encargados de llevar a cabo el diseño del producto no tienen la capacidad de comprender las necesidades existentes, el producto que desarrollarán no logrará satisfacerlas por completo, y con ello en el mejor de los casos esto llevará a un serie de retrasos en el desarrollo del mismo. En la mayoría de los casos el no entender las necesidades existentes causará que el producto fracase, por lo que es necesario entender exactamente qué desean los clientes en términos de atributos del producto y asegurar que estos se traduzcan en especificaciones apropiadas de las características de ingeniería.

Las especificaciones no le dicen al diseñador cómo encarar las necesidades o demandas del cliente. Las especificaciones dicen lo que debe hacer un producto, no lo que debe ser [2].

Por lo tanto, es necesario dedicar el esfuerzo que sea necesario para lograr plantear en un nivel de restricción adecuado las especificaciones, dado que si se contemplan en un nivel muy alto, éstas restringirán demasiado al equipo de diseño en su libertad de generación de opciones, pero si se consideran en un nivel muy bajo, puede provocar que se generen opciones que no cumplan con las necesidades planteadas.

Por todo esto, el establecimiento de especificaciones objetivo, es decir, las especificaciones iniciales que se desea que cumpla el producto, son necesarias para con ellas lograr iniciar el desarrollo del producto.

#### **IV.2.- Establecimiento de requerimientos y especificaciones**

Con base en la información recabada del estudio de mercado, las entrevistas realizadas y de los acuerdos a los que se llegaron en las reuniones de trabajo celebradas durante el proyecto con la empresa con la que se colaboró para el desarrollo del producto, se elaboró una tabla de requerimientos. Cada uno de ellos se describió y se le asignó un valor de importancia. El número 1 representa el valor de mayor importancia, el número 3 representa el valor de importancia más bajo.

<b>Núm.</b>	<b>Requerimientos</b>	<b>Imp.</b>
1	Permita abrir y cerrar varias veces el empaque	2
2	Se adhiera a películas de polietileno y polipropileno	1
3	El costo del elemento esté acorde al de los existentes en el mercado	2
4	El elemento resellable sencillo	3
5	El elemento resellable pueda ser producido en el país	1
6	El material del que esté constituido el elemento resellable sea compatible con el material de la película	1
7	El elemento resellable pueda ser susceptible de ser patentado	3
8	Se adhiera por fusión	3
9	El elemento resellable sea de fácil manufactura	2
10	El elemento resellable no viole ninguna patente vigente	1
11	El elemento resellable se cierre mediante la aplicación de presión	2
12	El elemento resellable pueda ser adherido a la película por medio de las adaptaciones que se realizarán a los equipos actuales	1
13	Cumpla con las normas de la FDA	1
14	Se utilice para empaques de productos granulados y/o secos	3
15	La colocación del elemento resellable implique el menor número de modificaciones a los equipos actuales	3

Tabla IV.1. - Requerimientos para el elemento resellable

A partir de la tabla de requerimientos se definió una tabla de especificaciones objetivo, las cuales representan la meta del equipo de diseño y describen un producto que el equipo considera tendrá éxito en el mercado.

Estas especificaciones se establecen después que se han identificado las necesidades del cliente, pero antes de que se hayan generado conceptos de producto y se haya seleccionado el concepto más prometedor, así como de las restricciones que la tecnología del producto planteará en lo que es posible lograr [2].

Para cada requerimiento se propuso al menos una especificación objetivo. Para algunos requerimientos se propusieron más de una especificación objetivo, en donde cada especificación está constituida por una descripción, por un factor de importancia que corresponde con el requerimiento que satisface, el número del requerimiento al que corresponde, un valor nominal y una unidad de medida. Varias de las especificaciones objetivo no tienen un valor o un parámetro definitivo, dado que estos serían definidos conforme avanza el desarrollo del proyecto.

Las tablas de requerimientos y especificaciones se les consideran como documentos dinámicos que evolucionan y se van refinando conforme se va obteniendo mayor información del problema que se resuelve y al ir tomando decisiones de diseño.

Para llegar a las especificaciones finales es necesario que el equipo de diseño finalice con la elección de un concepto y se desarrolle un modelo técnico del producto, en el cual estén plasmadas las especificaciones objetivo, y con base en los resultados obtenidos de las pruebas realizadas al modelo técnico del producto, depurar las especificaciones y con ello poder definir las especificaciones finales del producto [2].

Núm.	Núm. de necesidad	Especificación	Imp.	Valor	Unidad
1	3	Costo de manufactura por metro	2	Por definir	Pesos
2	1	Número de veces que se debe abrir y cerrar	1	10	Repeticiones
3	13	Normatividad FDA ☼	1	117.1520	No. De norma
4	2	Tipo de película	1	1511 1521	Polietileno Polipropileno
5	15	Número de modificaciones al equipo actual	3	Pocas	
6	5	Capacidad de extrusión en México del elemento resellable	1	100	%
7	8	Temperatura de fusión	3	110 - 140	°C
8	7	Patentabilidad del elemento resellable	3	Si	
9	6	Polietileno baja densidad Polipropileno	1	0.91-0.925 0.89-0.91	gr./cm3
10	4,9,11	Elemento resellable tipo de presión	3,2,2		Tipo
11	14	Hermeticidad	3	0	
12	10	Violación de derechos industriales	1	No	
13	12	Capacidad de adherir el elemento resellable mediante equipos modificados	1	100	%

☼ FDA, U.S. Food and Drug Administration, Database Updated April 1, 2006

Tabla IV.2 .- Especificaciones objetivo

## **V.- Búsqueda y análisis de información**

### **V.1.- Introducción**

El objetivo de la presente etapa del proyecto es el conocer y analizar tanto el funcionamiento, así como las reivindicaciones consideradas en las patentes de los diferentes tipos de elementos de cierre empleados en la elaboración de empaques de plástico resellables, las cuales se encuentran vigentes tanto en el mercado nacional como internacional.

El proceso de recopilar información comienza de lo general a lo particular, es decir, inicia con el análisis de literatura general y limitada y conforme avanza la necesidad de conocimientos más específicos se comienza a mover hacia literatura específica, como lo son literatura técnica, artículos o patentes [5].

### **V.2.- Búsqueda de patentes**

Como se puede ver en el diagrama de flujo de la búsqueda de información (Fig.V.1), las patentes se encuentran dentro del nivel de mayor calidad de información, ya que son consideradas como fuentes de información tanto tecnológica como comercial, debido a que a cambio de la proyección que le brinda la patente a una invención, su inventor debe publicar información sobre la misma, a fin de enriquecer los conocimientos técnicos del mundo, así pues, las patentes proporcionan no sólo protección para el titular sino asimismo información e inspiración para la generación de futuras invenciones [7]; por lo que son consideradas como una de las fuentes de información pública más grande del mundo [5]. Es por esta razón que la búsqueda de información que se desarrolló en la presente etapa se enfocó en la revisión de bancos de patentes disponibles en la Internet.

Los sitios que fueron la base de la consulta fueron cuatro: 1) [www.Freepatentsonline.com](http://www.Freepatentsonline.com) 2) [www.espacente.com](http://www.espacente.com) 3) [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) y 4) [www.IMPI.org.mx](http://www.IMPI.org.mx).

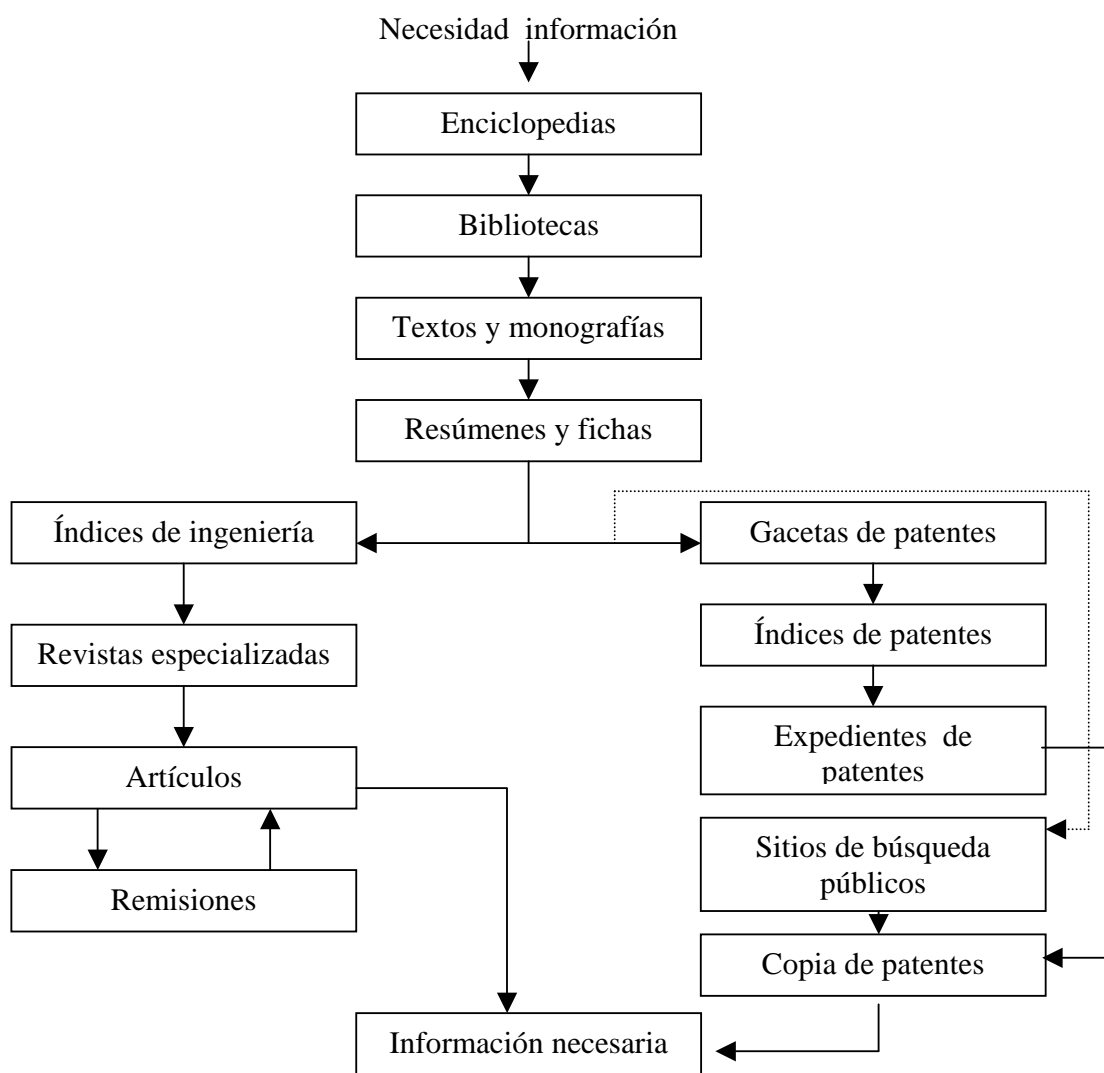


Fig.V.1.- Diagrama de flujo de la búsqueda de información [5].

En la presente etapa se ubicaron alrededor de 27 documentos relacionados con empaques de plástico resellables. Entre los documentos considerados se incluyeron tanto aplicaciones de patentes, así como patentes vigentes tanto en México como en los Estados Unidos, como aquellas de dominio público.

Los 27 documentos seleccionados para su análisis fueron elegidos considerando, los criterios que surgieron de las juntas de seguimiento de proyecto que se realizaron con la empresa colaboradora. Dichos criterios se pueden observar en la tabla de requerimientos.

### **V.3.- Análisis de patentes**

El análisis de las patentes se dividió en dos etapas principales. La primera de ellas se enfocó al análisis de la función de enganche de los elementos resellables, en la segunda etapa el enfoque fue el estudio de las reivindicaciones contempladas en cada una de ellas. El objetivo por el que se dividió el análisis de patentes en dos etapas fue para lograr un mejor entendimiento del funcionamiento de los elementos resellables. Teniendo una mejor comprensión del funcionamiento, pasar al punto en donde se visualizarían posibles restricciones contempladas dentro de las reivindicaciones.

#### **V.3.1.- Análisis de función de enganche**

Dentro del análisis de la función de enganche, la idea más importante fue la de lograr entender el funcionamiento del elemento resellable, así como el observar algunas de las geometrías más comúnmente empleadas para lograr la acción de enganche entre los dos cuerpos que conforman un elemento resellable.

Los resultados obtenidos en la primera parte del análisis de la función de enganche se resumen a continuación:

##### **V.3.1.1.- Material**

Los materiales empleados en la fabricación de elementos resellables suelen ser principalmente el polietileno de baja densidad y el polipropileno. El material empleado en la fabricación del elemento de cierre dependía del tipo de película en la cual sería adherido el elemento resellable, pero se encontró que el material más usual empleado en la elaboración de empaques resellables es el polietileno de baja densidad, debido a su mayor flexibilidad y bajo costo.

### **V.3.1.2.- Adherencia**

El elemento resellable podría estar adherido a la cara interna de película del empaque mediante la implementación de algún dispositivo de fusión, como lo son las barras eléctricas de fusión, los dispositivos ultrasónicos, mediante el uso de algún tipo de adhesivo o podría estar directamente extruido en la película que forma el empaque. El medio más usual para adherir el elemento resellable es la fusión mediante barra eléctricas, dado que comparado con los otros medio de adherencia, representan ser la manera más práctica y menos costosa de fijación.

### **V.3.1.3.- Geometría**

El elemento resellable podría tener la misma geometría en ambos cuerpos que conforman el elemento de cierre, o estar formada de cuerpos de geometría diferente. El elemento resellable suele estar formado por dos cuerpos, al cuerpo que tiene una protuberancia, por lo general en forma de cabeza de flecha se le suele llamar elemento macho, mientras al cuerpo que tiene una cavidad para alojar la protuberancia del elemento macho se le suele llamar hembra.

### **V.3.1.4.- Enganche**

La acción de enganche se lograba mediante el alojamiento de la protuberancia del elemento macho en la cavidad formada del elemento hembra.

### **V.3.1.5.- Relación enganche-geometría**

La relación que se encontró entre la acción de enganche con la geometría del elemento resellable fue la más importante, dado que dio la pauta mediante la cual se logró ubicar el punto en donde se trabajaría para dar un atributo diferente al elemento resellable, que en este caso fue el de apertura fácil del exterior.



Como se puede observar en la fig.V.2 y fig.V.3, ambos elementos resellables tiene geometrías similares, pero observando con mayor detalle se logró visualizar que en la zona de enganche entre ambos cuerpos, la geometría de uno de los cuerpos que conformaban el elemento resellable, el que tenía la cabeza en forma de flecha como medio de enganche (macho), presentaba una asimetría en dicha zona (fig. V.2).



Fig.V.2.- Elemento resellable con cabeza asimétrica



Fig.V.3.- Elemento resellable con cabeza simétrica.

Esta diferencia, entre una cabeza simétrica y una asimétrica, es el punto en donde se encuentra el atributo de abre fácil entre los elementos resellables, dado que la asimetría en la zona de la cabeza, facilita la separación de los cuerpos.

La facilidad de apertura se debe a que la cabeza del elemento macho en la parte inferior de su zona de enganche, es más larga que la parte superior. Dicha diferencia provoca que al tener una longitud más corta en la parte superior de la zona de la cabeza comparada con respecto a la parte inferior de dicha zona, provoca que se abra el empaque más fácilmente aplicando la fuerza del exterior, que si se aplicara la misma fuerza por la parte interior del empaque. Si se aplicara la fuerza por el interior, ésta actuaría en la parte inferior de la cabeza del elemento macho, por lo que al tener una longitud más larga se requiere aplicar una mayor fuerza para librar la zona de anclaje y con ello lograr abrir el empaque.



Fig.V.4 .- Zona de enganche del elemento resellable.

Esta relación se logró visualizar después de haber analizado la descripción que se hacía de la función de enganche en las patentes.

### **V.3.2.- Estudio de reivindicaciones**

Por su trascendencia, para brindar libertad de acción, así como para la consideración de restricciones y por lo que implica legalmente la violación de algún derecho de propiedad contemplado dentro de una patente, el estudio de las reivindicaciones es una de las etapas a la que justificadamente se le puede dedicar mayor tiempo y esfuerzo. Dado que si no se logra entender por completo alguna de las reivindicaciones, puede provocar que el desarrollo del proyecto se obstaculice hasta tal punto que por una mala interpretación de alguna reivindicación, el proyecto pueda ser considerado como no viable, o en el mejor de los casos se tenga que reestructurar el concepto a desarrollar.

Para realizar el estudio de las reivindicaciones primero se estableció una estrategia de análisis que se dividió en dos etapas:

- ❖ Identificación y clasificación de patentes y aplicaciones vigentes en México.
- ❖ Estudio y comparación de reivindicaciones.

### **V.3.2.1.- Identificación y clasificación de patentes y aplicaciones vigentes en México**

Con el fin de identificar cuántas patentes y aplicaciones relacionadas a empaques de plástico resellables vigentes existían en México, se realizó una búsqueda en el banco de patentes del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Además se tuvieron reuniones con personal de dicha dependencia con el objetivo de obtener la mayor cantidad posible de información referente a las patentes vigentes en México, así como también para que proporcionaran una guía sobre la interpretación de las reivindicaciones.

Como resultado de la búsqueda realizada se ubicaron 8 patentes vigentes y 3 aplicaciones de patentes relacionadas con nuestro problema, es decir, los empaques de plástico resellables. Con relación a las patentes vigentes en México, 7 estaban representadas por empresas americanas y la restante por una empresa francesa. En cuanto a las aplicaciones, las tres eran representaciones de empresas americanas.

Del total de patentes consideradas para ser analizadas, se procedió a identificar cuales de las ellas estaban contempladas dentro de las patentes y aplicaciones vigentes en México. Identificadas las patentes vigentes en México se procedió a clasificar aquellas patentes que por su fecha de aplicación ya eran consideradas de dominio público, por lo que al revisar las fechas de la solicitud de aplicación del total de las patentes consideradas para su análisis, se detectaron un total de 16 patentes que ya eran calificadas de dominio público.

Identificadas y clasificadas todas las patentes se procedió a realizar el estudio de sus reivindicaciones.

### **V.3.2.2.- Organización de la información**

Debido a que se realizó el análisis tanto de la descripción de la función de enganche así como de las reivindicaciones contempladas de cada una de las 27 patentes, aunado a que cada patente estaba constituida entre 5 y 8 páginas y que el número de reivindicaciones era entre 5 y 12 en promedio, la cantidad de información que se manejó fue considerable. Para tener un manejo más práctico y una visualización de la información generada, se optó por realizar fichas en las cuales estuviese aquella información que se consideró como trascendental, es decir, aquella que brindó datos que sirvieron para realizar una comparación entre las mismas patentes con el fin de identificar posibilidades de acción.

### **V.3.2.3.- Estudio y comparación de reivindicaciones**

Durante el estudio de las reivindicaciones de las patentes, se detectó que algunas de ellas tenían varios puntos en común en sus reivindicaciones. Esta coincidencia de reivindicaciones entre patentes, dio pie a que se realizara una comparación entre todas las reivindicaciones de las patentes analizadas, con el fin de tener perfectamente claro que reivindicaciones podrían ser consideradas como una restricción para el desarrollo del proyecto.

Para llevar a cabo la comparación entre reivindicaciones se emplearon mapas mentales, dado que son una herramienta que permite la organización de información y es útil para la generación de ideas de asociación, por lo que con dicha herramienta se lograría una mejor visualización de qué patentes y qué reivindicación coincidían con otras patentes y de igual manera en cual de sus reivindicaciones coincidían.

De los resultados arrojados del estudio y comparación de las reivindicaciones, se obtuvo que, el hecho de que una reivindicación estuviese considerada ya en alguna de las patentes, eso no significaba que fuese una restricción como tal para

las demás; sino que para que fuese considerada como una restricción, se tendría que partir desde su invención.

Para que una reivindicación sea considerada como una restricción para desarrollar algo nuevo, lo nuevo, debe de tener un atributo que lo haga diferente de lo viejo, y partiendo de una nueva invención tener nuevas reivindicaciones que podrán coincidir con las reivindicaciones de otras patentes pero que no violan los derechos de ellas.

## VI.- Generación y evaluación de conceptos de solución

### VI.1.- Introducción

Habiendo identificado las necesidades y las restricciones del problema, el siguiente paso es la generación y evaluación de alternativas de solución que nos permitan satisfacer las demandas planteadas. Ésta es la etapa más creativa del proceso de diseño, dado que involucra la generación de tantas ideas como sea posible para lograr el desarrollo de un concepto que solucione nuestro problema.

La etapa de generación de alternativas de solución, es una a la que por lo general, lo deseable sería que el tiempo que se le dedique no se programara, para que el proceso de invención pueda florecer y obtener de él, las mejores propuestas de solución [6].

Mientras mayor sea el tiempo dedicado a las etapas de generación y evaluación de ideas, etapas iniciales del proceso de diseño, mayor serán las oportunidades de obtener mejores resultados a menor costo.

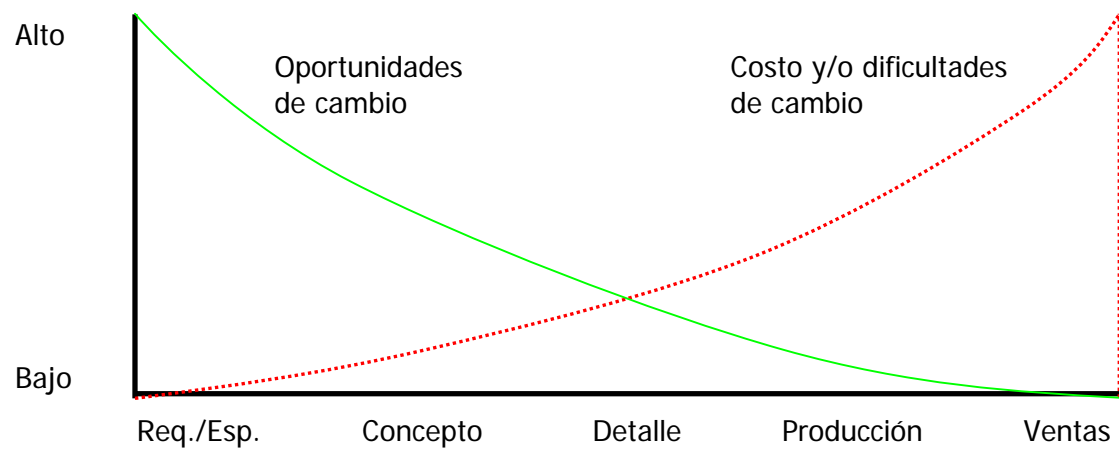


Fig.VI.1.- Costo y oportunidades de cambio en el proceso de diseño [6]

La meta de la presente etapa, es el generar el concepto de solución, del cual se generen modelos técnicos, a los que se les realicen las pruebas necesarias para poder refinar las especificaciones objetivo y con ello poder obtener las especificaciones finales que nos permitan desarrollar el producto final.

## VI.2.- Generación de alternativas de elementos de cierre

En lo que respecta a la generación de alternativas de solución se emplearon tanto técnicas de creatividad, así como la generación de conceptos a partir del análisis de literatura que ilustra elementos de cierre que se emplean actualmente.

De las diversas técnicas de creatividad existentes, se utilizó la llamada lluvia de ideas, dado que es una de las técnicas que genera de forma rápida y espontánea un gran número de ideas. Se realizaron cuatro sesiones de esta dinámica, en las que participaron personas de diferente perfil profesional. En cada sesión participaron entre 6 y 12 personas. De las ideas producto de la realización de la lluvia de ideas, se obtuvieron 27 posibles opciones mediante las cuales se pudiera lograr un medio resellable para un empaque.

En lo que respecta a la revisión de literatura relacionada con elemento de cierre resellables, se obtuvieron 3 geometrías que proporcionaron un importante punto de partida para obtener una posible solución.

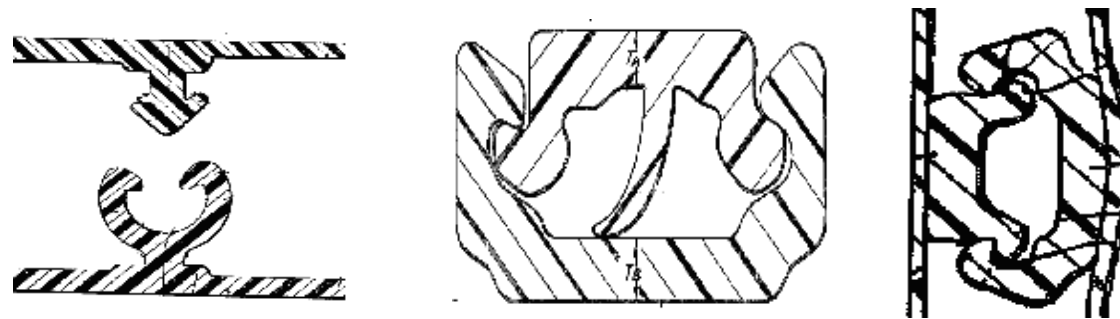


Fig. VI.2.- Opciones de geometrías resultado de análisis de literatura

Como resultado de la etapa de generación de alternativas de solución, se obtuvieron 5 geometrías que surgieron del análisis de literatura relacionada con los elementos resellables.

Las 5 geometrías fueron evaluadas para determinar cuál de ellas podría representar la mejor solución.

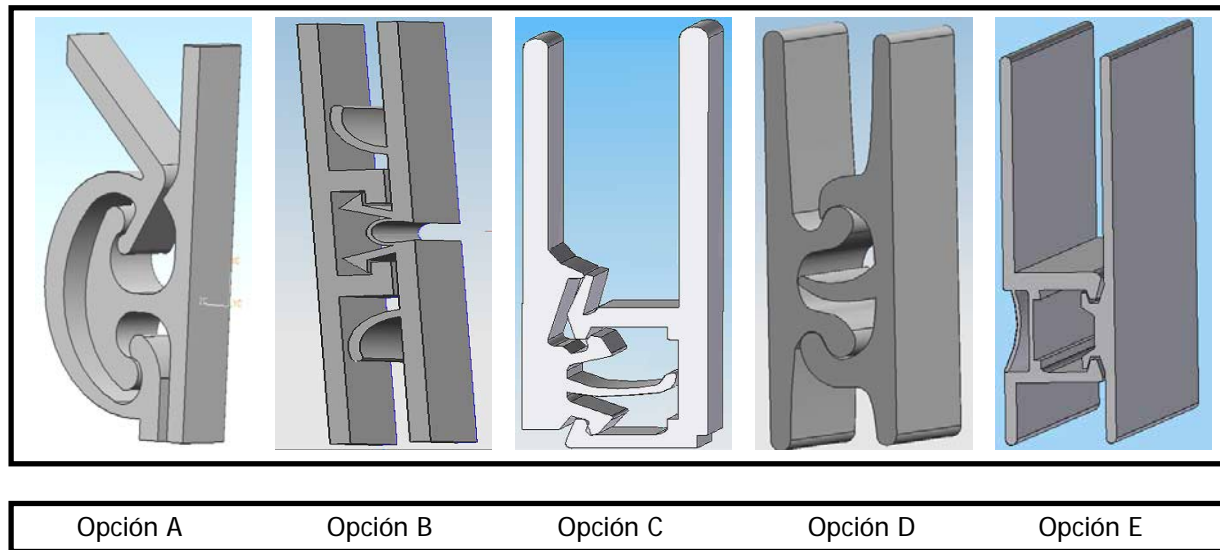


Fig. VI.3.- Geometrías producto de la etapa de generación de alternativas de solución

### VI.3.- Selección de opción viable

La selección del concepto es el proceso de evaluar los conceptos con respecto a las necesidades del cliente, así como otros criterios, comparando sus fortalezas y debilidades [2].

La evaluación y selección de la opción más viable, se llevó a cabo mediante una matriz de decisión, en donde los criterios empleados fueron:

- |                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| I. Apertura                    | IV. Direccionamiento en el equipo |
| II. Manufactura                | V. Costo producción               |
| III. Sellado sobre la película | VI. Originalidad                  |



Los criterios de evaluación surgieron de las juntas de seguimiento del proyecto y considerando los aspectos más importantes que se persiguen en él. El parámetro que sirvió como referencia fue el elemento de cierre que se emplea en los empaques flexibles de la marca Ziplock, dado que al momento de llevar a cabo la evaluación representaba la mejor opción de comparación.

Derivado de la evaluación se obtuvo que la opción D (Tabla. VI.1) resultó ser la mejor calificada, en contraste la opción E (Tabla. VI.1), necesitaba redefinirse.

Pero considerando que uno de los puntos más importantes que se perseguían en el desarrollo del producto, era el producir una idea nueva que pudiera ser patentable, y dado que la opción D (Tabla. VI.1), no presentaba una gran variación en su geometría respecto a la mostrada en la patente que sirvió de base para el desarrollo de dicha opción; se decidió realizar una segunda iteración de la evaluación, en donde se modificaran las geometrías de las opciones generadas, con la finalidad de tener un elemento de cierre que tuviese un atributo que le permitiera diferenciarse del resto de los elementos de cierre, así como de la geometría de la patente que sirvió como base para algunas de las opciones.

Con base en los criterios de evaluación, fueron analizadas las 5 opciones. Como resultado del análisis se decidió que redefiniendo la geometría de la opción E (Fig. VI.4), ésta podría mejorar notablemente su calificación.

Después de realizar la variación en la geometría mencionada (Fig. VI.4), se hizo la segunda iteración empleando los mismos criterios de evaluación de la primera, en donde no fue considerada la opción B, dado que fue la peor evaluada.


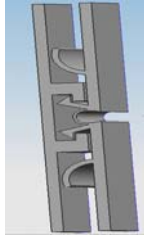

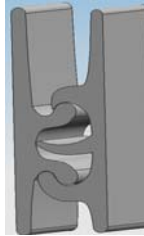
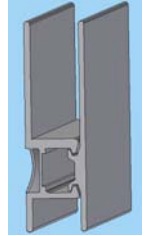
Criterios de evaluación	Alternativas de solución					Referencia Ziplock
	Opción A	Opción B	Opción C	Opción D	Opción E	
						
Apertura	+	+	+	+	+	0
Manufactura	+	-	-	+	-	0
Sellado sobre la película	-	-	0	+	-	0
Direccionamiento en el equipo	-	-	+	+	+	0
Costo de producción	+	-	0	0	-	0
Originalidad	+	+	+	-	+	0
Puntuación neta	2	-2	2	3	0	0
Continua	Si	No	Si	Si	Revisar	

Tabla. VI.1.- Matriz de evaluación, primera iteración.

Como resultado de la nueva valoración se obtuvo que la opción E (Fig. VI.4) que en la primera evaluación no estuvo dentro de las mejor calificadas, ahora resultó ser la mejor opción debido a las modificaciones hechas en su geometría.

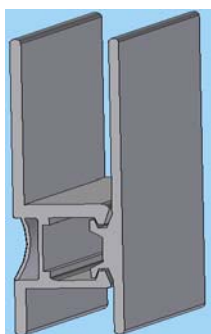


Fig. VI.4.- Geometría opción E, antes de modificarse

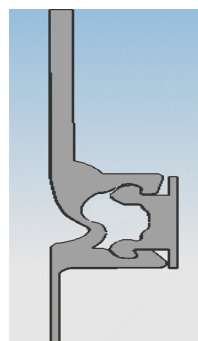


Fig. VI.5.- Geometría opción E, después de su modificación

#### VI.4.- Análisis de opción seleccionada

Para tener una idea del posible comportamiento que presentaría la opción seleccionada al estar sometida a las fuerzas ejercidas al abrir el empaque, se sometió a análisis de elemento finito para conocer el desplazamiento que se presentaría en zonas críticas del diseño, es decir, en la zona de enganche.

Para poder realizar este análisis, primero se determinó una fuerza aproximada a la que se ve sometido un empaque en su zona de apertura. Para determinar esta fuerza se realizaron una serie de pruebas de apertura a diferentes tipos de empaque de plástico resellables. Dichas pruebas consistieron en someter a dos diferentes empaques resellables a una serie de aperturas y cierres, en un promedio de 30 repeticiones a una velocidad constante de apertura de 2.8 m. /seg. De la realización de estas pruebas se obtuvo una fuerza de 13.624 N. Dicha fuerza fue la que se empleo para realizar el análisis relacionado con la fuerza requerida para abrir el empaque.

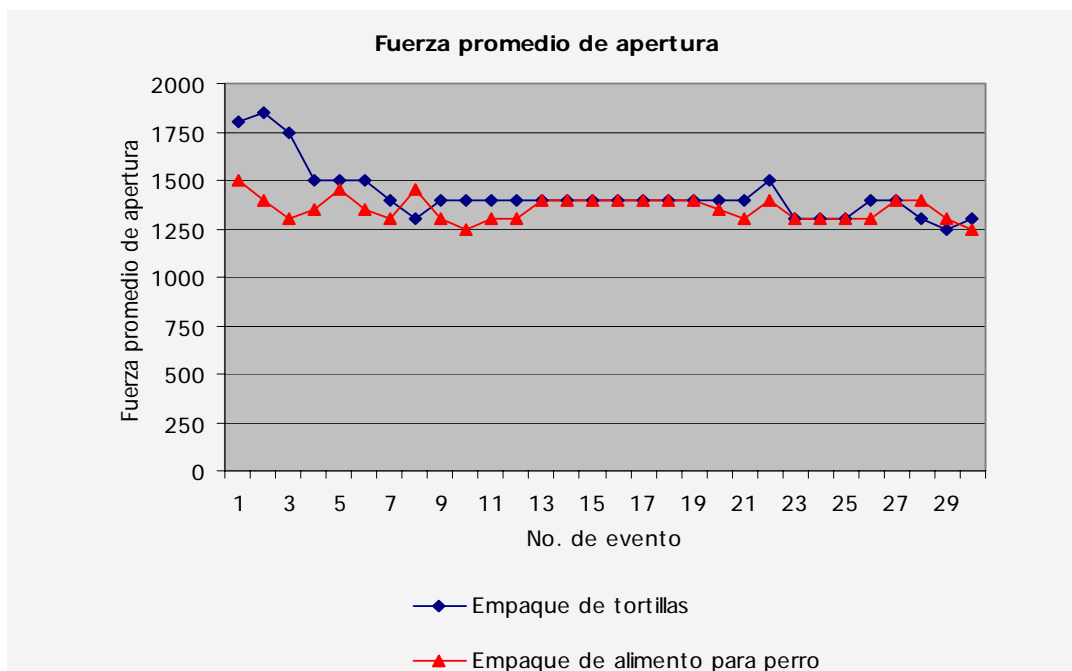


Fig. VI.6.- Gráfica de la aplicación de fuerzas requerida para la apertura de empaques.

Para conocer una fuerza que nos sirviera para conocer la fuerza interna que se presenta en el empaque, se consideró un empaque para una capacidad de 2Kg. Se seleccionó un empaque de dicha capacidad para manejar un margen de seguridad de la posible fuerza que podría estar presente en el interior del empaque, dado que el empaque para una capacidad de 1 kg, es el tamaño que más usualmente se maneja en el modelo de la máquina a la cual se tiene planeado adaptar el elemento de cierre.

La obtención del valor de la fuerza presente en el interior del empaque, fue con base al peso contenido en el interior del empaque.

Dado que el contenido del empaque no estaba definido debido a que se suelen emplear en una gran gama de productos, se consideró que su contenido presentara una densidad de 1000 Kg./ m<sup>3</sup> correspondiente al del agua, dado que en algunas ocasiones suelen emplear los equipos para embolsar agua. Además uno de los requerimientos del proyecto es que el empaque sea utilizado para productos granulados y secos, tales como cereales y semillas, que tienen una densidad menor a la del agua. Con ello se obtuvo un margen de seguridad en cuanto a la fuerza provocada por el producto contenido por el empaque.

Con la consideración hecha de la densidad del producto y contemplando una dimensión del empaque de 0.20 m. X 0.30 m, correspondiente al empaque contemplado, es decir, para un volumen de 0.002 m<sup>3</sup>, se procedió a calcular la fuerza en el interior del empaque.

Determinadas las fuerza tanto internas como externas a las que podría estar sometido el elemento resellable, se procedió a la realización del análisis de elemento finito.

Para el desarrollo de este análisis primero se modeló en un software de CAD la geometría del elemento resellable seleccionado. Realizado el modelo en CAD, se procedió a determinar las zonas del elemento resellable en donde estarían actuando las fuerza que arrojaron las pruebas realizadas, es decir, la fuerza tanto interna como externa, así como la determinación del tamaño del elemento para la realización de la comparación mediante el análisis de elemento finito (Fig. VI.7).

En la fig. VI.7, se observa que con los tamaños de los elementos mediante los cuales el valor de los desplazamientos producto de la acción de la fuerza sobre la zona de enganche tiende a converger son el 1.2 y 1.5, indicando que con dichos tamaños de elemento, se lograría optimizar el mallado del análisis. El objetivo de esta optimización es la reducir los tiempos de análisis sin afectar la calidad de los resultados

La zona en donde los cuerpos que conforman el elemento resellable se enganchan, fue la zona en donde se determinó que actuarían las fuerzas, dado que es el punto en donde repercute la aplicación de las fuerzas. Los resultados producto del análisis realizado a los elementos de cierre se muestran en las figuras VI.8 y VI.9.

En la fig. VI.8, se muestran los desplazamientos que se presentaron en las zonas de enganche de los elementos de cierre al estar sometidos a la acción de la fuerza externa, es decir, la fuerza producto de las pruebas de apertura realizadas a los empaques (Fig. VI.6).

En la fig. VI.8, se observa que en comparación con la geometría base, la geometría propuesta presenta un mayor desplazamiento en sus elementos de enganche, por lo tanto se requiere una menor fuerza para lograr separar a los elementos que conforman el cierre.

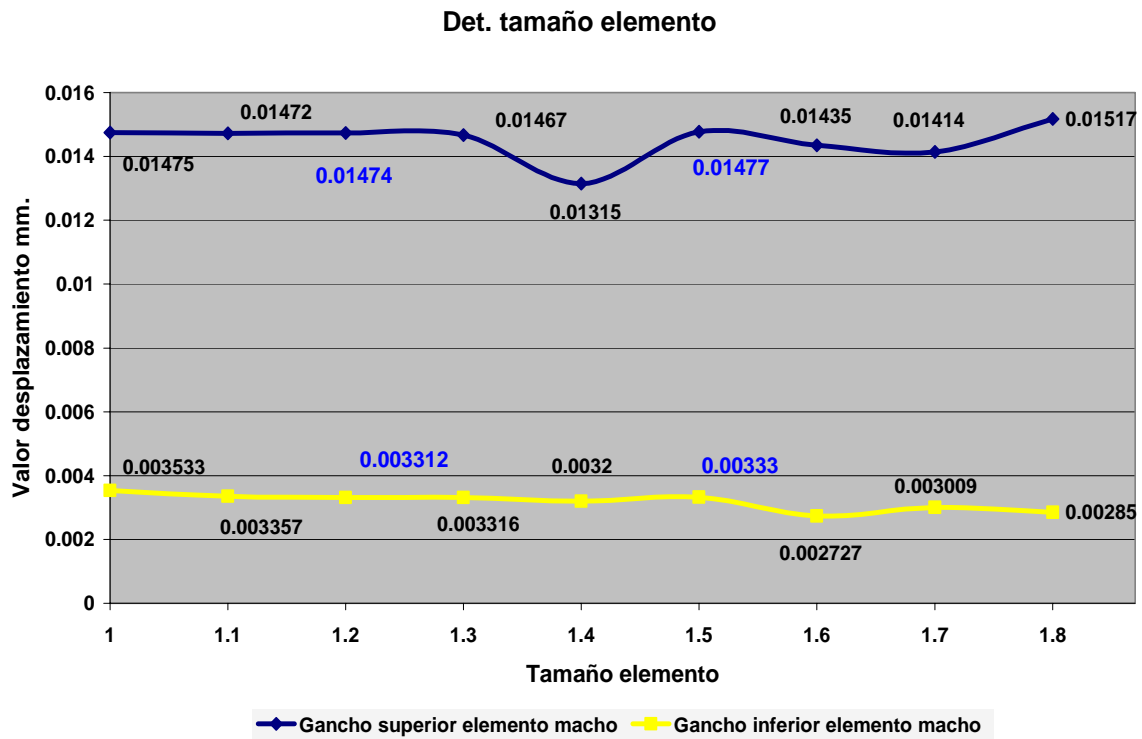


Fig. VI.7.- Gráfica determinación del tamaño del elemento para la realización del análisis de comparación.

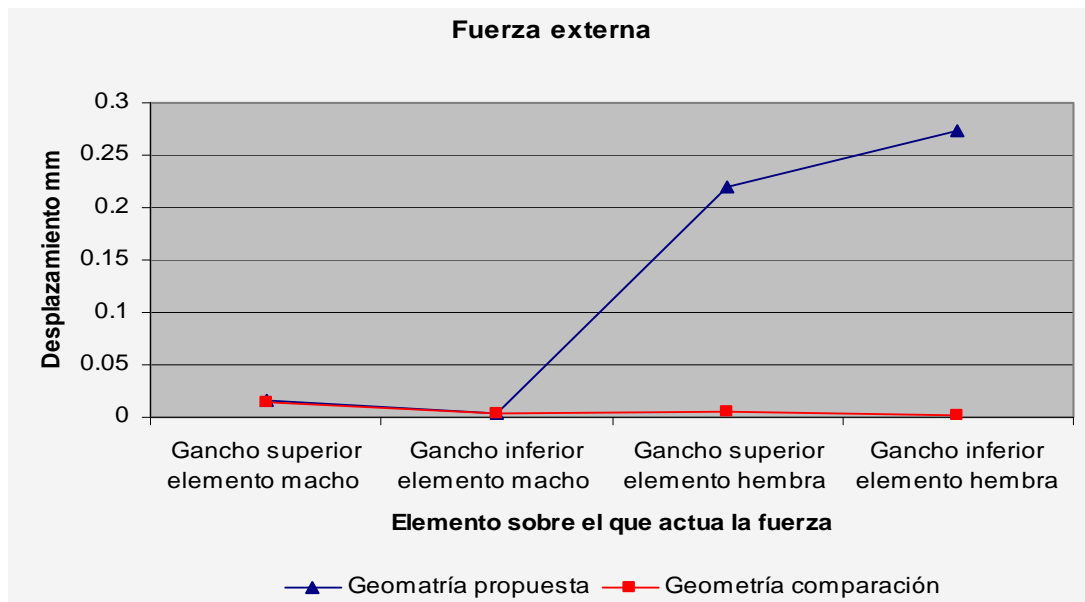


Fig. VI.8.- Gráfica representativa de los desplazamientos provocados por la fuerza exterior aplicada sobre el elemento de cierre.

En lo que respecta a la fig.VI.9 se muestra que la geometría propuesta, al estar sometida a la acción de la fuerza originada por la carga del producto contenido en el interior del empaque, presenta un menor desplazamiento de sus elementos de enganche en comparación con la geometría base. Los resultados mostrados indican que es más difícil lograr que el elemento de cierre con la geometría propuesta se abra debido a la fuerza provocada por el contenido del empaque.

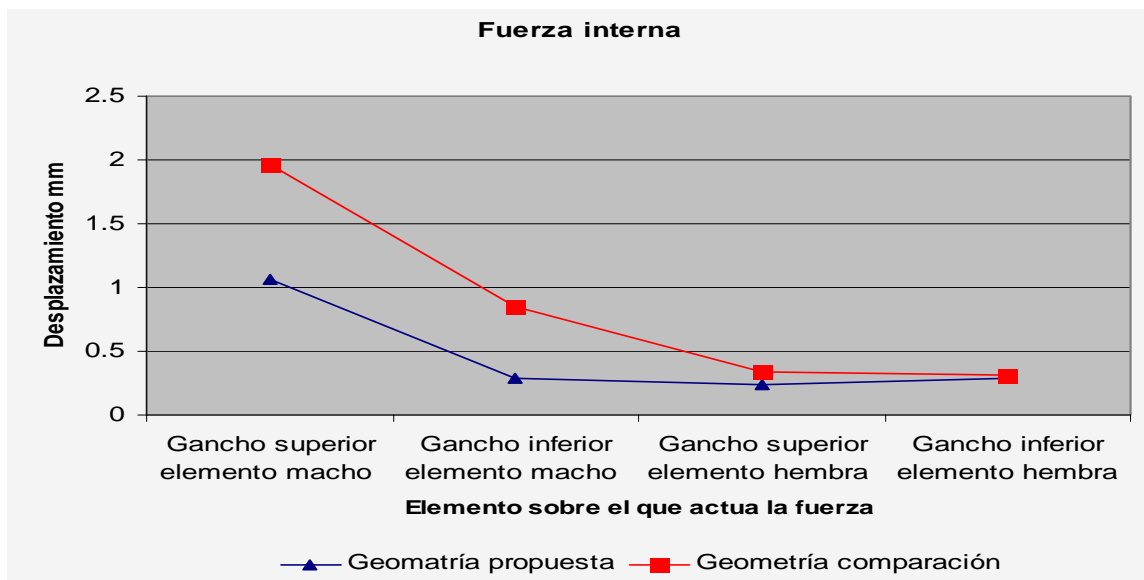


Fig. VI.9.- Gráfica representativa de los desplazamientos provocados por la fuerza interior aplicada sobre el elemento de cierre.

### VI.5.- Modelo técnico del elemento de cierre seleccionado

Dentro del proceso de desarrollo de un producto, puede ser necesario o es deseable la realización de modelos técnicos (prototipos), en los cuales estén plasmadas las ideas o puntos de interés que se desean trabajar [1].

Con los modelos técnicos se pueden llevar a cabo pruebas para visualizar posibles problemas no contemplados en el proyecto. También permiten refinar las especificaciones y con ello tener un mejor concepto con menos problemas en la etapa de diseño de detalle.

Para la realización de los modelos técnicos del proyecto, se empleó un equipo de estereolitografía para la fabricación de moldes. Los moldes fueron fabricados de material cerámico con un factor de escalamiento de 15:1, es decir, mucho más grandes dado que el tamaño real del modelo a realizar era muy pequeño y por ende sería imposible el lograr observar la geometría generada (Fig. VI.10).

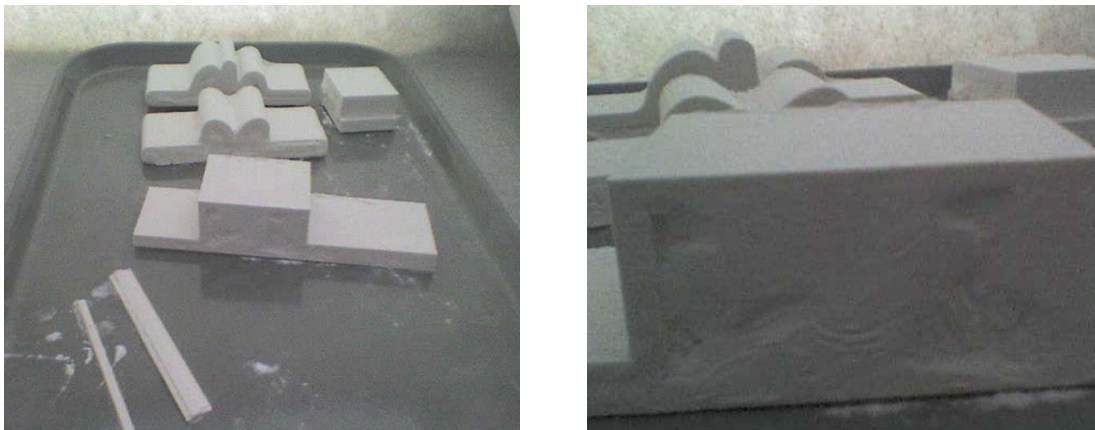


Fig.VI.10.- Moldes de los modelos técnicos

Realizados los moldes, se procedió a la obtención de los modelos técnicos, los cuales fueron fabricados de dos materiales diferentes, caucho de silicón (Fig. VI.11 y VI.12) y de silicón termofusible (Fig.VI.13 y VI.14).

Los resultados de la realización de los modelos de caucho de silicón no fueron los esperados, ya que no fue posible observar el movimiento de los elementos de enganche y mucho menos el movimiento que se presentaba en la zona curvada del elemento macho. Esto fue debido a que las propiedades del caucho de silicón resultaron ser mucho más flexibles de lo esperado.





Fig. VI.11.- Modelo técnico de caucho de hembra.



Fig. VI.12.- Modelo técnico de caucho de silicón macho.

En el segundo caso, los modelos realizados de silicón termofusible arrojaron resultados similares a los obtenidos en el primer caso. El silicón termofusible presentó un poco más de rigidez pero no se logró la visualización de los puntos de interés, es decir, el desplazamiento de los elementos de enganche tanto del elemento macho como del elemento hembra al momento de ser enganchados; por lo que los modelos técnicos no aportaron información al diseño.



Fig. VI.13.- Modelo técnico de caucho de silicón hembra.



Fig. VI.14.- Modelo técnico de caucho de silicón macho.

### **VI.7.- Concepto de elemento resellable desarrollado**

Con base en los perfiles de la información estudiados, a las opciones de solución generadas, a las evoluciones realizadas, al análisis de fuerzas y a los modelos técnicos; se realizaron planos conceptuales de un elemento resellable. El elemento cumple con las especificaciones del proyecto, sin embargo es necesario fabricar prototipos del material recomendado y realizar diversas pruebas: de pegado, de sellado y de apertura.

Como parte del proyecto, se localizó un posible fabricante del elemento resellable. Se realizaron reuniones con él y se obtuvo una cotización.

## **Conclusiones**

El mundo del empaque es uno de los mercados más grandes y competitivos que existen hoy en día, en especial el que se relaciona al empaque de alimentos. Dentro de esta categoría, es donde se suelen emplear los empaques de plástico resellables y debido a su gran futuro puede ser difícil incursionar en él, y más aun, si se considera que dicho mercado está bajo un monopolio disfrazado, en el cual, varias marcas representan a un mismo interés, aunado a que gran parte de la tecnología, así como las diversas geometrías de los elementos resellables que actualmente existen en el mercado se encuentran protegidas.

Como resultado de la realización del presente trabajo se desprenden las siguientes conclusiones:

1. Debido al objetivo, a los alcances propuestos y a las restricciones producto del gran número de patentes que existen, el concepto que se desarrolló es una opción viable para resolver el problema planteado. Este concepto debe ser detallado mediante la fabricación de prototipos que permitan verificar su funcionamiento y determinar sus dimensiones y tolerancias.
2. Debido a que durante la etapa de búsqueda de información no se encontró geometría alguna semejante a la planteada, aunado a que tiene atributos que le permiten diferenciarse del resto de las geometrías de elementos de cierre existentes en el mercado, el concepto propuesto es una opción patentable.
3. Considerando las limitaciones existentes, producto de la falta de tecnología, así como de conocimiento necesarios para trabajar geometrías tan pequeñas, la fabricación de prototipos para la realización de pruebas es complicada. De hecho la única opción considerada para hacer pruebas, es el desarrollo de una producción piloto de la geometría propuesta.

4. El desarrollo total del presente proyecto le puede significar a la empresa colaboradora un producto redituable, debido a que podrá ofrecer al mercado su propio empaque resellables, y con ello aumentar su campo de acción y sobre todo, no tendrá que atarse o atar a sus clientes a convenios desventajosos, en los que se vean forzados a adquirir la materia prima a un determinado proveedor.

Para obtener un producto funcional del concepto propuesto, es necesaria la realización de un trabajo complementario.

Para la realización del trabajo complementario, como se comentó con anterioridad, es necesario que se fabriquen prototipos, a los cuales se les realicen pruebas y de cuyos resultados se puedan refinar las especificaciones planteadas.

Los puntos en los cuales se enfocaría el trabajo futuro, son:

1. Geometría

- Es necesario la fabricación de un prototipo con la geometría propuesta, para visualizar si el desplazamiento que se presenta en los dos cuerpos que conforman el elemento resellable, realiza las acción tanto de enganche como de liberación.
- Mediante las pruebas realizadas se observará si el área curva del elemento macho se flexiona al momento de aplicarse la fuerza del exterior, logrando con ello la liberación del cierre más fácilmente. También permitirán evaluar el funcionamiento del elemento macho en la zona curva, ya adherido a la película del empaque.

## 2. Temperatura

- Observar el comportamiento que tendrá el perfil al estar sometido a una fuente de calor (entre 110 y 140 °C), necesaria para lograr la fijación del elemento resellable sobre la película.

## 3. Optimización de la geometría

- Uno de los principales trabajos a futuro sería el relacionado con la optimización de la geometría, dado que con ello se reduciría la cantidad de material empleado en su fabricación, disminuyendo los costos de manufactura, y por ende un producto más barato.

De los resultados obtenidos en estas pruebas, se podrán refinar las especificaciones, y con ello realizar las modificaciones necesarias al concepto, logrando con ello que en la etapa de diseño de detalle las modificaciones necesarias sean mínimas.

## REFERENCIAS

- [1].- <http://www.Empaqueperformance.com.mx>  
Fecha de consulta: 10/Abril/2006.
- [2]. - Kart T. Ulrich y Steven D. Eppinger, *Diseño y desarrollo de productos: Enfoque multidisciplinario*, McGrawHill, 2004.
- [3].- Nigel Cross, *Métodos de diseño, estrategias para el diseño de productos*, Limusa- Wiley, 1999.
- [4].- <http://www.elempaque.com/ee/secciones/EE/ES/MAIN/IN/ARTICULOS>,  
Fecha de consulta: 26/Marzo/2006.
- [5]. - George E. Dieter, *Engineering design: a materials and processing approach*, McGraw Hill, 2000.
- [6]. - Ken Hurst, *Engineering design principles*, Arnold publishers, 1999.
- [7]. - Bustamante Borrayo Rene, Borja Ramirez Vicente, Ramirez Reivich Alejandro, López Parra Marcelo, *Uso de patentes para el rediseño de un equipo de empaque*, Memorias XII Congreso Internacional de la SOMIM, 2006.
- [8]. - De León Murguía Norma Vanessa, Domínguez Avendaño René Fermín, Rojas Lord Francisco Javier, Sánchez Guzmán Juan Raúl, *Diseño conceptual de dispositivo para la colocación de elementos resellables*, Facultad de Ingeniería 2007.