



300617
18
2 ej

UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
Incorporada a la U. N. A. M.

Fabricación de Spoilers Automotrices

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
Con especialidad en el Area Mecánica
p r e s e n t a :
MIGUEL ANGEL LOYO AGUIRRE

México, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1987



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 está 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.

INDICE

	Página
- Contenido -----	7
- Introducción -----	9
- Capítulo I - Teoría Básica del Plástico -----	14
1.1 Introducción a los Materiales Plásticos -----	15
1.1.1 Concepto de Plástico -----	17
1.2 Generalidades de los Termoplásticos -----	20
1.2.1 Termoplásticos más comunes en la industria -----	20
1.2.2 Selección del Material a Utilizar -----	29
1.2.3 Fundamentos del Proceso de Termoformado -----	30
1.2.3.1 Formado por Moldes Pares -----	30
1.2.3.2 Formado por Vacío -----	32
1.2.3.3 Formado por Presión -----	34
- Capítulo II - Diseño del Producto -----	38
2.1 Justificación de Mercado para el Diseño -----	39
2.2 Diseño Estético -----	40
2.3 Diseño Mecánico -----	41
2.3.1 Premisas de Diseño -----	47
2.3.2 Cálculos de Diseño -----	48
2.3.2.1 Cálculo de la Fuerza del Viento sobre el Espóiler -----	48
2.3.2.2 Cálculo del Esfuerzo en el Espóiler -----	50

INDICE

2.3.2.3 Adición de Refuerzos -----	50
2.3.2.3.1 Cálculo del Numero de Refuerzos -----	51
2.3.2.3.2 Diseño de Refuerzos -----	52
2.3.2.3.3 Sujeción de Componentes entre sí y con el Coche -----	53
2.3.2.3.3.1 Sujeción de Refuerzos al Spoiler -----	53
2.3.2.3.3.2 Sujeción del Spoiler al Coche -----	54
2.3.2.4 Acabado del Spoiler -----	54
- Capítulo III - Proceso de Fabricación -----	59
3.1 Ruta Crítica -----	60
3.2 Hoja de Proceso -----	66
3.3 Control de Calidad -----	69
Notas Visita a Lumiplástica -----	71
- Capítulo IV - Herramental y Equipo -----	76
4.1 Funcionamiento, Características y Diseño del Herramental -----	77
4.2 Horno de Secado -----	79
4.3 Máquina Termoformadora -----	81
- Capítulo V - Viabilidad Económica -----	90
5.1 Estimación de Costos -----	92
5.1.1 Costo de Mano de Obra Directa -----	92
5.1.2 Costo de Materia Prima -----	92
5.1.3 Gastos de Fabrica -----	92

INDICE

5.2 Analisis Económico	96
- Conclusiones	104
- Indice de Figúras	108
- Bibliografía	110

CONTENIDO

- Introducción

- Capítulo I - Teoría Básica del Plástico
 - + Introducción a los Materiales Plásticos
 - + Generalidades de los Termoplásticos

- Capítulo II - Diseño del Producto
 - + Mercado de Accesorios Automotrices
 - + Diseño Funcional y Estético
 - + Diseño Mecánico

- Capítulo III - Proceso de Fabricación
 - + Ruta Crítica
 - + Hoja de Proceso
 - + Control de Calidad

- Capítulo IV - Herramental y Equipo de Fabricación
 - + Funcionamiento, Características Y Diseño del Herramental
 - + Especificaciones y Selección del Equipo

CONTENIDO

- Capítulo V - Análisis de Viabilidad Económica
 - + Costo de Mano de Obra, Materia Prima y de Fabrica
 - + Analisis Economico
 - + Sensibilidades

- Conclusiones

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Actualmente el rápido desarrollo de la tecnología, aspecto por el cual hoy tenemos tantos beneficios requiere y ha estado desarrollando materiales nuevos, materiales diseñados para tener cualidades y características muy específicas para aplicaciones también muy específicas. Aplicaciones para las cuales los materiales convencionales como los metales, por ejemplo, no siempre son los más idóneos.

Por otra parte, el mismo desarrollo tecnológico se refleja en la evolución de un diseño de uso diario como lo es el automóvil. Según la opinión de Syd Mead, un diseñador automotriz de renombre mundial, el automóvil privado seguirá siendo el principal medio de transporte a nivel mundial durante el siglo XXI. Un factor muy importante que contribuirá al desarrollo de la industria automotriz, será la utilización de plásticos de ingeniería especializados.

Esta familia de materiales ligeros y de fácil conformado, será fundamental en el concepto de economía de combustible y en el diseño modular. El chasis será producido como una base estándar y será concebido para aceptar una amplia gama de partes de carrocería intercambiables, esto es utilizando plásticos de ingeniería.

Los plásticos superan a los materiales convencionales en durabilidad, opciones de diseño y eficiencia en costo de

INTRODUCCION

producción. Para componentes automotrices externos expuestos a vibración, derrames de combustible, acción abrasiva de las piedras del asfalto y todo tipo de clima, los plásticos ofrecen una excelente resistencia al impacto combinada con resistencia química, rigidez con ligereza y resistencia al calor con estética. Al mismo tiempo el uso de plásticos elimina y/o ahorra drásticamente operaciones secundarias como lo son el estampado, las uniones, el taladrado y otros acabados maquinados. Largas estructuras multifuncionales pueden ser moldeadas en una sola pieza con aditamentos integrales reduciendo así el número de partes, ahorrando peso y simplificando el ensamble.

Generalmente toda actividad realizada por el hombre en su calidad de único ser racional, persigue una serie de objetivos bien definidos; este trabajo no es la excepción. Un objetivo para que pueda ser considerado como tal, debe ser sencillo, alcanzable y fácilmente medible. Ahora bien, este trabajo tiene como objetivo general analizar la viabilidad de diseñar y fabricar un spoiler automotriz, el cual debe ser un producto de diseño y costo atractivos y de buena calidad.

El trabajo aquí presentado consta de seis capítulos para los cuales, cada uno en particular, se da un objetivo específico como a continuación se muestra.

INTRODUCCION

_ Capitulo I - Teoría Básica del Plástico

El objetivo de este capítulo es mostrar un panorama global de los plásticos sin entrar en detalles. Este capítulo se centrará en los termoplásticos, se expondrán los materiales adecuados para la fabricación del spoiler y en base a un analisis de cada una de sus principales propiedades se seleccionará aquel con el cual se trabajará en los siguientes capitulos. Por último se explicará el proceso de termoformado.

_ Capitulo II - Diseño del Spoiler

En este capitulo se mostrará un panorama del mercado de accesorios automotrices y se fijarán parametros para el diseño funcional y estético. Tambien se tocara lo referente al diseño mecánico tomando en cuenta ciertas premisas, limitaciones y datos expuestos en el capitulo I.

_ Capitulo III - Proceso de Fabricacion

Una vez listo el diseño de la pieza y fundamentado el proceso de termoformado, se estructurará el proceso de fabricación con especificaciones, ruta

INTRODUCCION

crítica, control de proceso y control de calidad.

_ Capítulo IV - Herramental y Equipo de Fabricación

Como objetivo de este capítulo, ya listo el diseño de la pieza y el proceso de fabricación, y en base a otros conceptos teóricos y prácticos se especificarán los herramientas y se seleccionará el equipo de fabricación.

_ Capítulo V - Análisis de Viabilidad Económica

Una vez integrados el diseño de la pieza y el proceso de fabricación, se analizarán sus costos y proyectando a largo plazo se analizará y se sacará una conclusión acerca de su viabilidad económica.

_ Conclusiones

Básicamente esta parte será la indicadora de que tan bien se alcanzaron los objetivos fijados en los capítulos anteriores.

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

1.1 INTRODUCCION A LOS MATERIALES PLASTICOS

Actualmente gracias a los materiales plásticos tenemos muchas cosas que hasta hace algunos años solo existían en nuestra imaginación. Muchos productos están siendo fabricados actualmente con plásticos logrando así un costo menor que si se fabricaran con algún otro material de la naturaleza.

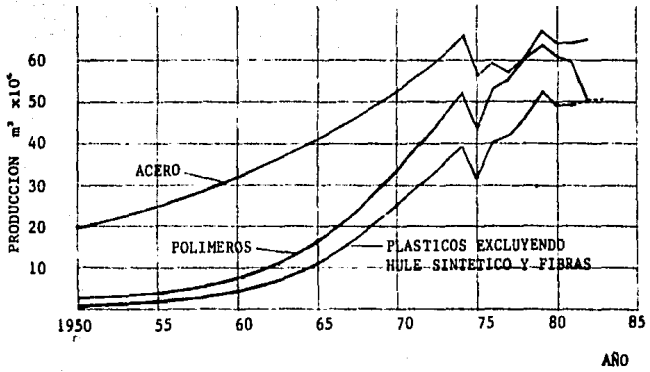
Los plásticos han pasado a formar parte de una sociedad la cual los ha aceptado y sacado provecho de sus magníficas propiedades. Podemos encontrar plástico en cualquier objeto de uso diario como en el rastrillo de rasurar o en un simple vaso, en fin, sería muy tedioso nombrar cada uno de los objetos y artículos en los cuales existe, por lo menos una pequeña pieza o componente de plástico.

Estamos en la era de los materiales plásticos y en un futuro no muy lejano los plásticos harán posible la existencia de objetos con aplicaciones nunca antes vistas, nuevos diseños, formas y propiedades traspasarán los límites de la versatilidad permitiendo una belleza en línea y funcionalidad tales que seguirán modificando la cultura del hombre moderno.

El desarrollo de los plásticos ha sido muy importante en los últimos 35 años. Como se puede ver en la gráfica de la figura 1.1, la producción de acero se ha atenuado bruscamente mientras

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

FIG. 1.1



CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

que la producción de plásticos ha aumentado al menos unas treinta veces.

El hecho de que materiales polímeros de alta calidad, los cuales conforman la demanda de requerimientos técnicos, muestren comparativamente un crecimiento mayor que aquellos que pueden considerarse como materiales comunes es atribuible a factores tales como:

- Las complicadas características mecánicas de algunos materiales viscoelásticos, las cuales no permiten directamente diseñar como con metales, se están volviendo más comprensibles.
- La experiencia con todos estos materiales se está incrementando.
- Con el incremento de conocimiento y experiencia en el desarrollo de aplicaciones, la confianza en estos materiales se está incrementando.

1.1.1 - CONCEPTO DE PLASTICO

Ahora bien, para poder comprender lo que es un plástico, es necesario saber que, una sustancia es plástica cuando adquiere

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

una nueva forma a consecuencia de una presión y conserva esta cuando deja de actuar la presión. Para ilustrar esto se pueden comparar en la figura 1.2 las graficas esfuerzo - deformación de un metal y un material plástico.

En base a lo anterior se puede definir al plastico como un material orgánico sintético, cuyo principal componente es un aglutinante resinoso y que en alguna fase de su elaboración y conformado adquiere plasticidad.

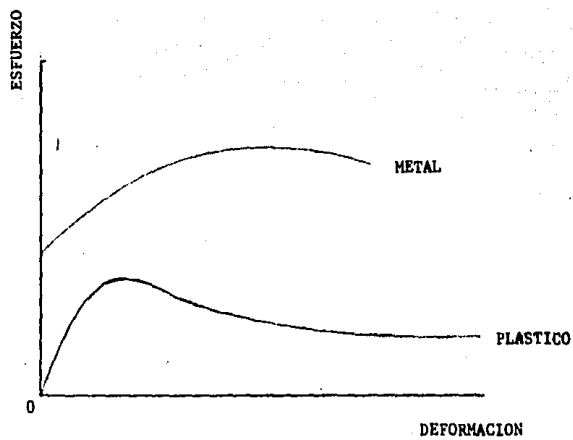
Químicamente hablando los plásticos son materiales polimeros* constituidos por enlaces de átomos de carbono, los cuales forman estructuras cada vez mas densas hasta llegar a formar materiales que combinan propiedades tales como la resistencia al impacto, flexibilidad, tenacidad, etc.

* Nota: Los polímeros o materiales de estructura polímera son aquellos cuya estructura esta formada a base de dos átomos de carbono y por lo tanto pueden tener uno, dos o tres enlaces comunes. Debido a la característica anterior se pueden enlazar mas atomos y formar cadenas de longitud creciente.

Debido a que el enfoque de este trabajo no es desde un punto de vista químico, se sugiere consultar literatura especializada para mayor información acerca de la química de los plásticos.

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

FIGURA 1.2



CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

1.2 - GENERALIDADES DE LOS TERMOPLASTICOS

Los plásticos se pueden dividir en dos grupos básicos:

1) Termoplásticos

2) Termoestables

El primer grupo se denomina de los termoplásticos porque se plastifican cuando se les calienta, mientras que los termoestables, clasificados como un segundo grupo, están formados de una red sencilla y grande que se forma calentado los materiales básicos juntos.

Los termoplásticos se forman con más facilidad, se deforman elásticamente y se pueden volver a fundir, mientras que los termoestables son más rígidos, no se vuelven plásticos al calentarlos y por lo general son más resistentes.

1.2.1 - TERMOPLASTICOS MAS COMUNES EN LA INDUSTRIA

A continuación se mencionan las resinas termoplásticas más comunes en la industria del plástico, algunas de sus principales propiedades y aplicaciones típicas.

- Polietileno: Es muy resistente a los productos químicos, muy

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

flexible aun en bajas temperaturas y es excelente aislante eléctrico. El polietileno es muy usado en forma de película para empacar productos suaves, y en alta densidad para botellas de detergente.

- Polipropileno: Es uno de los plásticos mas ligeros, es dimensionalmente estable, tiene excelentes propiedades eléctricas y tiene muy buena resistencia al agua y a los productos químicos. Se usa frecuentemente en estuches, maletas y material quirúrgico.

- Cloruro de Polivinilo (PVC): Presenta buena resistencia al ataque del agua y productos químicos. Es autoextinguible al fuego y presenta buenas propiedades eléctricas. Es típico encontrar aplicaciones en tuberías, imitaciones de piel, aislante de conductores eléctricos y tanques de almacenamiento de líquidos. El PVC es la resina mas representativa del grupo de las resinas de vinil, otras resinas de este grupo son:

- * Polivinil Acetato
- * Plastisol
- * Cloruro de Polivinilidene

- Poliestireno: También conocido como Estireno de Alto Impacto

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

por su alto grado de dureza, posee excelentes propiedades eléctricas, conserva la electricidad estática, es de fácil conformado y bajo costo. Esto último es un factor muy importante para encontrarlo muy frecuentemente en muebles, interiores automotrices, juguetes y piezas ópticas.

- Acrilonitrilo Estireno Butadieno (ABS): Este es uno de los pocos termoplásticos que combinan propiedades de dureza y flexibilidad, tiene moderada resistencia a los químicos y bajo coeficiente de fricción. Es muy usado en la fabricación de cubiertas de aparatos electrodomésticos, equipajes y componentes mecánicos.

- Resinas de Policarbonato: Estas poseen buenas propiedades eléctricas, son excepcionalmente resistentes al impacto, muy transparentes, dimensionalmente muy estables y son autoextinguibles al fuego. Debido a su gran resistencia se les usa muy frecuentemente en artículos de seguridad como cascos, lentes, ventanas, etc.

- Acetato de Celulosa: Posee gran resistencia al impacto y flexibilidad al mismo tiempo. Tiene aplicaciones en cintas magnéticas y de película, juguetes y otros

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

artículos como lámparas entre otros.

- Nitrato de Celulosa: Es uno de los plásticos mas flexibles, es muy resistente al agua y muy maquinable. Se aplica muy frecuentemente en la fabricación de explosivos.

- Propionato de Celulosa: Sus principales características son su rigidez y dureza además de ser fácilmente procesable. Es muy usado en la fabricación de peines, cepillos, plumas, mangos de desarmador y otros.

- Acetato Butirato de Celulosa: Esta resina tiene muy buena resistencia a la intemperie, estabilidad dimensional, buenas características de procesabilidad y buen acabado. Se usa muy frecuentemente en mangos de herramientas, artículos domésticos y anuncios luminosos.

- Etil Celulosa: Una de sus principales propiedades es la resistencia al impacto, su rigidez y su moldeabilidad son otras propiedades adicionales que en conjunto hacen esta resina muy útil en muebles, cabezas de muñeca, cascos protectores y de seguridad y también en engranes.

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

- Resinas de Acrílico: Estas resinas ocupan un lugar muy importante en la industria debido a su belleza, propiedades de ingeniería y fácil proceso de fabricación y conformado. Una de sus capacidades más característica son su claridad y su capacidad para transmitir la luz. Estas resinas pueden ser coloreadas en todas las tonalidades; desde las transparentes hasta opacas y son muy frecuentes los colores fluorescentes en ellas.

Otras propiedades de esta resina son su bajo punto de reblandecimiento*, buenas propiedades eléctricas, estabilidad dimensional, rigidez y resistencia al impacto. Aunque las resinas de acrílico no son aplicables a la gran variedad de técnicas de procesamiento, sus aplicaciones son muchas. Se pueden termoformar en una gran variedad de productos como lo son domos, anuncios luminosos y componentes de aparatos electrodomésticos.

* Punto de Reblandecimiento es aquel en el cual el plástico comienza a pasar del estado sólido al líquido debido al incremento de la temperatura.

- Resinas de Nylon: Nylon es el nombre común de las resinas de poliamida y debido a sus características se ha convertido en una de las principales resinas en la industria. Algunas de las propiedades que caracterizan al plástico Nylon son su alta

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

resistencia a la abrasión, bajo coeficiente de fricción, es atacado por los ácidos, su capacidad para absorber humedad lo hacen dimensionalmente inestable y es muy resistente al calor. Se le puede encontrar aplicado en estuches para herramientas y en piezas mecánicas sujetas a fricción.

- Oxido de Polifenileno (PPD): La combinación de propiedades de este polímero es única. Entre estas están sus magníficas propiedades eléctricas y mecánicas en un amplio rango de temperaturas además de una buena estabilidad dimensional. La resina PPD tiene gran aplicación en la industria de la electrónica, se aplica en la fabricación de cajas para baterías, gabinetes eléctricos, interruptores, circuitos impresos y capacitores. También el PPD es muy usado en equipo médico esterilizable y piezas de plomería expuestas al agua caliente.

- Resinas de Acetal: Originalmente los polímeros de Acetal fueron producidos como sustitutos en muchas aplicaciones donde era necesario o frecuente el uso de metal, pero su combinación de propiedades los hacen útiles en una gran variedad de productos. Una de sus tantas propiedades características es que es uno de los termoplásticos más resistentes, es rígido,

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

flexible y dimensionalmente estable, su coeficiente de fricción es bajo y debido a que no absorbe ni desprende olores ni sabores es ideal para contener alimentos. Se pueden encontrar aplicaciones de esta resina en manijas de automóvil, engranes, botes de aerosol y componentes de carburadores, esto entre muchas otras aplicaciones.

- Resinas de Polisulfona: Este polímero combina tres propiedades muy importantes: rigidez a altas temperaturas inclusive, estabilidad térmica y resistencia a la oxidación. Lo anterior combinado con sus excelentes propiedades eléctricas lo hacen muy útil en aplicaciones de aislamiento eléctrico a altas temperaturas. Debido a sus características es frecuentemente aplicado en tapas de distribuidor automotriz, interruptores eléctricos, enseres domésticos y equipo médico esterilizable.

- Resinas de Poliuretano: A estas resinas, en forma rígida, se les conoce también como Elastómeros pues se pueden comprimir más de dos veces sus dimensiones y recobrar su forma original.

Los Elastómeros son extremadamente resistentes a la abrasión, son flexibles y resistentes al impacto, son también muy resistentes a agentes químicos y

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

tienen buenas propiedades eléctricas. Los poliuretanos en espuma también son muy comunes, estos son excelentes para absorber sonido e impactos. Las aplicaciones de los poliuretanos son muchas, se utilizan en ruedas sólidas para soportar equipo pesado, rodillos transportadores, sellos y aparatos para absorber impactos. En forma de espuma se utiliza como aislante en refrigeradores, esponjas, rellenos de lanchas y botes, relleno para alas de avión y también salvavidas.

- Resinas de Tetrafluoroetileno (TFE): Las propiedades de este polímero lo hacen ser el plástico más valorado en el mercado: es el plástico más inerte, resiste a casi todos los agentes químicos aun a altas temperaturas, su coeficiente de fricción es el más bajo de todos los materiales sólidos conocidos, además es muy flexible y posee magníficas propiedades eléctricas. Es por sus propiedades que, además de ser usado como aislante eléctrico, se utiliza muy frecuentemente para proveer de una capa antiadherente y antifriccionante a diversos artículos como baleros, metales, herramientas y utensilios de cocina.
- Resinas de Ionómero: Las propiedades de las resinas de Ionómero

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

son: alta flexibilidad, resistencia química y extraordinarias cualidades ópticas. Además poseen buena resistencia a esfuerzos de ruptura y resistencia a la abrasión.

La claridad de estas resinas las hacen ideales para aplicaciones en recipientes y botes, pero además es muy usada en artículos deportivos, juguetes y componentes automotrices.

- Resinas de Polimida: Esta resina existe en los dos tipos: Termoplástica y Termofija. La Polimida Termofija es uno de los plásticos más resistentes conocidos. La Polimida Termoplástica no es tan resistente como la Termofija, pero es casi tan buena y es más fácil de procesar.

En general las resinas de Polimida son muy resistentes al calor y tienen buenas propiedades eléctricas. Son excelentes para aplicaciones donde las condiciones sean de gran velocidad y alta presión, además son muy maquinables. Las resinas de Polimida se pueden encontrar en aplicaciones como sellos, rodamientos, impulsores de bombas y anillos para pistón.

- Resinas de Polialómero: Una de las propiedades más característica de esta resina es su ligereza de

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

peso y que además es fácil de procesar, colorear y tiene además buenas propiedades eléctricas, resistencia a la abrasión y resistencia química. Se aplican en la fabricación de portafolios y estuches además de otras aplicaciones automotrices.

1.2.2 - SELECCION DEL MATERIAL A UTILIZAR

El material termoplástico con el cual se diseñará y fabricará el spoiler sera seleccionado de acuerdo a los siguientes factores:

- * Materiales usados para la fabricación de spoilers por otros fabricantes.
- * Materiales contratipos fabricados en México.
- * Características de procesabilidad.
- * Propiedades físicas.
- * Comportamiento de la pieza.

Con los cuales se elaboró la tabla de la figura 1.3.

Aunque se puede usar cualquiera de las tres resinas citadas, para la fabricación del spoiler se seleccionó la resina PPO Noryl (fabricada por Ultrapol - General Electric) debido a las siguientes razones:

- * Es posible de conformar por termoformado.
- * Debido a su módulo de flexión, el más alto de las tres

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

resinas, es seguro que tienda mas fácilmente a flexionarse, ante la presencia de una fuerza, antes que romperse.

* Ya que su temperatura de deformación es baja, es mas fácil de termoformar que la resina de Policarbonato Lexan.

1.2.3 - FUNDAMENTOS DEL PROCESO DE TERMOFORMADO

Se le llama termoformado al calentamiento de una hoja de plástico hasta un punto tal que pueda adoptar los contornos de un molde usando presión.

Existen tres clasificaciones de termoformado, cada una de las cuales a su vez tiene numerosas variaciones:

- Formado por moldes pares
- Formado por vacío
- Formado por presión

Una amplia variedad de plásticos son apropiados para conformar por termoformado. La selección depende de los requerimientos de cada producto, tales requerimientos pueden ser en cuanto a color, claridad, resistencia al impacto, flexibilidad, etc.

1.2.3.1 - FORMADO POR MOLDES PARES

Este método requiere de dos moldes: macho y hembra, que deberán

FIG. 1.3

RESINA	PROCESOS	TIPO	CLASIFICACION	RESISTENCIA IMPACTO *	TEMP. DE DEFORMACION **	MODULO DE FLEXION	RESIST. A LA TENSION ***
LEXAN	INYECCION EXTRUSION TERMOFORDO.	103	POLI-CARBONATO	12 - 16	127 °C 138 °C	340,000	9,000
NORYL	INYECCION EXTRUSION TERMOFORDO.	EN 212	PPO	5.0	100 °C 110 °C	360,000	7,800
RESILAN	EXTRUSION INYECCION	960	ABS	11.5	N.E. 107 °C	300,000	8,300

N.E. (NO ESPECIFICADO POR FABRICANTE)

* .,200 ft lb/in (MUESCA)

** a 264 psi
a 66 psi

*** psi

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

ajustar perfectamente.

El material termoplástico es calentado hasta su punto de reblandecimiento y formado por presión mecánica entre los dos moldes. Como los moldes tienen contacto con las dos caras de la superficie de la hoja caliente respectivamente, es necesario que las superficies estén altamente pulidas o con la textura que las superficies del producto requieran.

Los moldes son fabricados de aluminio o acero y son montados en una prensa hidráulica o neumática. El material caliente es colocado entre los dos moldes y luego la prensa es cerrada.

El método de formado por moldes pares es aplicable especialmente para productos que requieren de gran reproducción de detalle.

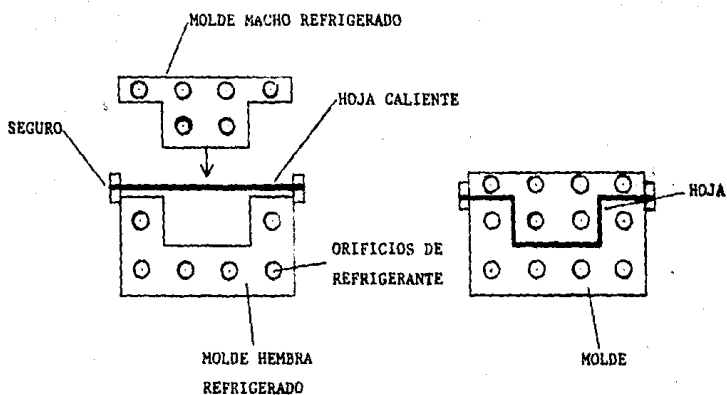
(Figura 1.4)

1.2.3.2 - FORMADO POR VACIO

De todos los procesos de termoformado, este es el más versátil. El formado por vacío consiste en calentar una hoja de material plástico; manteniéndola sujeta en un marco hasta que se vuelve suave y flexible. El molde se coloca directamente debajo de la hoja y se aplica presión para sellar el plástico a la parte superior del molde. Luego se aplica vacío a través de pequeños agujeros en la cavidad del molde y entonces la presión atmosférica fuerza la hoja contra los contornos de las paredes del molde. Después de enfriar, el producto habrá solidificado y cuando se remueva, este retendrá la forma del molde. (Figura 1.5)

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

FIG. 1.4



CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

El formado por vacío es el mas económico de los procesos de termoformado ya que el molde es de una sola pieza y de construcción simple. Los moldes estan hechos de aluminio fundido, aluminio maquinado, resina epóxica, madera o pláster, esto es dependiendo del volumen de piezas a fabricar.

1.2.3.3 - FORMADO POR PRESION

Este proceso tambien es conocido como "soplado de aire". Hay dos técnicas básicas en este proceso: formado por presión directa y soplado libre.

* Formado por Presión Directa

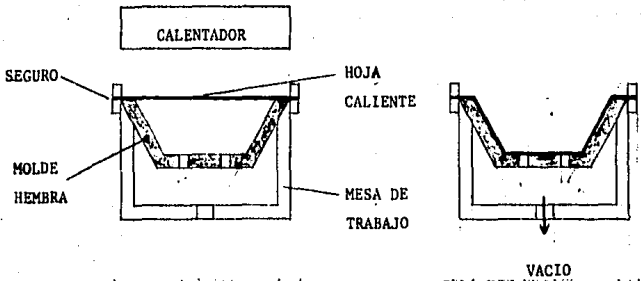
Este proceso involucra un molde hembra sobre el cual se fija una hoja de plástico, un radiador de calor suaviza la hoja, posteriormente se coloca una cubierta sobre la hoja caliente y se sopla aire comprimido precalentado por el orificio de la cubierta. La hoja es forzada contra los contornos del molde y cualquier remanente de aire debajo de la hoja escapará por los agujeros de ventilación del molde.

* Soplado Libre

Este proceso consiste en situar una hoja de plástico precalentado sobre una caja de presión y asegurada con un marco de tal manera que quede abierta la parte

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

FIG. 1.5



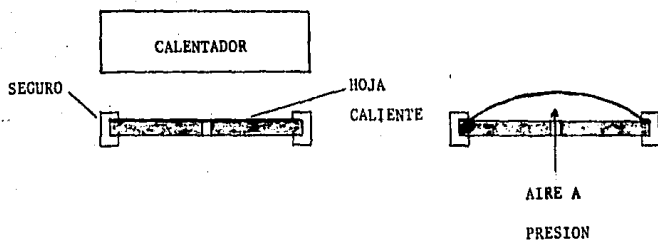
CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

superior. La abertura puede ser circular, cuadrada, ovalada o de otra forma cualquiera.

El aire comprimido es forzado a la caja presurizada, ocasionando que la hoja forme una burbúja. Al ser controlados, el calor y la presión ocasionan que varíen las dimensiones de la burbúja. (figura 1.6)

CAPITULO I - TEORIA BASICA DEL PLASTICO

FIG. 1.6



CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

2.1 Justificación de Mercado para el Diseño

Actualmente el alto costo de los automóviles, en especial los modelos de lujo y los deportivos ha ocasionado que la gente busque una forma mas económica de equipar y mejorar la apariencia de su automóvil con accesorios de calidad.

El mercado automotriz mexicano se puede clasificar en cuatro categorías:

- 1) Automóviles Populares
- 2) Automóviles Compactos
- 3) Automóviles Grandes o de Lujo
- 4) Automóviles Deportivos

De estas categorías, la de mayor volumen de producción es la de automóviles populares como se puede ver a continuación:

Estructura Porcentual de la Producción

Anual de Automóviles por Categorías

	1983	1984	1985
Populares	66.4	62.3	56.6
Compactos	19.6	26.5	30.1
De Lujo	9.6	7.9	9.4
Deportivos	4.4	3.3	3.7

Ahora bien, para diseñar el spoiler se eligió, de entre los

CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

automóviles compactos el modelo Tsuru de Nissan debido a que las ventas de esta marca han tenido una tendencia ascendente a partir de su introducción en el mercado en 1983 - 84.

Lo anterior se puede ver en la siguiente tabla.

Incremento de las Ventas de Automóviles Populares

	%	%	%
	83/82	84/83	85/84
Nissan	-12.7	6.1	16.3
Renault	-10.2	-3.0	-3.1
VW	-42.6	22.6	-1.5

Debido a que se pretende atacar el mercado de accesorios automotrices de calidad, se eligió el plástico Norryl debido a sus propiedades y acabados superiores a los de la fibra de vidrio, material que es muy usado en la fabricación de spoilers y otras partes automotrices aquí en México.

2.2 Diseño Estético

El spoiler se diseño en base a crear una imagen deportiva para el automóvil Nissan Tsuru similar a la que ofrecen fabricantes como AMG, Lister, Alpina y Kami para automóviles como Mercedes -

CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

Benz, Jaguar, BMW y VW respectivamente (ver figura 2.1 y 2.2).

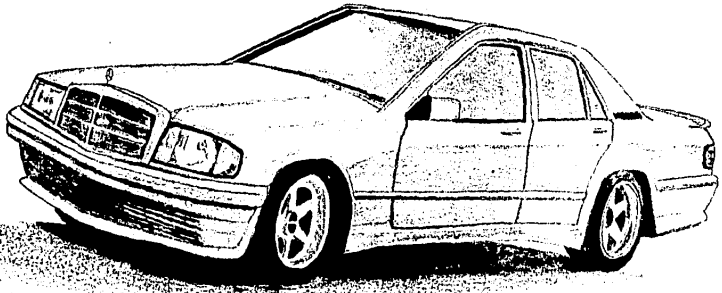
El diseño fue realizado únicamente con el fin de realzar la apariencia del coche sin tomar en cuenta la aerodinámica, la cual se supone sera mejorada.

Para el diseño estético se elaboraron diversos dibujos que muestran la apariencia del coche una vez instalados el spoiler y otros accesorios extras (ver figuras 2.3 a 2.5).

2.3 Diseño Mecanico

Diseñar es una actividad muy compleja, es en alto grado una actividad intuitiva, creativa y al mismo tiempo empírica y técnica. Una idea inspirada por si misma no puede resultar en un diseño exitoso; la experiencia juega un papel muy importante junto con el conocimiento de los materiales y las técnicas de procesamiento. Todo el conjunto anterior es esencial para convertir una idea en un diseño exitoso.

En otras palabras al hablar de diseñar se esta hablando del material de construcción, método de manufactura y de los esfuerzos involucrados. Donde todos estos factores se interrelacionan, los plásticos son aplicables para resolver problemas de diseño de una manera elegante y con ciertas ventajas económicas.



AMC
HERCULES



FIGURA 2.1

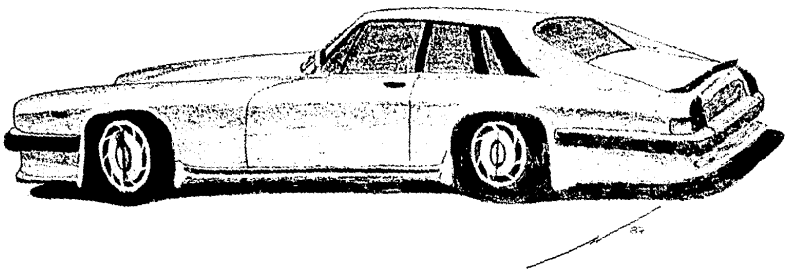
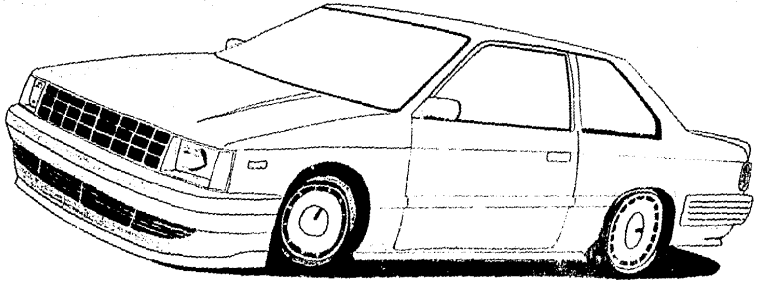


FIGURA 2.2



87

FIGURA 2.3'

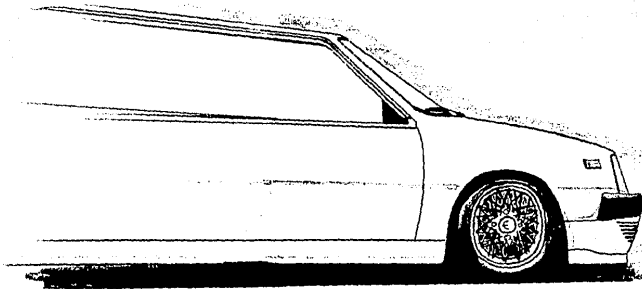


FIGURA 2.4

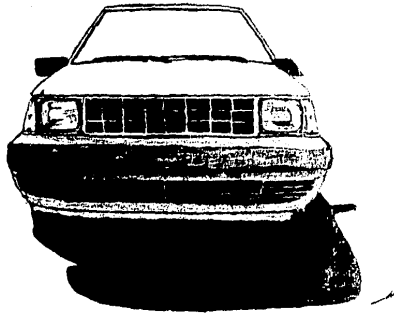


FIGURA 2.5

CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

2.3.1 Premisas de Diseño

Antes de comenzar a diseñar es necesario fijar los parámetros de los cuales se partirá. Estos parámetros son los siguientes:

- Carga por Viento

Se asume que la carga por viento será debida a la incidencia de este sobre el spoiler a una velocidad de 250 km/hr.

- Temperatura

Para efecto de determinar las propiedades del plástico Noryl, se diseñara con una temperatura de 125 ° f (51.67° c).

- Esfuerzo de Trabajo

Segun la figura 26 del manual "Design Noryl" de General Electric, el esfuerzo de trabajo para la resina Noryl es de 1,500 psi para los tipos "EN 212" y "SE 100" en condiciones de carga intermitente.

Los ingenieros de Ultrapol S.A. recomiendan para esta aplicación (spoiler) el uso de la resina Noryl "EN 212" basandose en su combinación de propiedades mecánicas y térmicas.

El Noryl tipo "EN 212" tiene una temperatura de deformación ideal para procesarse por termoformado y un módulo de flexión tal que tenderá más fácilmente a flexionarse, ante la presencia de una fuerza, antes que romperse.

CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

- Dimensiones

Con el propósito de simplificar el diseño y a la vez hacer mas críticas las condiciones a las que será sometida la pieza, vista esta en corte transversal es como se puede ver en la figura 2.6.

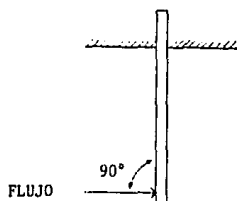
- Espesor de la Pieza

Ya que el proceso de termoformado se basa en hojas de plástico, se diseñara usando una hoja de Noryl de espesor comercial de 3 milímetros.

2.3.2 Cálculos de Diseño

2.3.2.1 Cálculo de la Fuerza del Viento sobre el Spoiler

Se diseñará como una pieza recta en cantiliver.



CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

Se considera un flujo incompresible.

$$F = \rho V_o \text{sen} \theta V_o A_o \qquad \theta = 90^\circ \qquad \text{sen } 90^\circ = 1$$

$$F = \rho V_o^2 A_o \qquad \frac{F}{A} = \sigma = \rho V_o^2$$

$$\rho = \frac{P}{RT} \qquad P = 1 \text{ atm} = 1.0332 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$R = 287 \frac{\text{in N}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$T = 313.16 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$\rho = \frac{1.0332}{287(313.16)} (100)^2 (9.81) = 1.1277 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

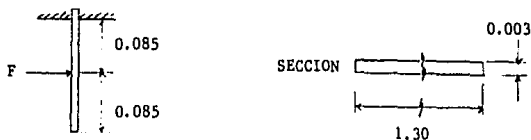
$$\sigma = 1.1277(250)^2 (1000)^2 \frac{1}{(3600)^2} \frac{1}{9.81} = 554.3698 = 554.3698 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$A = (1.30)(0.17) = 0.2210 \text{ m}^2$$

$$F = 554.3698(0.221) = 122.5157 \text{ kg}$$

CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

2.3.2.2 Cálculo del Esfuerzo en el Spoiler



$$S_{\text{pared}} = \frac{122.5157(0.06)(0.5)(0.003)}{\frac{1.3(0.003)^2}{12}} \cdot \frac{2.205}{1550} = 5,362.7231 \text{ psi}$$

$$S_{\text{pared}} = 5,362.7231 \text{ psi} > 1,500.0 \text{ psi} \therefore \text{NO RESISTE (VER NOTA 1)}$$

Nota 1 : Cuando es necesario incrementar la sección de la pared para dar rigidez o reducir los esfuerzos, el incrementar el espesor de esta no es la solución mas económica. El uso de refuerzos, contornos y corrugados es una mejor solución para reforzar la pieza.

2.3.2.3 Adición de Refuerzos

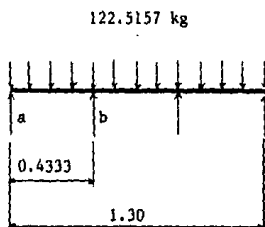
Los refuerzos son con el fin de incrementar el modulo de sección de la pieza mejorando la capacidad de carga de esta. Una estructura reforzada permite una reducción del espesor de pared soportando una carga equivalente a la soportada por una sección mas pesada; el resultado es una reducción en material y en peso. Los refuerzos deberan ser diseñados en la dirección del esfuerzo normal máximo.

CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

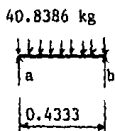
Ademas los refuerzos son usados para una gran variedad de fines mecánicos tales como soportes para otras piezas y ensambles.

2.3.2.3.1 Cálculo del Numero de Refuerzos

A) Se diseñara con cuatro refuerzos repartidos simétricamente como se muestra a continuación.



Analizando el segmento ab

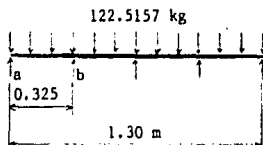


$$S_{\text{centro}} = \frac{40.8386(0.4333)(0.5)(0.003)}{8 \left(\frac{1.3(0.003)}{12} \right)} \frac{2.205}{1550} = 1,613.7824 \text{ psi}$$

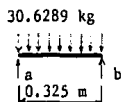
$S_{\text{centro}} = 1,613.7824 \text{ psi} > 1,500.0 \text{ psi}$ ∴ Requiere otro refuerzo

CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

B) Se diseñara con cinco refuerzos repartidos simétricamente como se muestra a continuación.



Analizando el segmento ab



$$S_{\text{centro}} = \frac{30.6289(0.325)(0.5)(0.003)}{8 \left(\frac{1.3(0.003)}{12} \right)} - \frac{2.205}{1550} = 907.7526 \text{ psi}$$

$S_{\text{centro}} = 907.7526 \text{ psi} < 1,500.0 \text{ psi} \therefore$ Es correcto el numero de refuerzos y distribución

2.3.2.3.2 Diseño de Refuerzos

Según la figura 36 de "Noryl Design" el espesor del refuerzo debe ser de del espesor obtenido de aplicar la siguiente formula:

$$t = 0.8(0.003) = 0.0024 \text{ m}$$

Pero para efectos de reducción de material de desperdicio y uniformizar las especificaciones de materiales el espesor sera el mismo que el de la pieza:

CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

$$t = 0.003 \text{ m}$$

Los refuerzos intermedios seran dobles ya que el cálculo muestra que así debe ser.

2.3.2.3.3 Sujeción de Componentes entre sí y con el Coche

Los refuerzos también tendran la función de ser los que sujeten al spoiler con la parte del coche donde sera fijado este.

2.3.2.3.3.1 Sujeción de Refuerzos al Spoiler

Esta sujeción sera mediante pegado por adhesivo. En base a su resistencia, rigidez, temperatura de aplicación y costo se sugieren en orden de seleccion los siguientes adhesivos.

Orden	Tipo de Adhesivo	Tiempo de Curado	Temperatura de Curado
1	Epoxy de 2 partes	24 horas	ambiente
2	Etil Cianocrilato	30 segundos	ambiente
3	Hot Melt	n.a.	ambiente
4	Epoxy	1 - 3.5 horas	93.4 °C

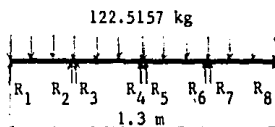
CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

2.3.2.3.2 Sujeción del Spoiler al Coche

Cada soporte tendrá dos tornillos de cabeza hexagonal, se considera un esfuerzo admisible para el tornillo de:

$$\tau = 1040 \text{ kg/cm}$$

Volviendo al diagrama del spoiler



$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = R_8 = 15.3145 \text{ kg}$$

$$D_{\text{TORNILLO}} = \sqrt{\frac{2(15.3145)}{\pi(1040)}} = 0.0968 \text{ cm} = 0.0381 \text{ m}$$

$$D_{\text{TORNILLO}} \text{ (comercial)} = 0.082 \text{ in}$$

$$D_{\text{TORNILLO}} \text{ (nominal)} = 2$$

para efectos del tornillo seleccionado, el agujero que se deberá hacer en la pieza deberá ser de 0.096 pulgadas de diámetro según la figura 55 de "Noryl Design".

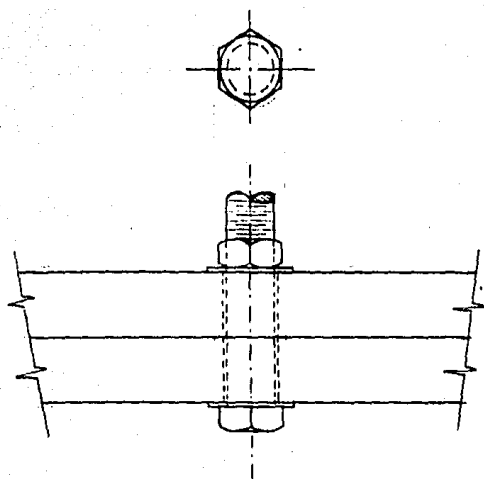
El tornillo deberá ser ensamblado con una roldana para distribuir carga y con un torque de 20 pulgadas libra según se muestra en el la figura 2.7.

2.3.2.4 Acabado del Spoiler

Gracias a que el Noryl es un plástico muy versátil, el acabado

CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

FIGURA 2.7

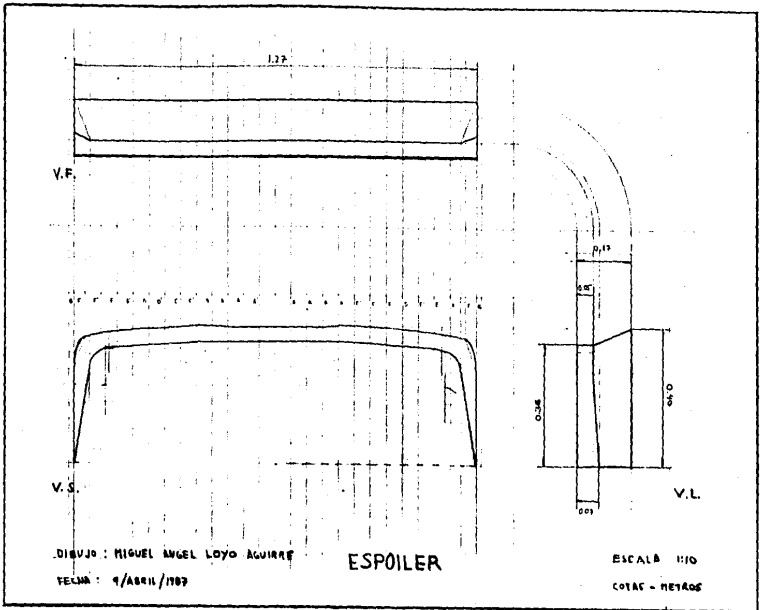


CAPITULO II - DISEÑO DEL PRODUCTO

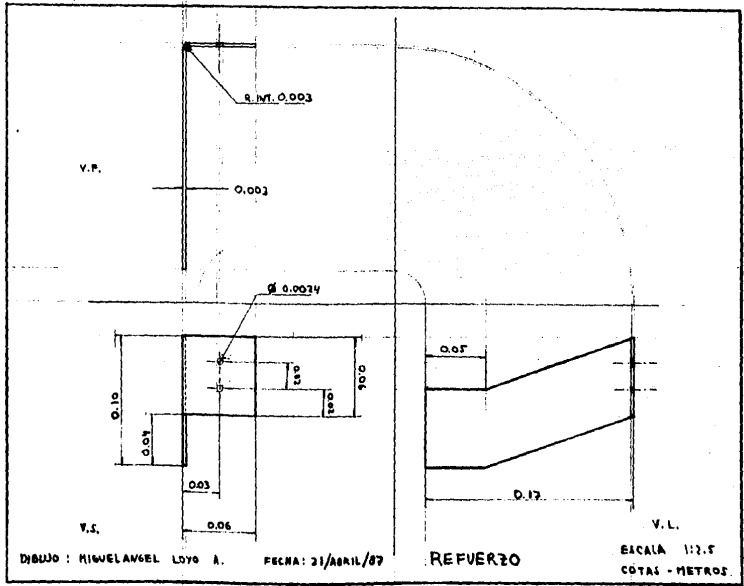
sera color natural para que posteriormente se aplique pintura esmalte automotriz o laca automotriz con el fin de igualar el color del coche.

Nota

Los dibujos de la pieza se muestran al final del presente capitulo.



58



CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

El proceso de fabricación del spoiler es muy importante principalmente para determinar su costo, este por lo tanto debe ser el óptimo. En cualquier empresa el proceso de fabricación de cualquiera de sus productos es muy importante para la óptima asignación de sus recursos escasos.

Para la fabricación del spoiler se eligió el proceso de termoformado pues, de entre todos los procesos para conformar plástico, especialmente el de inyección, requiere de equipo y moldes menos costosos aunque esté sólo limitado para volúmenes bajos de piezas grandes. Las operaciones de acabado de las piezas elaboradas por el proceso de termoformado pueden ser llevadas a cabo por obreros no calificados y con herramientas convencionales.

3.1 RUTA CRITICA

El proyecto consistente en la fabricación de un spoiler involucra, como se detallara mas adelante, el secado de la hoja de Noryl, su calentamiento, su formado por vacío, su enfriamiento al medio ambiente, el corte de sobrantes, el corte de refuerzos, el doblado de refuerzos, el pegado de refuerzos al spoiler y el acabado general de este. Por lo tanto las operaciones a llevar a cabo son: secado, calentamiento, formado al vacío, enfriamiento, corte, pegado, taladrado y pulido.

El objetivo de aplicar la ruta critica a un proyecto es tener un diagrama que proporcione el tiempo en el cual debe iniciarse cada

CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

actividad, su duración y su fecha última de terminación, todo esto para localizar todas sus actividades críticas.

La fecha de iniciación del proyecto es algo que no se necesita conocer para aplicar los principios de la ruta crítica, es por eso que la fecha en que el trabajo se iniciara sera representada por "tiempo cero". De esta manera las premisas para la elaboración e interpretación del diagrama de ruta crítica son las siguientes:

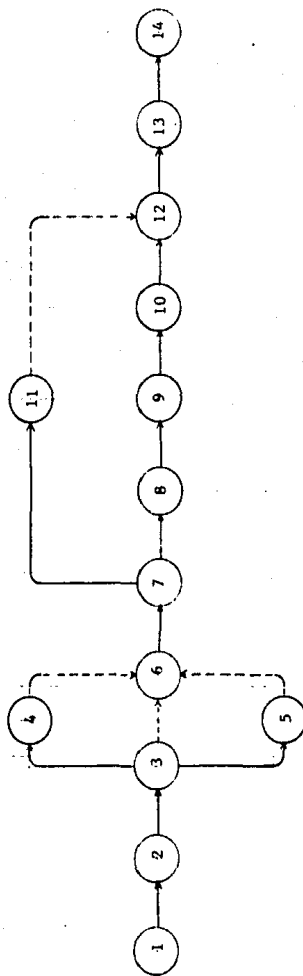
- Tiempo de inicio _____ Tiempo cero
- Unidad de tiempo _____ Minuto

De esta forma el primer paso para la determinación de la ruta crítica es la elaboración del diagrama de flechas. En la figura 3.1 se puede ver el diagrama de flechas para el proyecto de fabricación de spoilers.

Las actividades en este diagrama son:

Actividad	Identificación
Inicio	1 - 2
Entrega de hojas de Noryl	2 - 3
Corte de refuerzos	3 - 4
Taladrado de refuerzos	3 - 5
Secado de hoja y refuerzos	6 - 7
Calentado de hoja	7 - 8 (Continúa)

FIGURA 3.1



CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

Actividad	Identificación
Doblado de refuerzos	7 - 11
Moldeado del spoiler	8 - 9
Enfriado del spoiler	9 - 10
Corte de sobrantes	10 - 12
Pegado de refuerzos	12 - 13
Acabados	13 - 14

La duración de cada actividad se estableció de acuerdo a las sugerencias de Ultrapol S.A. para el termoformado de hojas de Noryl y de acuerdo a una estimación basada en el proceso de fabricación de tinas de baño visto durante la visita efectuada a Lumiplástica S.A. de C.V. (ver reporte de visita). Los tiempos se pueden ver en el siguiente tabla:

Actividad	Tiempo (minutos)
Inicio	0
Entrega de hojas de Noryl	10
Corte de refuerzos	50
Taladrado de refuerzos	25
Secado de hoja y refuerzos	300
Calentado de hoja	30
Doblado de refuerzos	30

(Continúa)

CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

Actividad	Tiempo (minutos)
Moldeado de spoiler	1
Enfriado del spoiler	5
Corte de sobrantes	15
Pegado de refuerzos	1,440
Acabados	30

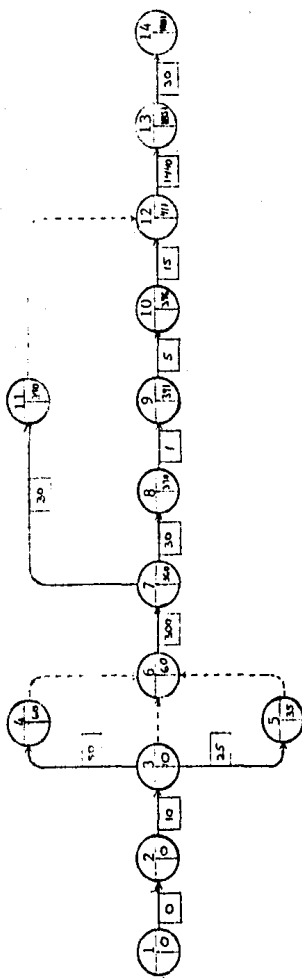
Es muy importante recalcar la importancia que tendran estos tiempos tambien para la determinación del costo de mano de obra y de los gastos de fabrica.

En la figura 3.2 se vuelve a dibujar el diagrama de flechas y tomando en cuenta los tiempos de fabricación de cada una de las actividades, se incluyen los tiempos de iniciación mas próxima para cada una de ellas.

Una vez determinados los tiempos de iniciación mas proximas de todas las actividades, el siguiente paso es determinar la criticidad de cada una de ellas con el objeto de ver si es posible una variación en su tiempo de iniciación o margen total, recalcando el hecho de que cualquier actividad con un margen total nulo es crítica. Es así como la cadena resultante de actividades críticas desde el primer evento al último sera la

CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

FIGURA 3.2



CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

ruta crítica del proyecto de fabricación del spoiler. A continuación, en la figura 3.3 se muestra el diagrama de flechas resaltando la ruta crítica.

3.2 Hoja de Proceso

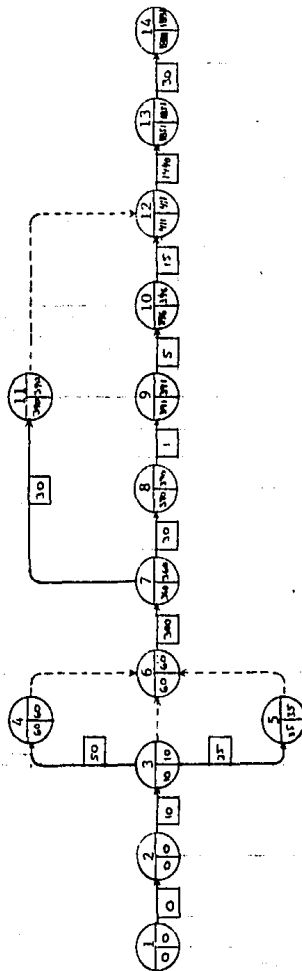
Una vez elaborada la ruta crítica de la fabricación del spoiler, se procede a diseñar la hoja de proceso. La hoja de proceso va a especificar con detalle todas las operaciones, tiempos, clase de operario, máquinas, etc. que serán necesarios para la fabricación del spoiler. Esta hoja es muy importante pues será la guía que indique todo lo que sea necesario hacer para llevar a cabo la fabricación de la pieza. Es por eso, por todo lo anterior que la hoja de proceso tiene que estar siempre en la planta, a la mano de los operadores.

Como premisas para elaborar la hoja de proceso se tomaron en cuenta los siguientes factores básicos:

- Operaciones: Las especificadas en el diagrama de ruta crítica.
- Tiempos: Los tiempos de duración de cada una de las actividades son los ya especificados en el diagrama de ruta crítica.

CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

FIGURA 3.3



CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

- Maquinaria: La maquinaria a usar es muy simple dado a que el proceso de termoformado tambien lo es. La maquinaria a usar es la siguiente:

- + Horno de secado
- + Dobladora
- + Máquina termoformadora
- + Sierra de cinta
- + Taladro

- Operarios: Se considera que las operaciones para la fabricación del espoiler no son complejas y por tanto no es necesario contar con operarios con alto nivel de capacitación, por esto y para efectos de costos también, se asume que el costo de la mano de obra será el salario mínimo (zona III).

Debido a la naturaleza de la maquinaria a usar y a las operaciones a realizar, los operarios estaran asignados de la manera siguiente:

- Horno y termoformadora _____ 2 op.
- Sección de acabados _____ 1 op.
- Sección de empaque _____ 1 op.

- Herramientales: Dentro del conjunto de herramientas a usar, que en especial es la clave de todo el

CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

proceso: el molde, este sera especificado a detalle en el siguiente capítulo. Otras herramientas que también intervienen en el proceso de fabricación durante su fase final de acabado son sierras de mano y diversas limas entre otras.

A continuación, en la figura 3.4 se muestra la hoja de proceso tal y como debe de aparecer en la planta.

3.3 CONTROL DE CALIDAD

Hoy en día la calidad es un factor muy importante en cualquier proceso de fabricación. Del grado en que sea lograda una adecuada calidad dependera en mucho el éxito de un producto en el mercado, se habla de calidad adecuada, adecuada al mercado que se piensa atacar pues la calidad es directamente proporcional al costo de la pieza.

El nivel de calidad que se pretende lograr en el spoiler es un nivel bueno, la pieza terminada debera tener una superficie tersa libre de granitos, arrugas, burbujas y grietas, debera tener una aceptable distribución de material principalmente en las esquinas y no esta por demas decir que la pieza debera estar completa.

En la figura 3.5 se presenta un cuadro que muestra algunos de los problemas que, a juicio de Ultrapol S.A., podrían presentarse en la fabricación del spoiler, sus posibles causas y la forma de

HOJA DE PROCESO					
Pieza: Espiler Automotriz		Modelo: Nissan Tsuru			
Operacion	Tiempo	Operario	Maquina	Herramienta	Observaciones
-Corte de refuerzos	50 Minutos	Comun	Sierra de cinta	Cinta para plastico	Velocidad de la cinta a 3,000 pies/minuto
-Taladrado de refuerzos	25 Minutos	Comun	Taladro de banco	Broca de 1/2 "	Velocidad de la broca a 400 pulgadas/minuto
-Secado de hoja y refuerzos	300 Minutos	Comun	Horno de secado	Marco de sujecion	Temperatura del horno a °F.
-Calentado de hoja	30 Minutos	Comun	Termoformadora		Una vez montada la hoja enmarcada en la termoformadora
-Doblado de refuerzos	30 Minutos	Comun	Dobladora		Asegurar localizacion correcta del doblez
-Moldeado del spoiler	1 Minuto	Comun	Termoformadora	Molde	Revisar lineas de vacio, desmoldante y limpieza de molde y de hoja
-Enfriado y extraccion	5 Minutos	Comun	Termoformadora	Molde	No extraer demasiado fria la pieza
-Corte de sobranes y pegado de refuerzos	1,455 Minutos	Comun		Limas	Corte segun plano, pegado en lugar indicado, dejar secar pegamento completamente
Elaboro:		Reviso:		Autorizo:	

CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

corregir estas.

NOTAS VISITA A LUMIPLASTICA (24/FEBRERO/87)

- Los moldes para las tinas de hidromasaje son de una mezcla de resina epoxica con aluminio.
- El acrílico es mas manejable que el Lexan.
- Durante el corte, con sierra, del Lexan se desprenden partículas a alta velocidad.
- La dureza del Lexan hace muy difícil el darle acabado a filos, bordes y el pulir la superficie.
- Si el Lexan es sometido a un proceso de secado muy rápido, aparecieran burbujas en la hoja.
- Si la hoja de plástico es calentada en posición vertical durante mucho tiempo dentro del horno, el material tendera a escurrirse.
- Si al sacar la hoja del horno se tienen corrientes de aire, entonces es muy probable que el material se enfríe y ya no sea correcto el termoformado. Se recomienda el uso de una prensa con resistencias integradas.
- Una prensa simple de termoformado es como se muestra en la figura 3.6.
- El Lexan no se puede ranurar para doblar, este se rompe.
- Los modelos para los moldes estan hechos de madera.

CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

Figura 3.5

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
Granitos	<ul style="list-style-type: none"> - Orificios de vacio muy grandes - Velocidad de succion muy rapida - Polvo en la hoja o molde 	<ul style="list-style-type: none"> - Las dimensiones de estos deberan ser de: <ul style="list-style-type: none"> +Para moldes hembra 0.02 X 0.03 " +Para moldes macho X 0.06 - Reducir el diametro de los orificios situados sobre la entrada de la linea de vacio - Limpiar la hoja y el molde con aire ionizado
Arrugas	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura de formado demasiado alta - Molde demasiado frio 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir ciclo de calentamiento - Calentar molde
Imperfecciones superficiales	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie rugosa en el molde - Aire atrapado - Mal uso de agente desmoldante - Insuficiente angulo de desmoldeo 	<ul style="list-style-type: none"> - Pulir molde - Lijar superficie del molde - Usar agente desmoldante recomendado - Verificar y ajustar el angulo de desmoldeo a 5° o 7°
Fisuras en la pieza	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño del molde - Pieza dejada demasiado tiempo en el molde 	<ul style="list-style-type: none"> - Los radios en el molde deben ser de al menos del espesor del material - Retirar la pieza del molde en cuanto esta este estable

CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

Figura 3.5

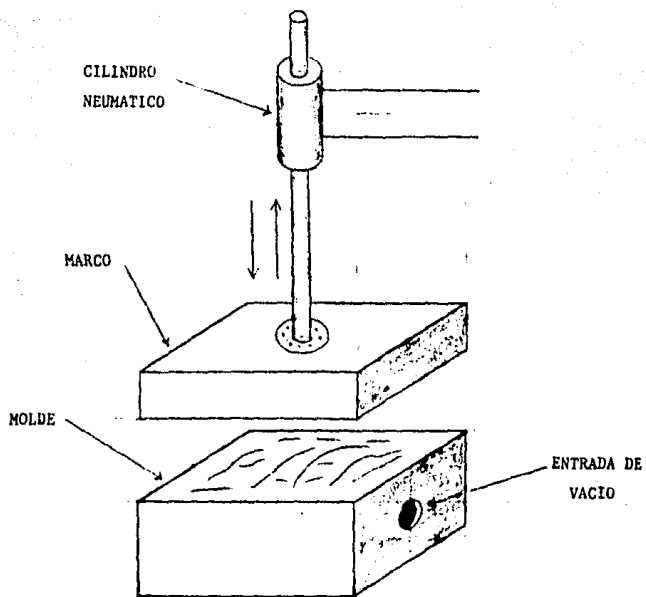
PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
Fisuras en la pieza	- Mal uso de agentes desmoldantes	- Usar agente desmoldante recomendado
Burbujas	- Material humedo	- Secar a temperatura y tiempo recomendado
Distribucion incorrecta de material	- Calentamiento incorrecto - Radios superiores demasiado pequeños - Temperaturas de formado demasiado altas obajas - Tecnica de formado incorrecta - Excesiva velocidad de vacio - Temperaturas de molde o piston de asistencia incorrectos	- Comprobar ajuste de los controles - Aumentar radios superiores - Termoformar a temperatura recomendada - Usar tecnica de formado por retroceso o por piston de asistencia - Reducir el gasto de vacio - Las temperaturas deben mantenerse dentro de los limites permisibles recomendados
Perdidas de vacio	- Marco de sujecion frio - Espacio entre la caja de vacio y el marco es incorrecto	- Precalentar marco de sujecion a temperatura recomendada - El espacio minimo entre el marco y la caja de vacio debiera ser de 1/2" a 3/4"
Definicion pobre	- Vacio insuficiente	- Revisar perdidas de vacio en el sistema

CAPITULO III - PROCESO DE FABRICACION

Figura 3.5

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
Definicion pobre	- El diseño del molde es pobre	- Adicionar agujeros de vacio. Revisar sello entre la caja de vacio y el marco

FIGURA 3.6



CAPITULO IV - HERRAMENTAL Y EQUIPO

CAPITULO IV - HERRAMENTAL Y EQUIPO

En este capítulo se darán las especificaciones para el herramental y el equipo necesarios para la fabricación del spoiler.

Un factor muy importante y que fue básico en la selección del herramental y el equipo es el volumen de producción. Para efectos de elaborar este capítulo se asumió un volumen de 8,000 piezas al año, ya que este es un volumen de producción medio. Cabe hacer la aclaración que este volumen puede variar, en otras palabras es flexible y en el último de los casos el análisis económico, que será efectuado en el capítulo V, será el que dictamine si este volumen de producción es o no lo es un volumen económico.

4.1 FUNCIONAMIENTO, CARACTERISTICAS Y DISEÑO DE HERRAMENTAL

Como fue mencionado en el párrafo anterior, el volumen de 8,000 piezas anuales es fundamental para la elección del herramental principal: el molde.

Debido a la alta temperatura de termoformado de la resina Noryl (325° - 400°F) y al volumen de producción, el material para el molde será una resina epoxica cargada con aluminio.

El fabricante de moldes y materiales para moldes, HIMSA, sugiere el uso de su resina tipo TC 94351 BIS y endurecedor tipo HC 3469 para la fabricación del molde, según HIMSA un molde fabricado con este material tiene una vida de hasta 20,000 piezas, la cual se puede prolongar mediante un buen mantenimiento preventivo y su adecuado uso.

CAPITULO IV - HERRAMENTAL Y EQUIPO

Dado que la pieza a fabricar requiere una distribución uniforme de espesor de pared se utilizara un molde tipo macho, además de que con este tipo de molde se logra un máximo detalle y mejor apariencia superficial. El acabado superficial de este molde no sera completamente liso para evitar que el aire quede atrapado durante el formado lo que puede afectar el acabado de la pieza.

Para ayudar a la hoja de resina Noryl a adoptar la forma requerida, el molde estara asistido por vacío, para lo cual este sera provisto de suficientes orificios para permitir una rapida y adecuada evacuación del aire.

De acuerdo al manual "Termoformado de Plasticos de Ingenieria" de Ultrapol S.A., los orificios en el molde deberan ser de un diámetro de 0.020" a 0.030".

Existen dos factores que exigen que el aire sea evacuado con rapidez:

- El tamaño de la pieza
- El rápido enfriamiento de la hoja de Noryl

Esto se puede lograr, como sugiere Ultrapol S.A., llenando la cámara de vacío en el molde con un material en forma de gránulos y manteniendo el tamaño de la caja de vacío al mínimo. Los gránulos estaran unidos unos con otros por medio de un adhesivo de baja viscosidad.

Al final de este capítulo se anexan los dibujos que muestran los

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CAPITULO IV - HERRAMENTAL Y EQUIPO

detalles del molde, este ultimo se diseño siguiendo las sugerencias de Ultrapol S.A.

Para efectos de darle cierto acabado al spoiler despues de su moldeo y antes de adicionarle los refuerzos y detallar el conjunto final, seran necesarios otros herramentales y equipo. Este acabado se refiere a quitar todo sobrante y rebaba que no forme parte de la pieza acabada segun el diseño. Para cortar todo sobrante, a sugerencia de Ultrapol S.A. se utilizara una sierra de cinta la cual debera tener una hoja para plástico con un numero de dientes de 10 a 18 por pulgada y una velocidad de 2,500 a 3,000 pies por minuto.

Todos los agujeros necesarios deberan hacerse con brocas estandar para acero a una velocidad de superficie de 200 a 300 pulgadas por minuto si el diámetro de la broca es menor a 1/4" y a una velocidad de 350 a 400 pulgadas por minuto para brocas de 1/4" a 1/2" de diámetro.

4.2 HORNO DE SECADO

Existe entre los materiales polímeros una tendencia a absorber algo de la humedad contenida en el medio ambiente y la resina Noryl no es la excepción. Esta humedad absorbida por los plasticos representa un problema para el momento de procesarlos en piezas.

CAPITULO IV - HERRAMENTAL Y EQUIPO

Es por esto que para evitar problemas por humedad en el proceso de termoformado, tales como burbújas en la pieza, se hace necesario tener un horno de secado para someter a las hojas de Noryl a un proceso de reducción de humedad. Este horno debere reunir ciertas características tales como tener una circulación de aire caliente con un gasto de aire de seis veces el volumen del horno por hora y tener capacidad para contener una cantidad tal de hojas de Noryl para cumplir con el volumen de producción diario tal como se muestra a continuación:

* Volumen de producción -----	8,000 pzs./año
* Dias laborables -----	240 días/año
* Horas laborables -----	8 horas/día
* Tiempo de secado -----	5 horas
* Horas en horno -----	33 horas

Aquí cabe hacer la aclaración que debere haber una separación mínima entre cada hoja de 1 pulgada para evitar que estas se peguen y permitir que el aire caliente circule bien por ellas.

Una vez secas las hojas estaran listas para ser calentadas y formadas en la máquina termoformadora, esto con un plazo de hasta 12 horas despues de salidas estas del horno de secado, si no deberan ser sometidas de nuevo al proceso de secado.

Los proveedores de equipo para secado de hojas de plástico son:

CAPITULO IV - HERRAMENTAL Y EQUIPO

- * CAISA
- * Dispatch Oven Co.
- * Grive - Hendry Co.
- * Hotpack Corp.
- * Plasti - Vac Inc.

4.3 MAQUINA TERMOFORMADORA

La máquina termoformadora es el equipo básico para el proceso de termoformado, la elección de el tipo de máquina termoformadora depende de los siguientes factores:

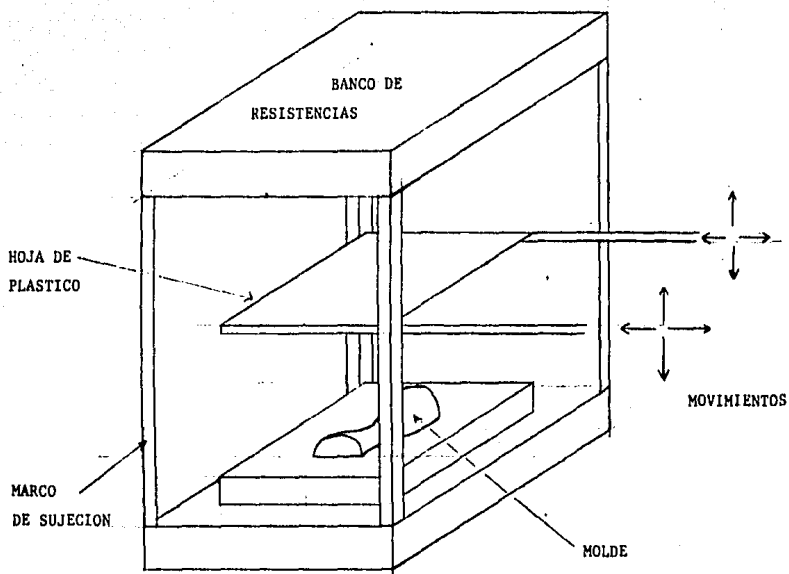
- Volumen de producción
- Tamaño de la pieza
- Geometría de la pieza

Existen básicamente tres tipos de máquinas termoformadoras:

- + Termoformadora de Plafon
- + Termoformadora de Dos Estaciones
- + Termoformadora de Tres Estaciones

La Termoformadora de Plafon consiste en un banco de resistencias sujetas a cierta distancia fija sobre el molde de formado, tal y como se puede ver en la figura 4.1. En esta maquina la hoja de Noryl sujeta al marco se monta directamente debajo del banco de

FIGURA 4.1



CAPITULO IV - HERRAMENTAL Y EQUIPO

resistencias, una vez caliente se baja hasta llegar al molde y se aplica vacío. Posteriormente una vez fría la pieza, se retira removiendola del molde. Este tipo de máquina es ideal para la fabricación de piezas chicas, de geometría sencilla y de bajo volumen de producción.

La termoformadora de dos estaciones, como su nombre lo indica, consta de una estación de calentamiento y otra estación de formado. En esta máquina el marco y la hoja sujeta a este se colocan en la estación de calentamiento entre dos bancos de resistencias para que una vez caliente este conjunto pase a la estación de formado, la cual es posible de ser asistida por pistones neumaticos o tener un sistema de moldes pares (ver capitulo I). Esta maquina es mas productiva que la Termoformadora de Plafon y en ella se pueden fabricar piezas mas complejas, grandes y de mejor calidad. (Figura 4.2)

La Termoformadora de Tres Estaciones, ademas de contar con todas las ventajas que tiene la Termoformadora de Dos Estaciones, por tener una estación adicional de carga y descarga de hoja - pieza, es la maquina de mayor productividad y puede acoplarse en línea con una maquina extrusora de hojas; esto la hace ideal para la fabricación de altos volúmenes de productos.

Esta máquina incorpora el uso de un marco rotatorio lo que permite realizar simultaneamente las operaciones correspondientes de cada estación. (Figura 4.3)

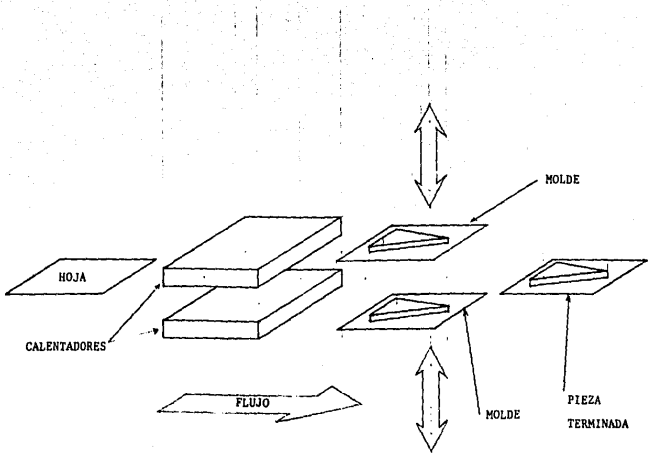


FIGURA 4.2

CAPITULO IV - HERRAMENTAL Y EQUIPO

Una vez expuestos los tres tipos de máquinas termoformadoras, se citaran las premisas basicas para la selección de un determinado tipo de maquina, las premisas en consideración son:

- + Debido a que el control de calentamiento de la hoja es crítico para el buen acabado de la pieza, la máquina termoformadora debiera tener un horno de calentamiento controlado por zonas.

- + La resina termoplástica Noryl se caracteriza, entre otras cosas, por presentar ciclos rapidos de enfriamiento. Debido a esto los ciclos de moldeo son mas cortos que los requeridos por otras partes semejantes hechas con otros termoplásticos, esto hace que la máquina requerida sea capaz de transferir rapidamente la hoja desde el horno hacia el molde y que el vacío sea aplicado rápidamente.

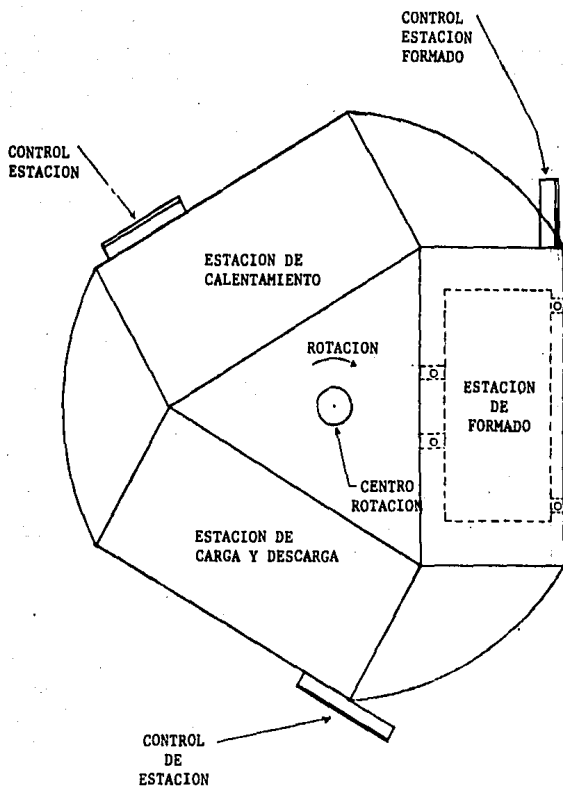
- Es importante señalar que el molde y el marco de sujeción deberan precalentarse a una temperatura de entre 150° F y 250° F.

- El volumen de producción de piezas es relativamente bajo (8,000 piezas anuales).

- El spoiler es considerado como una pieza profunda

CAPITULO IV - HERRAMENTAL Y EQUIPO

FIGURA 4.3



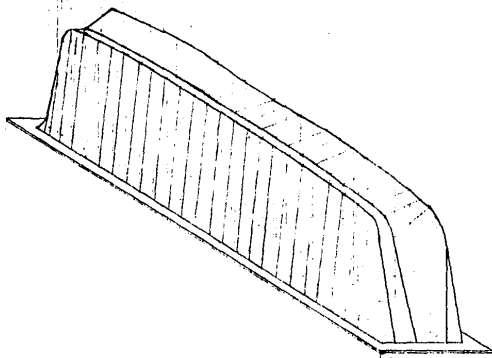
CAPITULO IV - HERRAMENTAL Y EQUIPO

geometricamente hablando, en la que es importante lograr una distribución uniforme de pared.

Es debido a estas premisas que se eligió una maquina termoformadora de "Marco Viajero" (dos estaciones).

Los principales fabricantes de equipo para el termoformado de hojas son los siguientes:

- * Comet Industries
- * Brown Machine, Division of Koehring Co.
- * AAA Plastic Equipment Inc.
- * EMC
- * Plasti - Vac Inc.
- * Plastic Thermoforming Systems
- * Custom Automated Machinery Inc.

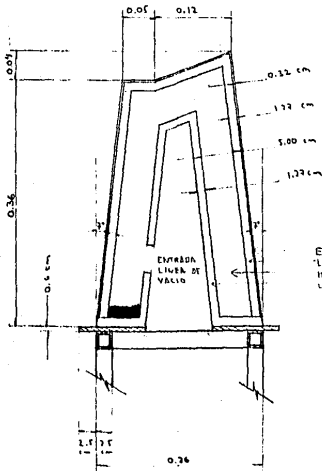


DIBUJO: MIGUEL A. LOYO A.

FECHA: 2/MAYO/87

PROYECCION DE MOLDE

ESCALA 1:10



EPOXY
LIGADO FIBRA-EPOXY
MATERIAL GRANULAR Y ADHESIVO
SAMBORO VIDIO-EPOXY

DISEÑO: MIGUEL ANGEL LOYO B.

FECHA: 1/11/19/83

SECCION DE MOLDE

ESCALA 1:15

COTM. HESTAM

CAPITULO V - VIABILIDAD ECONOMICA

CAPITULO V - VIABILIDAD ECONOMICA

En la industria cualquier proyecto debe seguir una metodología bien definida para posteriormente poder tomar una decisión sobre su implementación.

Para poder tomar dicha decisión es necesario tener dos tipos de soluciones al problema que el proyecto en cuestión pretende resolver:

- Solución técnica o funcional
- Solución económica

En el caso del proyecto de fabricación de espollers automotrices, la solución técnica esta expuesta en los capítulos II, III, IV. En el presente capítulo se analizará la viabilidad económica de este proyecto, en otras palabras aquí sera definido y aplicado un criterio de tipo económico al proyecto.

El costo de cualquier producto esta integrado por tres elementos:

- + Mano de obra directa
- + Materia Prima Directa
- + Gastos de fabrica

Los cuales a continuación se detallan.

Nota: todas las cantidades (%) que aparecen a continuación fueron tomadas en cuenta en los meses de mayo y junio de 1987, esto para efectos inflacionarios.

CAPITULO V - VIABILIDAD ECONOMICA

5.1 ESTIMACION DE COSTOS

5.1.1 COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA

Esta estimación se efectuó determinando el producto de las horas de labor marcadas en la hoja de proceso (Capítulo III) y la tasa marcada por el tabulador de salarios para la zona III y considerando un nivel medio en la clasificación de mano de obra. El cálculo del costo de mano de obra directa se hizo en base a la tabla de la figura 5.1.

COSTOS DE MATERIA PRIMA

El cálculo del costo de materia prima se hizo en base al costo unitario de cada uno de los componentes y a las cantidades a utilizar de cada uno, esto tomando en cuenta una base unitaria. El cuadro de la figura 5.2 muestra el cálculo del costo de materia prima.

5.1.3 GASTOS DE FABRICA

Los gastos de fabrica se dividen en directos e indirectos, para este caso sólo se tomarán en cuenta los siguientes gastos de fabrica directos:

- Costo de electricidad
- Depreciación del equipo

FIGURA 5.1

TRABAJO	DIVISION	TRABAJO ESPECIFICO	CLASIFICACION LABORAL	TIEMPO (min.)	COSTO/HORA*	COSTO*	SUB-TOTAL*	TOTAL*
PREPARACION DE REFUERZOS	CORTE DE MATERIAL	MEDIR Y CORTAR	COMUN	50	0.37	0.31	0.46	
	TALADRADO	MEDIR Y TALADRAR	COMUN	25	0.37	0.15		
SECADO DE HOJA Y REFUERZOS	MONTAJE	ACOMODAR HOJAS EN HORNO	COMUN	10	0.37	0.06	0.43	
	SECADO	VIGILAR** PROCESO	COMUN	60	0.37	0.37		
	EXTRACCION	SACAR CON CUIDADO DE HORNO	COMUN	10	0.37	0.06		
CALENTADO DE HOJA	MONTAJE EN TERMOFORMADORA	MONTAJE DE MARCO / HOJA EN ESTACION	COMUN	1	0.37	0.01	0.19	
	CALENTADO DE HOJA	VIGILAR PROCESO	COMUN	30	0.37	0.18		

* EN DOLARES

** NO SE TOHA EN CUENTA TODO EL TIEMPO DE CALENTADO PARA COSTEAR M.O.D.

FIGURA 5.1

TRABAJO	DIVISION	TRABAJO ESPECIFICO	CLASIFICACION LABORAL	TIEMPO (min.)	COSTO HORA *	CÓSTO	SUB - TOTAL*	TOTAL	
DOBLADO DE REFUERZOS	CALENTADO	MONTAR EN DOBLADORA Y CALENTAR	COMUN	30	0.37	0.18	0.19		
	DOBLADO	DOBLEZ A 90°	COMUN	1	0.37	0.01			
MOLDEADO DE ESPOILER	MOLDEADO EN TERMOFORMADORA	VIGILAR PROCESO	COMUN	1	0.37	0.01	0.01		
EXTRACCION DE PIEZA	ENFRIADO EN MAQUINA	VIGILAR PROCESO Y SACAR PIEZA	COMUN	5	0.37	0.03	0.03		
CORTE DE SOBRANTES Y PEGAR LOS REFUERZOS	CORTAR SOBRANTES	CORTAR CON SIERRA	COMUN	20	0.37	0.12	0.24		
	PEGAR	PREPARAR / APLICAR EPOXY ***	COMUN	20	0.37	0.12			
TOTAL									1.55

*** NO SE TOMA EN CUENTA TODO EL TIEMPO DE SECAJO DEL PEGAMENTO PARA COSTEAR H.O.D.

MATERIAL	COSTO 1 KG. ***	CANTIDAD (KG.) NECESARIA	TOTAL UNITARIO ***
NORYL	6.00	2.025 *	12.15
EPOXY **	30.00	0.050	1.50
TALCO **	1.50	0.500	0.75

* CONSIDERANDO PESO ESPECIFICO MAXIMO DEL NORYL DE 1.1 Y MATERIAL PARA LO SIGUIENTE:

- ESPOILER _____ LAMINA DE 1.5 x 0.25 m.
- REFUERZOS _____ LAMINA DE 1.5 x 0.20 m.

** LAS CANTIDADES PUEDEN VARIAR EN LOS REQUERIMIENTOS DE ESTOS PRODUCTOS. LA EXPERIENCIA EN ESTOS PRODUCTOS EN SU USO DURANTE LA PRODUCCION DARA LAS CANTIDADES CORRECTAS.

*** EN DOLARES

CAPITULO V - VIABILIDAD ECONOMICA

- Mantenimiento (estimación)

El cálculo de dichos gastos se puede ver en la tabla 5.3.

5.2 ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico es el que finalmente dictaminará la rentabilidad de fabricar spoilers. Como ya se expresó con anterioridad, por lo regular las alternativas de inversión se comparan utilizando dos criterios básicos:

- + Técnico o de funcionamiento del equipo
- + Rendimiento económico

Ya se estableció que entre las características técnicas o de funcionamiento del sistema mas importantes están la calidad, la seguridad del proceso, las consideraciones de servicio al cliente, etc. Entre las características de rendimiento económico figuran las necesidades de inversión inicial, la rentabilidad de la inversión y el perfil de flujo de efectivo.

Para llevar a cabo el analisis económico es necesario plantear las premisas económicas que sirvan como punto de partida y marco de referencia para obtener la rentabilidad económica de este proyecto.

Las premisas a considerar son las siguientes:

CONCEPTO	CALCULO	TOTAL POR PIEZA																								
ENERGIA ELECTRICA	COSTO DE ELECTRICIDAD (KWH) _____ 0.041 DLS./HR.																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>EQUIPO</th> <th>TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO</th> <th>CONSUMO</th> <th>COSTO (DLS.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HORNO SECADO</td> <td>5 HR.</td> <td>45 KW</td> <td>9.23</td> </tr> <tr> <td>TERMOFORMADORA</td> <td>0.6 HR.</td> <td>25 KW</td> <td>0.62</td> </tr> <tr> <td>TALADRO</td> <td>0.4 HR.</td> <td>2.2 KW</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>SIERRA</td> <td>1.1 HR.</td> <td>1.1 KW</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td colspan="3">TOTAL _____</td> <td>9.94 DLS.</td> </tr> </tbody> </table>	EQUIPO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	CONSUMO	COSTO (DLS.)	HORNO SECADO	5 HR.	45 KW	9.23	TERMOFORMADORA	0.6 HR.	25 KW	0.62	TALADRO	0.4 HR.	2.2 KW	0.04	SIERRA	1.1 HR.	1.1 KW	0.05	TOTAL _____			9.94 DLS.	9.94
	EQUIPO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	CONSUMO	COSTO (DLS.)																						
	HORNO SECADO	5 HR.	45 KW	9.23																						
	TERMOFORMADORA	0.6 HR.	25 KW	0.62																						
	TALADRO	0.4 HR.	2.2 KW	0.04																						
SIERRA	1.1 HR.	1.1 KW	0.05																							
TOTAL _____			9.94 DLS.																							
PRESTACIONES	48 % DEL COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	0.74																								
DEPRECIACION	10 % ANUAL VALOR DEL EQUIPO (APLICABLE AL FLUJO)																									
MANTENIMIENTO	5 % COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA + 5 % VALOR EQUIPO* (AL AÑO)	0.30																								
TOTAL	SE CONSIDERA POR PIEZA	10.98																								

* PARA UN VOLUMEN DE 8,000 PIEZAS ANUALES
 † PARA EL AREA NAUCAIPAN

COSTO UNITARIO DIRECTO (DOLARES)	
MANO DE OBRA DIRECTA	1.55
MATERIA PRIMA DIRECTA	14.40
GASTOS DE FABRICA DIRECTOS	10.98
COSTO DIRECTO POR PIEZA *	26.93

* NO SE CONSIDERA NINGUN COSTO INDIRECTO O ASIGNABLE

CAPITULO V - VIABILIDAD ECONOMICA

- La moneda a usar en el análisis sera el dolar norteamericano.
- Horizonte económico de 10 años.
- El volumen de producción y venta durante los 10 años se considerara constante.
- La tasa mínima de retorno atractiva será de 15%.
- Se considera un índice de inflación de 0% (inflación nula).
- Inversión en equipo:
 - + Máquina Termoformadora ----- 60,000 dls.
 - + Horno de Secado ----- 6,000 dls.
 - + Molde ----- 1,000 dls.
 - + Taladro de Banco ----- 2,500 dls.
 - + Sierra de Cinta ----- 2,750 dls.
 - + Dobladora ----- 350 dls.

Inversión Total _____ 72,600 dls.

- EL valor de recuperación del equipo despues de 10 años se considera despreciable.

De esta manera, incorporando la información del costo y el volumen de producción, el flujo de efectivo queda como se muestra en la figura 5.4, siendo los resultados los siguientes:

- Tasa Interna de Retorno ----- 60.4%
- Valor Presente @ 15% ----- 149,000 dls.
- Recuperación de la Inversión ----- 2 años

FIGURA 5.4

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VOLUMEN (UNIDADES)		8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
VENTA *		302	302	302	302	302	302	302	302	302	302
COSTO *		215	215	215	215	215	215	215	215	215	215
MARGEN *		87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
DEPRECIACION *		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
DESP. 52% IMP. *		38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
DEPRECIACION *		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
TOTAL *		45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
INVERSIONES *	(73)		(2)**		(2)**		(2)**		(2)**		
FLUJO NETO *	(73)	45	43	45	43	45	43	45	43	45	45

* EN MILES DE DOLARES

** REPOSICION DE MOLDE

CAPITULO V - VIABILIDAD ECONOMICA

El proyecto de la fabricación de spoilers automotrices se muestra claramente rentable, ahora solo resta analizar su sensibilidad en lo que respecta a:

A) Volumen ----- menos 30%

B) Margen de Utilidad ----- menos 50%

Los flujos de efectivo de estas sensibilidades se pueden ver en las figuras 5.5 y 5.6, los resultados son como sigue:

A) Sensibilidad a Volumen

- Tasa Interna de Retorno ----- 41.65%
- Valor Presente @ 15% ----- 83,830 dls.
- Recuperación de la Inversión ----- 3.1 años

B) Sensibilidad a Margen

- Tasa Interna de Retorno ----- 29.52%
- Valor Presente @ 15% ----- 43,630 dls.
- Recuperación de la inversión ----- 4.6 años

Las sensibilidades muestran que la fabricación de spoilers automotrices es una operación económicamente muy flexible, en otras palabras es rentable.

FIGURA 5.5

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VOLUMEN (UNIDADES)		5,600	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600
VENTA *		211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
COSTO *		151	151	151	151	151	151	151	151	151	151
MARGEN *		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
DEPRECIACION *		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
DESP. 52% IMP. *		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
DEPRECIACION *		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
TOTAL *		32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
INVERSIONES *	(73)		(2)**		(2)**		(2)**		(2)**		
FLUJO NETO *	(73)	32	30	32	30	32	30	32	30	32	32

* EN MILES DE DOLARES

** REPOSICION DE MOLDE

FIGURA 5.6

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VOLUMEN (UNIDADES)		8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
VENTA *		258	258	258	258	258	258	258	258	258	258
COSTO *		215	215	215	215	215	215	215	215	215	215
MARGEN *		43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
DEPRECIACION *		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
DESP. 52% IMP. *		17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
DEPRECIACION *		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
TOTAL *		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
INVERSIONES *	(73)		(2)**		(2)**		(2)**		(2)**		
FLUJO NETO *	(73)	24	22	24	22	24	22	24	22	24	24

* EN MILES DE DOLARES

** REPOSICION DE MOLDE

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

México es un país con unas características que lo hacen ser muy especial, es un país con abundantes riquezas naturales y geográficamente situado en un lugar privilegiado, pero a la vez es un país sumido en una situación financiera muy especial la cual ocasiona problemas muy complejos. Centrándonos en la situación empresarial en el país, la crisis económica y la reciente entrada al GATT hacen difícil el que la pequeña y mediana industria sobrevivan.

Este trabajo, "Fabricación de Spoilers Automotrices", tiene como objetivo fundamental el dar la información necesaria para la creación de algo que tantos beneficios da a la sociedad: una empresa.

De acuerdo a lo anterior y viendo fríamente lo expuesto en este trabajo, sería lógico pensar que un producto como lo es un spoiler es un artículo de lujo y de utilidad sólo para un pequeño sector de la sociedad. Pero un spoiler es uno de tantos paneles componentes de un vehículo automotor que, como este, se pueden fabricar usando el mismo material y proceso de fabricación: el proceso de termoformado.

Como conclusiones de este trabajo se puede decir lo siguiente:

- El proceso de termoformado, dentro de los procesos para conformar plástico, es el más simple.

CONCLUSIONES

- El proceso de termoformado requiere de baja inversión en equipo y herramientas, esto comparado contra el equipo y herramientas para la fabricación de artículos metálicos.
- Comparado con otros procesos de conformado, el proceso de termoformado entrega piezas con un grado de terminación de un 90%.
- El proceso de termoformado es ideal para la fabricación de objetos con características similares a las que tiene el spoiler tales como: paneles decorativos, domos, cubiertas protectoras, utensilios de cocina, etc.
- El costo total del spoiler es bajo comparado con el costo que tienen las refacciones y accesorios automotrices en general.
- El proyecto de fabricación de spoilers es, como lo demuestran los análisis económicos, bastante rentable.
- El uso de plásticos, como se puede ver en este caso, se está haciendo muy común en estos días, pero eso no excluye la posibilidad de que el rechazo inicial por parte de la gente sea un problema de consideración para el éxito de una empresa con este giro.

Como comentario final se puede afirmar que los plásticos están desplazando a los metales en innumerables aplicaciones y que

CONCLUSIONES

gracias a ellos hoy disfrutamos de muchos objetos y servicios. Es bueno que la Ingeniería Mecánica ya los este considerando para el diseño y construcción de máquinas, dicho en otras palabras es verdad que ya estamos en la era del plástico.

INDICE DE FIGURAS

1.1 Gráfica de Producción Acero vs. Plástico -----	16
1.2 Gráfica Esfuerzo - Deformación Metal vs. Plástico -----	19
1.3 Tabla Propiedades Plásticos -----	31
1.4 Formado por Moldes Pares -----	33
1.5 Formado por Vacío -----	35
1.6 Formado por Soplado Libre -----	37
2.1 AMG Mercedes - Benz -----	42
2.2 Lister Jaguar -----	43
2.3 Tsuru -----	44
2.4 Tsuru -----	45
2.5 Tsuru -----	46
2.7 Diagrama de Ensamble de Tornillo -----	55
3.1 Diagrama de Flechas -----	62
3.2 Diagrama de Flechas -----	65
3.3 Ruta Crítica -----	67
3.4 Hoja de Proceso -----	70
3.5 Cuadro de Problemas -----	72
3.6 Prensa Lumiplástica -----	75
4.1 Termoformadora de Plafon -----	82
4.2 Termoformadora de Dos Estaciones -----	84
4.3 Termoformadora de Tres Estaciones Rotatoria -----	86
5.1 Tabla de Costo de Mano de Obra Directa -----	93
5.2 Tabla de Costo de Materia Prima -----	95
5.3 Tabla de Gastos de Fabrica -----	97
5.3.2 Tabla de Resumen de Costos -----	98
5.4 Flujo de Efectivo -----	100

INDICE DE FIGURAS

5.5 Flujo de Efectivo Sensibilidad Volumen -----	102
5.6 Flujo de Efectivo Sensibilidad Margen -----	103

BIBLIOGRAFIA

- Industrial Plastics

Ronald J. Baird / David T. Baird
The Goodheart-Willcox Company Inc.

- Designing with Plastics (A Report on the State of the Art)

G.W. Ehrenstein / G. Erhard
Hanser Publishers

- The Strategic Supplier for Automotive Innovation

General Electric
General Electric

- Noryl Design Guide

General Electric
General Electric

- Lexan Design Guide

General Electric
General Electric

- Termoformado de Plasticos de Ingenieria

Ultrapol S.A. de C.V.
Ultrapol S.A. de C.V.

BIBLIOGRAFIA

- Thermoforming Automation: How Much Depends on the Job
George Smoluk
Modern Plastics, April 1985, pagina 71

- State of the Art Thermoforming Machines
Custom Automated Machinery, Inc.
Custom Automated Machinery, Inc.

- Lexan, Thermoforming Troubleshooter
General Electric
General Electric

- Mechanical Metallurgy
George E. Dieter
Mc. Graw-Hill

- Materiales de Ingenieria y sus Aplicaciones
Richard A. Flinn - Paul K. Trojan
Mc.Graw-Hill

- Manual Universal de la Técnica Mecánica
Oberg - Jones
Editorial Labor

BIBLIOGRAFIA

- Técnicas de Analisis Económico en Ingeniería
John A. White, Marvin H. Agee, Kenneth E. Case.

Limusa

- Ingeniería Económica
H.G. Thuesen, W.J. Fabricky, G.J. Thuesen

Prentice Hall Internacional

- Diez Años del Sector Automotriz en México 1976/1986
Asociación Mexicana de Distribuidores de Automóviles, A.C.

AMDA

- Determinación de la Ruta Crítica

R. L. Martino

Editorial Técnica