



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Trabajo de Graduación o Titulación Modalidad
*Seminario de Graduación previo a la obtención del
título de:*

INGENIERO MECÁNICO

Tema:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE
EXPULSIÓN EN UNA MÁQUINA INYECTORA PARA EL
MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE PIEZAS
INYECTADAS DE PLÁSTICO POR HORA.**

Autor:

Manuel Alejandro Vallejo Torres

Ambato – Ecuador
2010

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Gonzalo López en mi calidad de tutor del trabajo de investigación, con el tema IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE EXPULSIÓN EN UNA MÁQUINA INYECTORA PARA EL AUMENTO DE PRODUCCIÓN DE PARTES PLÁSTICAS POR HORA, elaborado por el señor Manuel Alejandro Vallejo Torres, egresado de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, certifico:

- Que el presente trabajo de investigación es original de su autor.
- Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos.
- Esta concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

julio del 2010

Ambato,

Ing. Gonzalo López
Tutor

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Manuel Alejandro Vallejo Torres portador de la cédula de ciudadanía No. 180339430-1 declaro que los resultados obtenidos en el desarrollo e investigación que presento como informe final, previo la obtención del título de INGENIERO MECÁNICO son absolutamente auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y el diseño mecánico que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi exclusiva responsabilidad legal y académica.

Manuel Alejandro Vallejo Torres

CI: 180339430-1

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincera y enorme gratitud a la Universidad Técnica de Ambato y en forma particular a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por su aporte a la sociedad al formar profesionales éticos, emprendedores y con espíritu de ayuda social.

A mis profesores por impartir los conocimientos y consejos necesarios y correctos a lo largo de mi carrera estudiantil, los momentos vividos en las aulas son recuerdos que quedarán por siempre en mi memoria

Al Ing. Gonzalo López por sus acertados consejos y ayuda durante la tutoría de mi disertación.

Así también como a la empresa TecnoIndustrial, a sus principales al Sr. Rodrigo Torres y Sr. Luis Torres, por abrir sus puertas para el desarrollo del proyecto.

DEDICATORIA

A mi familia por su comprensión y apoyo incondicional.

RESUMEN

El objetivo principal del proyecto está basado en el mejoramiento mecánico y tecnológico en una maquinaria inyectora, debido a que por el avance y el mejoramiento de la tecnología, muchas máquinas quedan en desuso o quedan de baja. El trabajo aplicado a este tipo de maquinaria está enfocado en el mejoramiento mecánico y tecnológico aplicando todo lo adquirido en conocimientos durante la carrera de ingeniería mecánica. Tomando en cuenta que el mejoramiento de esta máquina tiene como expectativa el mejor aprovechamiento del tiempo y de la materia prima lo que significa el mejoramiento económico de la empresa propietaria de la misma. El estudio se realizó directamente a una pequeña empresa que está interesada en renovar su equipamiento y dar oportunidad al estudiante de ingeniería mecánica, para que por medio de un trabajo dedicado el mismo pueda ser de interés para muchas más empresas en renovar su maquinaria con tecnología y conocimientos locales. Una vez analizadas las variables y la máquina se pudo determinar que el problema principal que es la baja producción de la máquina inyectora, que por la operatividad de la misma era un desperdicio de tiempo considerable. Por esto se elaboró la implementación de un sistema de expulsión y automatización de su sistema operativo, la máquina inyectora estará en capacidad de aumentar su proceso de inyección de piezas de plástico con un tiempo corto mejorando y optimizando su producción y manejo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACION DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	v
INDICE DE CONTENIDOS	vi
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE GRAFICOS	x
CAPITULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Tema de Investigación.....	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.2.1. Contextualización	2
1.2.2. Análisis Crítico.....	3
1.2.3. Prognosis	4
1.2.4. Formulación del problema	4
1.2.5. Interrogantes	5
1.2.6. Delimitación del Objeto de Investigación.....	5
1.2.6.1. Delimitación de Espacial.	5
1.2.6.2. Delimitación Temporal.....	5
1.3. Justificación	6
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos Específicos	6
CAPITULO II.....	8
MARCO TEORICO	8
2.1. Antecedentes de Investigativos	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.2. Fundamentación Legal	10
2.3. Fundamentación Teórica	10

2.3.1. Máquina Inyectora	10
2.3.2. Tipos de Inyectoras	21
2.4. Categorias Fundamentales	23
2.5. Hipotesis.....	24
2.6. Señalamiento de Variables.....	24
2.6.1. Variable Independiente.....	24
2.6.2. Variable Dependiente	24
CAPITULO III	25
METODOLOGIA	25
3.1. Enfoque Investigativo	25
3.2. Modalidad Básica de la Investigación.....	25
3.2.1. De Campo	25
3.2.2. Experimental	25
3.2.3. Bibliográfica.....	26
3.3. Nivel o tipo de Investigación.....	26
3.3.1. Exploratorio	26
3.3.2. Descriptivo.....	27
3.3.3. Asociación de Variables	27
3.4. Operacionalización de Variables	29
3.4.1. Variable Independiente.....	28
3.4.2. Variable Dependiente	29
CAPITULO IV.....	30
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	30
4.1. Análisis de los Resultados.....	30
4.2. Interpretación de los Resultados	35
4.2.1. Gráficos	35
4.2.2. Índice de disminución de tiempo	39
4.3. Verificación de hipótesis.....	40
4.3.1. Variable independiente.....	40
4.3.2. Variable dependiente.....	41

CAPITULO V.....	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
5.1. Conclusiones.....	42
5.2. Recomendaciones.....	43
CAPITULO VI.....	46
PROPUESTA.....	46
6.1. Datos Informativos.....	46
6.2. Antecedentes de la Propuesta	47
6.2.1. Parámetros de Diseño	47
6.3. Justificación.....	48
6.4. Objetivos	48
6.5. Análisis de Factibilidad	49
6.5.1. Análisis de Costos	49
6.5.1.1. Costos Directos (C.D).....	49
6.5.1.2. Costos de Materiales (C.M).....	49
6.5.1.3. Costos Indirectos (C.I).....	51
6.5.1.4. Costo por utilización de maquinaria y Herramientas (C.M.H).....	51
6.5.1.5. Costo de Operación (C.OP)	52
6.5.1.6. Costo Total del Proyecto (C.T.P).....	52
6.5.2. Presupuesto de Inversión	52
6.5.2.1. Inversión Fija	52
6.5.3. Costo Total	53
6.6. Metodología.....	54
6.6.1. Diseño Mecánico	54
6.6.1.1. Cálculo de ejes del sistema de expulsión.....	54
6.6.1.2. Cálculo de la placa expulsora.....	59
6.6. Previsión de la evaluación	62
 Bibliografía.....	 65
Anexos.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Ensayo N° 01 Iny. de plástico, Polietileno PE, D-PE.....	32
Tabla 4.2. Ensayo N° 02 Iny. de plástico, Polietileno PE, HD-PE	32
Tabla 4.3. Ensayo N° 03 Iny. de plástico, Polipropileno PP	33
Tabla 4.4. Ensayo N° 04 Iny. de plástico, Polietileno PE, D-PE.....	33
Tabla 4.5. Ensayo N° 05 Iny. de plástico, Polietileno PE, HD-PE	34
Tabla 4.6. Ensayo N° 06 Iny. de plástico, Polipropileno PP	34
Tabla 4.6. Ensayo N° 07 Índice de disminución de tiempo	34
Tabla 4.7. Índice de disminución de tiempo en el proceso de inyección.....	39
Tabla 6.1. Costos unitarios de materiales mecánicos.....	49
Tabla 6.2. Costos unitarios de materiales eléctricos y varios.....	50
Tabla 6.3. Costos de maquinaria empleada.....	51
Tabla 6.4. Costo del proyecto	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1. Ensayo N° 01 Iny. de plástico, Polietileno PE, D-PE	36
Gráfico 4.2. Ensayo N° 02 Iny. de plástico, Polietileno PE, HD-PE.....	36
Gráfico 4.3. Ensayo N° 03 Iny. de plástico, Polipropileno PP	37
Gráfico 4.4. Ensayo N° 04 Iny. de plástico, Polietileno PE, D-PE	37
Gráfico 4.5. Ensayo N° 05 Iny. de plástico, Polietileno PE, HD-PE.....	38
Gráfico 4.6. Ensayo N° 06 Iny. de plástico, Polipropileno PP	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Máquina Fumadi	22
Figura 2.2 Máquina Asian Machinery	23
Figura 2.3 Categorías fundamentales	23
Figura 4.1 Proceso de inyección.....	31
Figura 6.1 Eje del sistema expulsor	54
Figura 6.2 Fuerzas en el sistema expulsor	58
Figura 6.3 Placa del sistema expulsor	59

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 .TEMA DE INVESTIGACIÓN

Implementación de un sistema automatizado de expulsión en una máquina inyectora para el aumento de producción de partes plásticas por hora.

1.2 . PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El proyecto esta basado en renovar y optimizar maquinaria que en este caso por el avance de la tecnología esta queda relegada y en desuso, por esta razón la necesidad de varias empresas es la actualización de muchas máquinas que todavía no terminarían su vida útil, y que tan solo necesitan una actualización en su parte mecánica como también con el desarrollo de nuevas tecnologías, automatizarlas para mejorar su eficiencia y aumentar su producción.

En particular se trata de una máquina inyectora de plástico que hoy con la existencia y desarrollo de nuevas máquinas inyectoras que son más rápidas en su producción, esta relegada en su parte mecánica como también en su proceso automático afectando directamente a su producción y economía.

La inyección de plástico, espumas o polivinilos esta relacionada con la rapidez con la que la máquina inyectora trabaje, con la implementación de un sistema de expulsión y automatización de su sistema operativo, la

máquina inyectora estará en capacidad de aumentar su proceso de inyección de piezas de plástico con un tiempo corto mejorando y optimizando su producción y manejo.

1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN.

El moldeo por inyección es una de las tecnologías de procesamiento de plástico más famosas, debido que representa un modo relativamente simple de fabricar componentes con formas geométricas de alta complejidad. Para ello se necesita una máquina de inyección que incluya un molde. En este último, se fabrica una cavidad cuya forma y tamaño son idénticas a las de la pieza que se desea obtener. La cavidad se llena con plástico fundido, el cual se solidifica, manteniendo la forma moldeada.

El moldeo por inyección, en el país y en particular en la ciudad de Ambato la industria del plástico tiene un mercado muy amplio, y el principal proceso de transformación de plástico es el moldeo por inyección, seguido del de extrusión. Un ejemplo de productos fabricados por esta técnica son envases de plástico, utensilios de cocina, componentes para la industria carrocería como agarraderas, asientos, para la industria textil broches, botones, y componentes de automóviles.

El diseño actual de la máquina de moldeo por inyección ha sido influido por la demanda de productos con diferentes características geométricas, con diferentes polímeros involucrados y colores. Además, su diseño se ha modificado de manera que las piezas moldeadas tengan un menor costo de producción, lo cual exige rapidez de inyección, bajas temperaturas, y un ciclo de moldeo corto y preciso.

Los polímeros han logrado sustituir otros materiales como son madera, metales, fibras naturales, cerámicas y hasta piedras preciosas; el moldeo por inyección es un proceso ambientalmente más favorable comparado

con la fabricación de papel, la tala de árboles o cromados. Ya que no contamina el ambiente de forma directa, no emite gases ni desechos acuosos, con bajos niveles de ruido. Sin embargo, no todos los plásticos pueden ser reciclados y algunos susceptibles de ser reciclados son depositados en el ambiente, causando daños al medio ambiente.

La popularidad de este método se explica con la versatilidad de piezas que pueden fabricarse, la rapidez de fabricación, el diseño escalable desde procesos de prototipos rápidos, altos niveles de producción y bajos costos, alta o baja automatización según el costo de la pieza, geometrías muy complicadas que serían imposibles por otras técnicas, las piezas moldeadas requieren muy poco o nulo acabado pues son terminadas con la rugosidad de superficie deseada, color y transparencia u opacidad, buena tolerancia dimensional de piezas moldeadas con o sin insertos y con diferentes colores.

1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO

- El tipo de inyectoras que están en el mercado ecuatoriano y local están desactualizadas y la adquisición de una máquina inyectora actualizada implica una gran inversión económica.
- La automatización de la máquina inyectora y el diseño adecuado del sistema de expulsión de piezas inyectadas mejorar el tiempo de producción de piezas por hora, por su puesto dependiendo del molde y forma de la pieza inyectada.
- La automatización de la máquina implicara una inversión de dinero moderada, con la atomización de la máquina esta quedaría actualizada aplicando tecnología local y mejorando la competitividad de la empresa, crecimiento económico cumpliendo a tiempo con sus entregas de pedidos.

- El diseño y la automatización de la máquina inyectora mejora la producción por hora y directamente motiva al operario que este a cargo de su uso, cumplirá con su tarea y tendrá motivación en su área de trabajo dependiendo del área de recursos humanos.
- Con la automatización de la máquina inyectora el operario debe tener un adecuado plan de mantenimiento preventivo para lograr que la máquina opere sin la necesidad de parar su producción para su mantenimiento.

1.2.3. PROGNOSIS

Considerando que no se pueda realizar el proyecto puesto a consideración, será una pérdida directa para la empresa al tener un retroceso en su producción, el no poder optimizar el tiempo de una forma adecuada para cumplir con sus pedidos y entregas el descenso en ventas implicaría una caída en el flujo y crecimiento económico que toda empresa desea tener lo que llevara a un cierre de la misma.

De la misma manera al no realizar el proyecto la competitividad de la empresa estará afectada por no tener un amplio campo de abastecimiento del producto dentro y fuera de la provincia. Su competitividad con respecto al resto de empresas relacionadas en esta área estará reducido por que hoy se considera el recurso humano, la optimización del tiempo, su maquinaria y productividad el eje principal de cualquier empresa.

1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es factible la implementación de un sistema automatizado de expulsión en una máquina inyectora para el aumento de producción de partes plásticas por hora?

1.2.5. INTERROGANTES.

¿Es posible automatizar una máquina inyectora para optimizar y mejorar su tiempo de producción?

¿Qué tipo de sistema automatizado de expulsión se puede implementar para que el mismo sea continuo optimizando el tiempo?

¿El sistema automatizado de expulsión por implementarse será conveniente y no necesite de varias personas para su utilización?

¿El tipo de sistema automatizado de expulsión por construirse si podrá acoplarse con cualquier tipo y dimensión de molde sin afectar su funcionamiento?

1.2.6. DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.2.6.1. Delimitación Espacial

El desarrollo y construcción del proyecto se hará en la empresa Altecmatriz ubicada en la ciudad de Ambato en la provincia de Tungurahua y se complementara con la investigación que esta a disposición en la biblioteca de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.2.6.2. Delimitación Temporal

Este proyecto será elaborado en el periodo que comprende entre Septiembre del 2009 y Mayo del 2010.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

El desarrollo del tema esta dirigido hacia la pequeña industria que esta dentro del área de fabricación de piezas inyectadas en plástico que posee maquinaria desactualizada tanto en su sistema mecánico y automático.

La actualización de esta maquinaria implica una inversión económica considerable, inversión que en una pequeña o mediana empresa no estaría contemplada en su presupuesto económico.

Desarrollando y aplicando tecnología que este dentro de la encomia de cualquier empresa pequeña o mediana que esta sea, tecnología que esta dispuesta a mejorar el funcionamiento de cualquier maquina que a pesar de ser antigua, la misma estará en capacidad de funcionamiento como cualquier maquina nueva o de ultima generación.

La aplicación de mencionada tecnología es la implementación de dispositivos de control para mejorar su eficiencia y modo de trabajo de la maquina, mejorando su rendimiento optimizando el tiempo de piezas inyectadas por hora lo que implica un alza en la producción, mejorando la economía de la empresa al cumplir sus compromisos con clientes a nivel local y nacional.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. GENERAL

Implementación de un sistema automatizado de expulsión para la producción de piezas inyectadas de plástico.

1.4.2. ESPECÍFICOS

1. Comparar por medio de ensayos de inyección la reducción del tiempo en el proceso de inyección de plástico, esto determinara la eficiencia

de la máquina en el aprovechamiento del tiempo en una jornada de trabajo.

2. Determinar los accionamientos para que la máquina inyectora pueda ser manipulada por una sola persona sin utilizar fuerza excesiva.
3. Investigar que tipo de dispositivos de control accionamiento es el apropiado para poderla maniobrar la máquina inyectora con diferentes tipos de moldes de acuerdo a la exigencia de producción y sean los adecuados para perfeccionar su trabajo.
4. La implementación del sistema de expulsión esta diseñado para que pueda ser utilizado con cualquier tipo de molde, sin que la construcción del mismo sea de manera compleja de forma que permita ser adecuado a la máquina inyectora.
5. Considerar que el análisis económico en la implementación del sistema de expulsión y sus instrumentos de control de control sean beneficiosos en costos para los requerimientos de la empresa.
6. Demostrar las ventajas que brinda la máquina inyectora equipada y adecuada para optimizar su tiempo de producción al momento de su trabajo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1. ANTECEDENTES

El diseño actual de la máquina de moldeo por inyección ha sido influido por la demanda de productos con diferentes características geométricas, con diferentes polímeros involucrados y colores. Además, su diseño se ha modificado de manera que las piezas moldeadas tengan un menor costo de producción, lo cual exige rapidez de inyección, bajas temperaturas, y un ciclo de moldeo corto y preciso.

John Hyatt registró en 1872 la primera patente de una máquina de inyección, la cual consistía en un pistón que contenía en la cámara derivados celulósicos fundidos. Sin embargo, se atribuye a la compañía alemana Cellon-Werk el haber sido pionera de la máquina de inyección moderna. Esta firma presentó, en 1928, una patente incluyendo la descripción de nitrocelulosa (celuloide).

Debido al carácter inflamable de la nitrocelulosa, se utilizaron posteriormente otros derivados celulósicos como el etanoato de celulosa. Los británicos John Beard y Peter Delafield, debido a ciertas diferencias en la traducción de la patente alemana, desarrollaron paralelamente la

misma técnica en Inglaterra, con los derechos de patente inglesa para la compañía F.A. Hughes Ltd.

El primer artículo de producción masiva en Inglaterra fue la pluma fuente, producida durante los años treinta por la compañía Mentmore Manufacturing. La misma utilizaba máquinas de moldeo por inyección de Eckert & Ziegler (Alemania). Estas máquinas funcionaban originalmente con aire comprimido (aproximadamente 31 kg/cm²); el sistema de apertura de molde y la extracción de la pieza eran realizados manualmente, y los controles incluían válvulas manuales, sin control automático ni pantallas digitales; además, carecían de sistemas de seguridad.

En 1932 apareció la primera máquina para inyección operada con sistemas eléctricos, desarrollada por la compañía Eckert & Ziegler. Al mismo tiempo, otros países como Suiza e Italia empezaban a conseguir importantes avances en maquinaria. Ya a finales de los años treinta, el polietileno y el PVC —ambos, de alta producción y bajo costo— provocaron una revolución en el desarrollo de la maquinaria, teniendo el PVC mayor éxito como material para extrusión.

En 1951 se desarrolló en Estados Unidos la primera máquina de inyección con un tornillo recíprocante (o, simplemente, husillo), aunque no fue patentada hasta 1956. Este cambio ha sido la aportación más importante en la historia de las máquinas inyectoras. Al finalizar la segunda guerra mundial, la industria de la inyección de plástico experimentó un crecimiento comercial sostenido. Sin embargo, a partir de la década de los ochenta, las mejoras se han enfocado a la eficiencia del diseño, del flujo del polímero, el uso de sistemas de software CAD, inclusión de robots más rápidos para extracción de piezas, inyección asistida por computadora, eficacia en el control de calentamiento y mejoras en el control de la calidad del producto.

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Debido a la investigación realizada en materiales bibliográficos hemos constatado que no existe información con respecto al diseño y construcción de la Máquina Inyectora por esta razón para la construcción nos fundamentaremos en principios aprendidos durante la carrera de Ingeniería Mecánica.

2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1. MÁQUINA INYECTORA

Una máquina Inyectora es aquella inyectar plásticos o polímeros, el moldeo por inyección es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semicristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada. En este último, se fabrica una cavidad cuya forma y tamaño son idénticas a las de la pieza que se desea obtener. La cavidad se llena con plástico fundido, el cual se solidifica, manteniendo la forma moldeada.

Partes más importantes de una máquina inyectora

Unidad de inyección.

La función principal de la unidad de inyección es la de fundir, mezclar e inyectar el polímero. Para lograr esto se utilizan husillos (tornillos de hierro o madera que se usan en el movimiento de algunas máquinas) de diferentes características según el polímero que se desea fundir. El

estudio del proceso de fusión de un polímero en la unidad de inyección debe considerar tres condiciones termodinámicas:

1. La temperatura de procesamiento del polímero.
2. La capacidad calorífica del polímero C_p [cal/g °C].
3. El calor latente de fusión, si el polímero es semicristalino.

La unidad de inyección es en origen una máquina de extrusión con un solo husillo, teniendo el barril calentadores y sensores para mantener una temperatura programada constante.

Unidad de cierre

Es una prensa hidráulica o mecánica, con una fuerza de cierre bastante grande que contrarresta la fuerza ejercida por el polímero fundido al ser inyectado en el molde. Las fuerzas localizadas pueden generar presiones del orden de cientos de MPa, que sólo se encuentran en el planeta de forma natural únicamente en los puntos más profundos del océano.

Si la fuerza de cierre es insuficiente, el material escapará por la unión del molde, causando así que la pieza final tenga defectos de rebabas. Es común utilizar el área proyectada de una pieza (área que representa perpendicularmente a la unidad de cierre el total de la cavidad) para determinar la fuerza de cierre requerida, excluyendo posibles huecos o agujeros de la pieza.

Molde.

El molde (también llamado herramienta) es la parte más importante de la máquina de inyección, ya que es el espacio donde se genera la pieza; para producir un producto diferente, simplemente se cambia el molde, al ser una pieza intercambiable que se atornilla en la unidad de cierre.

Las partes del molde son:

1. Cavidad: Es el volumen en el cual la pieza será moldeada.
2. Canales o ductos: Son conductos a través de los cuales el polímero fundido fluye debido a la presión de inyección. El canal de alimentación se llena a través de la boquilla, los siguientes canales son los denominados bebederos y finalmente se encuentra la compuerta.
3. Canales de enfriamiento: Son canales por los cuales circula agua para regular la temperatura del molde. Su diseño es complejo y específico para cada pieza y molde, ya que de un correcto enfriamiento depende que la pieza no se deforme debido a contracciones irregulares.
4. Barras expulsoras: Al abrir el molde, estas barras expulsan la pieza moldeada fuera de la cavidad, pudiendo a veces contar con la ayuda de un robot para realizar esta operación.

Fuerza de cierre.

Es la fuerza que tiene la máquina para oponerse a la que ejerce el plástico cuando llena el molde, y que tiende a separar las dos caras del mismo generando rebaba. Este parámetro es muy importante, y generalmente determina el tamaño de la máquina. La fuerza de cierre necesaria está determinada por el área proyectada del artículo, el número de cavidades y la presión necesaria para inyectar. Otros factores que afectan la fuerza son el material a inyectar y el tipo de colada.

Gramaje de inyección.

Es la masa máxima que puede inyectar una máquina, y equivale al volumen de inyección multiplicado por la densidad del material fundido. Este valor típicamente viene dado en gr. de plástico, que fundido tiene una densidad de 0.9 gr./cm³. Es por esta razón que el gramaje de inyección normalmente es un 10% menor que el volumen de inyección.

Presión de inyección.

La presión es la resistencia a fluir, y mientras más resistencia se ofrezca al flujo (paredes y canales más delgados) mayor será la presión requerida. Además, la presión aumenta proporcionalmente con la velocidad.

La presión de inyección está determinada por:

- El espesor de pared de la pieza a inyectar
- La relación entre la trayectoria de flujo y el espesor de pared
- La resina
- El tipo de colada
- El área del punto de inyección
- La temperatura de trabajo de la inyectora
- El tipo de material a procesar
- La precisión requerida: a mayor precisión, mayor presión.

Velocidad de inyección.

La velocidad de inyección está determinada por el espesor de la pieza y la relación trayectoria de flujo - espesor de pared. Cuando se van a inyectar piezas de paredes delgadas o con una trayectoria muy larga, hay que llenar el molde lo suficientemente rápido para evitar que el material se enfríe y solidifique, obstruyendo el paso de la resina remanente.

De otro lado, las piezas de pared muy gruesas limitan la velocidad, porque al inyectarse muy rápidamente se generan burbujas en el trayecto que debilitan la pieza o afectan su apariencia. Este tipo de burbujas se soluciona reduciendo la velocidad de inyección para evitar que se presenten diferencias de velocidad en la resina durante el llenado.

Capacidad de plastificación.

Los parámetros que determinan la capacidad requerida de plastificación son:

- El diámetro del tornillo.
- La velocidad de rotación (RPM) del motor.
- La geometría del tornillo.
- La resina.

La capacidad de plastificación requerida en una pieza es igual al peso total de la inyección dividido por el tiempo de enfriamiento de cada pieza.

Tamaño del tornillo.

La selección del tornillo debe hacerse de tal manera que cumpla con los requerimientos de:

- Gramaje.
- Capacidad de plastificación.
- Velocidad de inyección.
- Presión de inyección.

Al aumentar el diámetro, se aumentan la velocidad, la capacidad de plastificación, el gramaje y el tiempo de residencia del material. Cuando se tienen altos valores de velocidad y capacidad de plastificación se logran ciclos más cortos; sin embargo, si el tornillo tiene un diámetro muy alto, puede llegar a generar insuficiente presión.

Distancia entre barras.

Este parámetro está determinado por el tamaño del molde. La distancia más importante entre barras es la horizontal, porque la gran mayoría de los moldes entran por encima de la inyectora, y pueden tener una longitud mayor en la dirección vertical que en la horizontal. De otro lado, si se trabaja con cambios de molde automáticos, el molde se inserta

lateralmente a la inyectora; en este caso, es recomendable tener la misma distancia entre barras en dirección horizontal y vertical.

Carrera de apertura.

La carrera de apertura mínima de un equipo para lograr un expulsado automático, debe ser como mínimo un 10% superior al doble de la altura del producto más el ramal de inyección. Al momento de diseñar una inyectora, es importante asegurar que la carrera de apertura sea suficiente para todos los artículos que con ella se quieran producir.

Definición de un plástico.

En la actualidad el plástico es empleado en nuestra vida cotidiana, ha sustituido partes metálicas en la industria automotriz, se usa en la construcción, en empaques, electrodomésticos (lavadoras, licuadoras, refrigeradores, etc.) y en un futuro no muy lejano irá entrando en otras ramas de la industria, por ejemplo en medicina, como sustitutos de articulaciones (articulaciones artificiales), los juegos de toda índole y en artículos deportivos, como pueden ver la rama del plástico esta en proceso de crecimiento. Ya que es común observar piezas que anteriormente eran producidas con otros materiales, por ejemplo con madera o metal y que ya han sido substituidas por otras de plástico.

Termoplástico.- Son materiales cuyas macromoléculas están ordenadas a manera de largas cadenas unidas entre sí por medio de enlaces secundarios, su ordenación se puede comparar con una madeja de hilos largos y delgados. La principal característica de estos es que pueden ser llevados a un estado viscoso una y otra vez por medio del calentamiento y ser procesados varias veces.

Termofijo.- Son materiales que están formados prácticamente por una gran molécula en forma de red, con uniones muy fuertes entre molécula y molécula, lo que provoca que estos materiales no se reblandezcan con la aplicación de calor cuando ya han sido transformados. A diferencia de los termoplásticos, estos materiales ya no pueden moldearse por que al aplicarles calor se destruyen.

Elastómeros.- Se componen de largas cadenas que se encuentran unidas entre si por muy pocas uniones químicas. Esto les permite un gran movimiento intermolecular que se ve reflejado en su buena flexibilidad. Son materiales que tienen memoria, es decir que al someterlos a un esfuerzo modifican su forma, recuperándola cuando se retira ese esfuerzo. Debido a sus uniones químicas que existen entre las moléculas no se les puede volver a procesar, y son plásticos de estructura amorfa. Aunque estos plásticos se han manejado en forma independiente debido a que su mercado está canalizado a sustituciones del caucho natural, sin embargo ya existen cauchos termoplásticos, que constituyen una familia de elastómeros avanzados.

VARIABLES EN EL PROCESO DE INYECCIÓN.

Los parámetros a controlar en el proceso de inyección dependen del material a trabajar, del diseño del molde y la pieza. Cada caso es particular, las variables a controlar son: temperaturas; velocidades, presiones; distancias y tiempos.

TEMPERATURAS.

Las temperaturas pueden ser del cilindro de plastificación, de la boquilla y del molde.

La temperatura del cilindro de plastificación y de la boquilla, esta dada por el tipo de material a trabajar, estas temperaturas se ajustan de

acuerdo a la temperatura de la masa fundida, la temperatura de la masa fundida determina las propiedades estructurales de una pieza moldeada, por lo que debe ser constante y uniforme ya que controla la densidad y contracción. El proceso de plastificación de una resina cristalina es muy estrecho y requiere más energía. De igual manera la temperatura el molde esta en función o es determinada por el material plástico a trabajar. La temperatura del aceite de la máquina se controla mediante un sistema de refrigeración. La temperatura del aceite de la máquina debe ser de 40 °C y no rebasar los 50 °C.

VELOCIDADES

Velocidad de cierre de molde.- Es la distancia que recorre la platina móvil hasta hacer contacto con la platina fija del molde (es importante mencionar que la unidad de cierre se forma de parte móvil y parte fija) en un tiempo determinado, la velocidad de cierre del molde se realiza en varias etapas.

Alta velocidad.- Media velocidad y baja velocidad, esto con el fin de evitar aceleraciones y frenados bruscos durante la fase de cerrado del plato móvil, también dependerá de la pieza a moldear.

Velocidad de apertura de molde.- Es la distancia que recorre la platina móvil del molde hasta separarse de la platina fija y dejar el espacio suficiente para la expulsión de las piezas en un tiempo determinado. La velocidad de apertura del molde se realiza al contrario de la fase de cierre de molde: baja velocidad, media velocidad y alta velocidad, también esto dependerá de la pieza a moldear.

Velocidad de plastificación.- La velocidad de plastificación se controla por las revoluciones por minuto o giros por minuto del husillo o tornillo en el momento de la plastificación.

Velocidad de inyección.- La velocidad de inyección dependerá de los siguientes factores:

- La viscosidad del polímero.
- Condiciones del molde.
- Tamaño y número de puntos de entrada de material.
- Tamaño de los canales o venas de alimentación del material.
- Salidas de aire en el molde.
- Temperatura de la masa fundida
- Temperatura del molde.
- Acabado de la pieza.

Cuando se moldean piezas de secciones delgadas se requieren generalmente velocidades de inyección altas con objeto de llenar la pieza antes de que se solidifique. El uso de una velocidad de inyección alta mejorara el aspecto y brillo superficial de la pieza, ya que la cavidad del molde se llena completamente antes de que la resina comience su solidificación, variando la velocidad de inyección adecuadamente se pueden reducir los defectos superficiales en la pieza, tales como las ráfagas y manchas en la zona del punto de inyección.

Velocidad de expulsión.- Es la distancia que recorren los expulsores en un tiempo determinado para expulsar la pieza moldeada.

PRESIONES

Primera presión de inyección.- Es la presión requerida para vencer las resistencias que el material fundido produce a lo largo de su trayectoria, desde el cilindro de plastificación hasta el molde, esta presión corresponde a la fase de llenado del molde, con esta pretendemos llenar

la cavidad en un 90 ó 95%, para después terminar de llenar la pieza con la segunda presión y velocidades.

Segunda presión de inyección.- También es conocida como de sostenimiento o recalque, tiene como objeto el mantener bajo presión el material fundido que se solidifica y se contrae en la cavidad del molde, la función de esta segunda presión, es la de completar el llenado y así compensar la contracción, introduciendo un poco más de material fundido en el molde. Es importante mencionar que si se excede en aplicar esta presión puede producir rebaba (flash) o una compactación tal que originara que las piezas se peguen en el lado fijo.

Contrapresión.- En el momento de la plastificación el material es llevado hacia delante en tanto que el husillo va girando hacia atrás, la contrapresión se aplica sobre el husillo que gira y tiene como función el impedir el retorno de éste, mejorando la acción de la mezcla del material. Dicho en otras palabras, esto ayuda a que se logre una buena homogenización del plástico. otra definición: es la oposición a que el husillo se mueva libremente hacia atrás mientras esta cargando.

Descompresión.- Es la distancia que el husillo se hace para atrás con la finalidad de liberar la presión ejercida sobre el plástico de tal manera que no escurra el material al momento que abra el molde. Existe la posibilidad de hacerlo antes o después de la dosificación, también es valido de que si no se puede usar este recurso, se debe jugar con la temperatura de la nariz, bajando poco a poco la temperatura hasta un punto en que nos permita inyectar y se vea que no escurra material.

Presión de expulsión.- Una vez terminada la apertura del molde, la pieza se debe separar del molde, y esto se logra a través de un mecanismo de expulsión, que requiere de una presión de botado que esta activada durante toda la fase de expulsión.

Presión de retorno expulsión.-Es la presión que estará presente una vez que los botadores han expulsado la pieza en la fase de expulsión.

DISTANCIAS.

Distancia de dosificación (inyección) y espesor del colchón.- Son los milímetros de material inyectado en función del volumen (cm³) y la unidad de plastificación. Otra definición, es la cantidad de plástico necesaria para llenar todas las cavidades y la colada.

El espesor del colchón son los milímetros de material que deben permanecer constantes en la punta del husillo, para garantizar una repetitividad en el proceso. Otra definición, es la distancia que el husillo reserva para terminar de introducir material al interior del molde, de acerado a vencías este debe ser el 10% de la capacidad del la capacidad del barril.

Distancia de conmutación a segunda presión.- Son los milímetros necesarios para hacer el cambio por distancia, de primera presión de inyección a segunda presión de inyección.

Distancia de apertura de molde.- Es la distancia que deseamos que abra la parte móvil del molde para que pueda expulsarse la pieza.

Distancia de expulsión.- Son los milímetros recorridos por el sistema de expulsión de la pieza inyectada, para que pueda desmoldar del molde.

TIEMPOS

Tiempo de inyección.- Es el tiempo en el que se lleva a cabo el llenado de las cavidades del molde.

Tiempo de postpresión.- Es el tiempo en que permanece activa la postpresión, o segunda presión. Tiempo de plastificación: es el tiempo requerido para llevarse a cabo la fusión del material, hasta llevarlo a un estado líquido viscoso.

Tiempo de enfriamiento.-Es el tiempo para acabar de solidificar la pieza, y este empieza después de que termina el tiempo de postpresión y acaba cuando el molde se abre para expulsar la pieza.

Fuerza de cierre.- Es la fuerza ejercida sobre el molde antes de inyectar. La fuerza de cierre es producida por la unidad de cierre después de la formación de la presión.

Presión de cierre.- Cuando empieza el proceso de llenado del molde con la masa plástica, se produce una fuerza de empuje ascendente que produce un efecto adicional sobre el sistema de cierre junto con la fuerza de cierre, también es conocida como alta presión.

2.3.2. TIPOS DE INYECTORAS

Máquinas Fumadi modelos estándar desde 30TN 50grs. hasta 500TN 1100grs.

Esta máquina ha sido diseñada para satisfacer en forma ventajosa la inyección de piezas en termoplásticos, asegurando la máxima confiabilidad y fácil operación, cambio de matrices y puesta a punto.

El cierre hidráulico a cilindro directo otorga las siguientes ventajas sobre las demás máquinas en plaza:

- Más carrera del plato móvil.
- Fácil regulación de moldes sin control de espesores de matriz.

- Pantalla "touch screen".
- Memoria de molde.
- Nuevo sistema de control de presiones y posiciones en forma incremental.
- Regulación exacta de seguro de molde.
- Solidez y velocidad en el nuevo cierre hidráulico.
- Menor mantenimiento en horas productivas.
- Menor desgaste mecánico de la unidad de cierre.



Figura 2.1: Máquinas Fumadi modelo estándar desde 30TN 50grs. hasta 500TN 1100grs.

Asian Machinery USA Inyectoras horizontales de 90 a 3800 toneladas de cierre .

Características:

Cuentan con una amplia gama de inyectoras desde 90 hasta 3800 toneladas de cierre . Producidas bajo estrictas normas de control de calidad para garantizar optimo funcionamiento. Estructura fuertes solidas y resistentes diseñadas para continuas horas de trabajo y la incorporación de "componentes importados" para asegurar una mejor calidad del producto terminado.

Fácil operación mediante PLC centralizado, amplio acceso a partes y componentes para mantenimiento.

Opcionales.

- Tolvas de alimentación con mecanismo de succión.
- Secadoras de materia prima.
- Deshumedecedores.
- Enfriadores de molde (chillers).
- Válvulas proporcionales.
- Dosificadores de pigmentos.
- Molinos.



Figura 2.2: Asian Machinery USA Inyectoras horizontales de 90 a 3800 toneladas de cierre.

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.

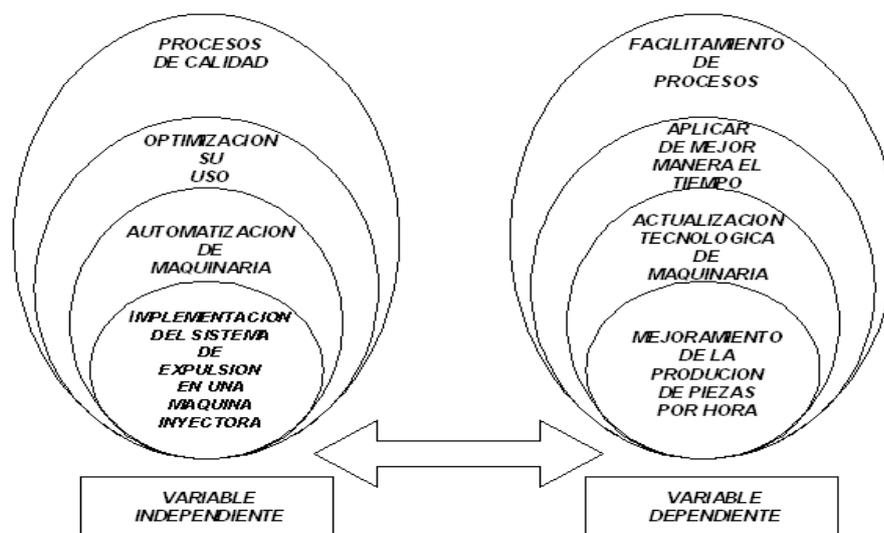


Figura 2.3: Categorías Fundamentales

2.5. HIPÓTESIS.

La implementación de un sistema automatizado de expulsión mejora el proceso de producción de piezas inyectadas en plástico que optimizara el tiempo de trabajo del operario y de la máquina por hora, aprovechando efectivamente el recurso material y humano que exista.

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.

2.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.

Implementación y automatización de un sistema de expulsión en una máquina inyectora.

2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE.

Implementación en la empresa TecnoIndustrial para aumentar la producción de piezas inyectadas de plástico por hora.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE INVESTIGATIVO.

El enfoque que se va presentar en este proceso de automatización y diseño para las variables será de tipo cuantitativo de manera que se va interpretar la cantidad de piezas inyectadas que se produzcan por hora con relación al sistema actual que tiene y también con otras máquinas que existan en el medio.

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.2.1. DE CAMPO.

En el campo de todas las industrias que usen elementos plásticos nos centraremos en investigar las medianas y pequeñas industrias en la que se pueda satisfacer su necesidad de nuevos productos con variados diseños y saber las dificultades que presentan las otras empresas y saber si es conveniente realizar el mismo trabajo de automatización para mejorar su proceso de producción.

3.2.2. EXPERIMENTAL

- En la empresa se comprobará que tipo de elementos constituye la máquina inyectora.

- En las diferentes empresas se observará si la maquinaria es similar y saber si de alguna manera pueda ayudar al desarrollo del proyecto a elaborarse.
- Con los instrumentos de control y automatización adecuados se realizara el análisis y comportamiento de los componentes mecánicos que constituyen la máquina inyectora.
- Se realizará una investigación que nos permita seleccionar los instrumentos de control necesarios para una correcta manipulación de los mecanismos de la maquina inyectora.

3.2.3. BIBLIOGRÁFICA.

Para la presente investigación necesitaremos de bibliografía que encontraremos en libros revistas periódicos e internet que nos ayuden ha desarrollar de manera conceptual la información que será el eje principal para la realización de este proyecto, por lo cual será indispensable la ayuda que nos facilite la biblioteca de la facultad de ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Es importante destacar que el presente estudio se realizara con los siguientes niveles de investigación.

- Exploratorio
- Descriptivo
- Asociación de variables

3.3.1 EXPLORATORIO.

El nivel exploratorio será el utilizado por ser mas flexible, será un estudio poco estructurado y el objetivo en general será crear hipótesis para poder

comprobarlas de este problema como es la máquina inyectora que existe en el mercado local y nacional.

3.3.2. DESCRIPTIVO.

Este tipo de investigación permite predecir de una manera exacta el funcionamiento de la máquina inyectora en comparación a otras existentes en el mercado local.

3.3.3. ASOCIACIÓN DE VARIABLES.

Esta investigación nos brindara una explicación parcial de lo que queremos realizar asociando la variable independiente con la variable dependiente que nos hemos formulado para resolver el problema planteado.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Automatización y diseño de un sistema de expulsión en una máquina inyectora.

CONCEPTO	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTO
Una máquina Inyectora es aquella que inyecta plásticos o polímeros, el moldeo por inyección es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta.	Capacidad de inyección de material.	Cañón de extrusión. Cañón de inyección.	¿Cuál de los procesos de inyección es el más utilizado en la industria?	Ficha de observación.
	Tipo de artículos inyectados.	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas. • Tapas. • Mangueras. • Cajas. 	¿Qué tipo de artículo es el más utilizado en la industria?	Ficha de observación.
	Accionamientos Controles	o Manuales Mecánicos Hidráulicos Eléctricos	¿Qué tipo de accionamiento o control necesitaría en esta máquina para realizar un trabajo?	Ficha de observación.
	Mantenimiento de la inyectora	Semestral Cuando presenta daño	¿Qué tipo de mantenimiento usted desearía en su máquina?	Ficha de observación.
	Posturas de trabajo	De pie	¿Cómo usted preferiría la manipulación de la máquina?	Ficha de observación.

3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Implementación en la empresa TecnoIndustrial para mejorar y optimizar el tiempo de producción de piezas inyectadas de plástico por hora.

CONCEPTO	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTO
Esta máquina ha sido diseñada para satisfacer en forma ventajosa la inyección de piezas en plásticos, asegurando la máxima confiabilidad y fácil operación, cambio de matrices y puesta a punto.	<p>Tipos de inyección de plásticos.</p> <p>Tipo de plástico o polímero que más se utiliza para la inyección.</p> <p>Tipo de trabajo</p> <p>Tiempo de inyección aproximado por hora.</p>	<p>Usos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hogar • Alimenticia. • Agrícola. • Accesorios de vehículos etc. • Polietileno PP • Polietileno PE <p>Continuo Intermitente</p> <p>480 piezas x hora</p>	<p>¿En que área de la industria se utiliza más este tipo de artículo inyectado en plástico?</p> <p>¿Cuál de este tipo de artículo es el más solicitado?</p> <p>¿Qué tipo de material es el mas barato y rentable de inyectar?</p> <p>¿Qué tipo de trabajo es el más adecuado para su producción?</p> <p>¿El tiempo de producción de la maquina satisface la exigencia de su empresa?</p>	<p>Ficha de observación.</p>

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo tiene como objetivo describir el funcionamiento de la, máquina mediante pruebas de inyección de plástico en diversos tipos de moldes.

Se debe tener en cuenta que el proceso de inyección se realiza con tres tipos de materiales plásticos como son el polietileno PE,D-PE ,polietileno HD-PE y polipropileno PP, en diferentes tipos de moldes para se toma en cuenta las diferentes temperaturas de fusión de cada material, la adquisición de datos es el tiempo total de inyección de cada pieza , en los que están tomados en cuenta el cierre del molde, acercamiento o aproximación de la boquilla, inyección, presión de mantenimiento o sostenimiento, refrigeración, plastificación o dosificación y apertura del molde, para la adquisición del mismo como instrumento de medida será un cronómetro.

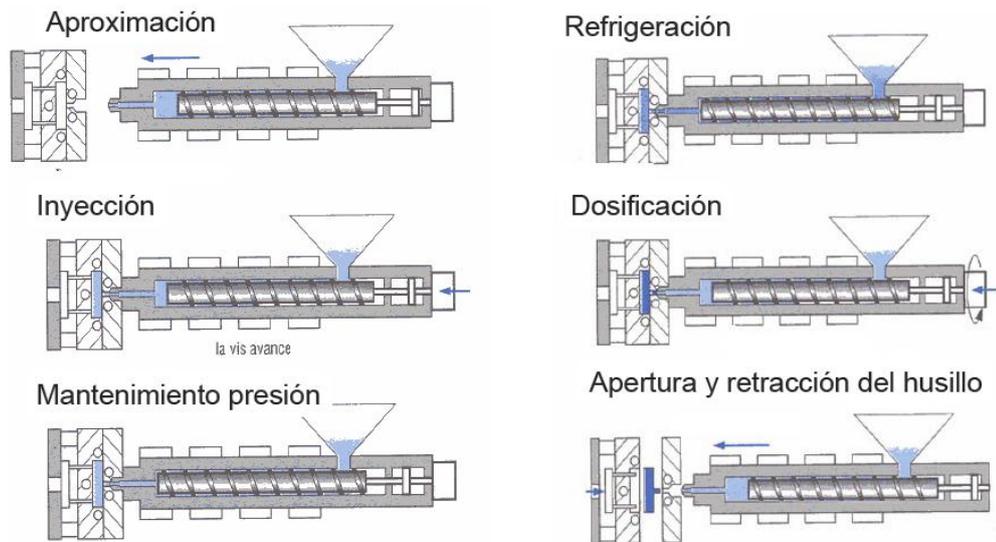


Figura. 4.1: Proceso de inyección

Cada pieza no deberá tener grietas, fisuras o de formaciones, esto comprende un exigente control de calidad en cada proceso de inyección.

Para realizar el análisis de resultados obtenidos, se parte del procedimiento de la toma de datos, luego se procede a tabular y graficar los resultados para obtener las curvas características para tener en cuenta de cómo el tiempo puede variar de acuerdo a la forma del molde y de acuerdo a las características fijas de cada material.

Los datos que se presentan tabulados a continuación son tomados del proceso de inyección sin la implementación del sistema expulsor, el sistema con el que se cuenta es manual y para la expulsión de la cada pieza era necesario el paro total de la máquina.

Tabla N°4-1 MOLDES vs. TIEMPO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
Ensayo de inyección de plástico	
Material: POLIETILENO PE , D-PE	
Ensayo N° 01	
Elaborado: Manuel Alejandro Vallejo Torres Fecha: 24/03/2010	
MOLDE	TIEMPO (seg.)
1	8.25
2	8.5
3	8.75
4	9

Tabla N°4-2 MOLDES vs. TIEMPO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
Ensayo de inyección de plástico	
Material : POLIETILENO PE HD-PE	
Ensayo N° 02	
Elaborado: Manuel Alejandro Vallejo Torres Fecha: 24/03/2010	
MOLDE	TIEMPO (seg.)
1	8.25
2	8.5
3	8.75
4	9

Tabla N°4-3 MOLDES vs. TIEMPO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA Ensayo de inyección de plástico Material : POLIPROPILENO PP Ensayo N° 03	
Elaborado: Manuel Alejandro Vallejo Torres Fecha: 24/03/2010	
MOLDE	TIEMPO (seg.)
1	8.30
2	8.50
3	8.80
4	9.20

Implementando el sistema automatizado de expulsión en la máquina inyectora se realizan nuevas prácticas de inyección con los mismos materiales y moldes, con el fin de comprobar y analizar los cambios de tiempo en el proceso de inyección lo cual debe ser superior a la de los ensayos anteriores.

Tabla N°4-4 MOLDES vs. TIEMPO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA Ensayo de inyección de plástico Material: POLIETILENO PE D-PE Ensayo N° 04	
Elaborado: Manuel Alejandro Vallejo Torres Fecha: 24/03/2010	

MOLDE	TIEMPO (seg.)
1	7.75
2	8
3	8.25
4	8.5

Tabla N°4-5 MOLDES vs. TIEMPO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA Ensayo de inyección de plástico Material : POLIETILENO PE HD-PE Ensayo N° 05	
Elaborado: Manuel Alejandro Vallejo Torres Fecha: 24/03/2010	
MOLDE	TIEMPO (seg.)
1	7.75
2	8
3	8.25
4	8.5

Tabla N°4-6 MOLDES vs. TIEMPO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA Ensayo de inyección de plástico Material : POLIPROPILENO PP Ensayo N° 06	
Elaborado: Manuel Alejandro Vallejo Torres Fecha: 24/03/2010	
MOLDE	TIEMPO (seg.)

1	7.95
2	8.2
3	8.45
4	8.7

De acuerdo con estas tablas presentes de ensayos de inyección, debemos tomar en cuenta como factor importante el incremento del tiempo en el proceso de inyección.

Dependiendo del material y del molde se puede interpretar que hay un aumento en el tiempo del proceso de inyección, dependiendo ya su aplicación diaria se vera reflejada el aumento de la producción y la eficiencia de la máquina.

4.2. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

Mediante las tablas efectuadas que son la representación de los ensayos efectuados procedemos a interpretar los resultados mediante gráficos para tener en cuenta el incremento del tiempo, asegurándose el aumento de la producción de la máquina inyectora.

4.2.1. GRÁFICOS.

Los Gráficos contemplan los dos ensayos el primero sin el sistema de expulsión y el segundo, instalado el sistema de expulsión, donde notablemente nos daremos cuenta como el tiempo en el proceso de inyección mejora

Nota: Las gráficos se pondrán en el orden que están las tablas

Gráfico N° 4-1 MOLDES vs. TIEMPO

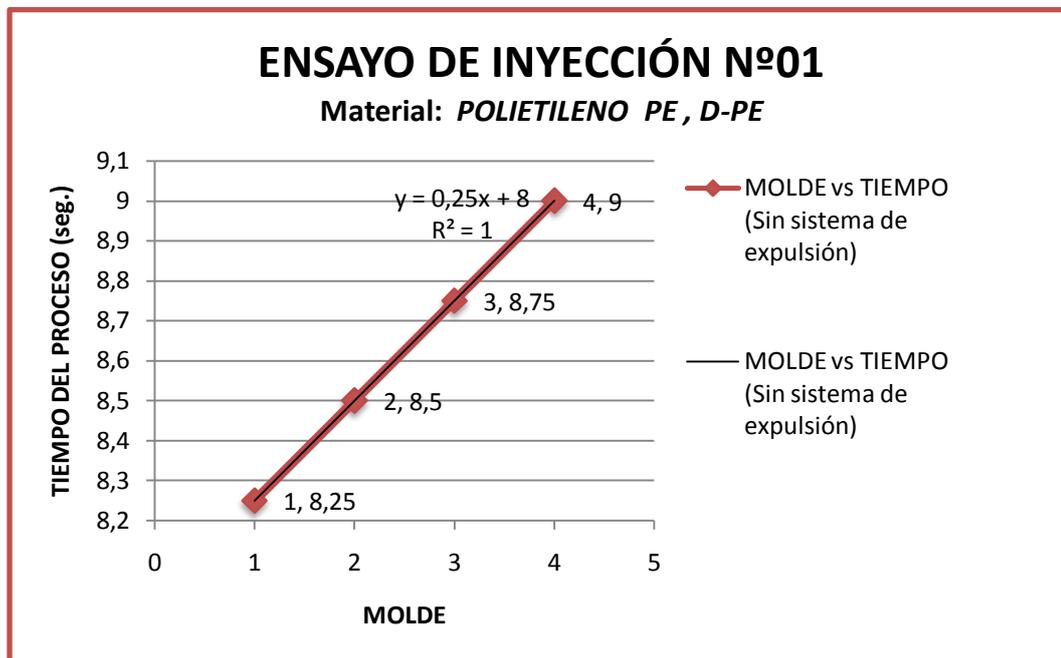


Gráfico N° 4-2 MOLDES vs. TIEMPO

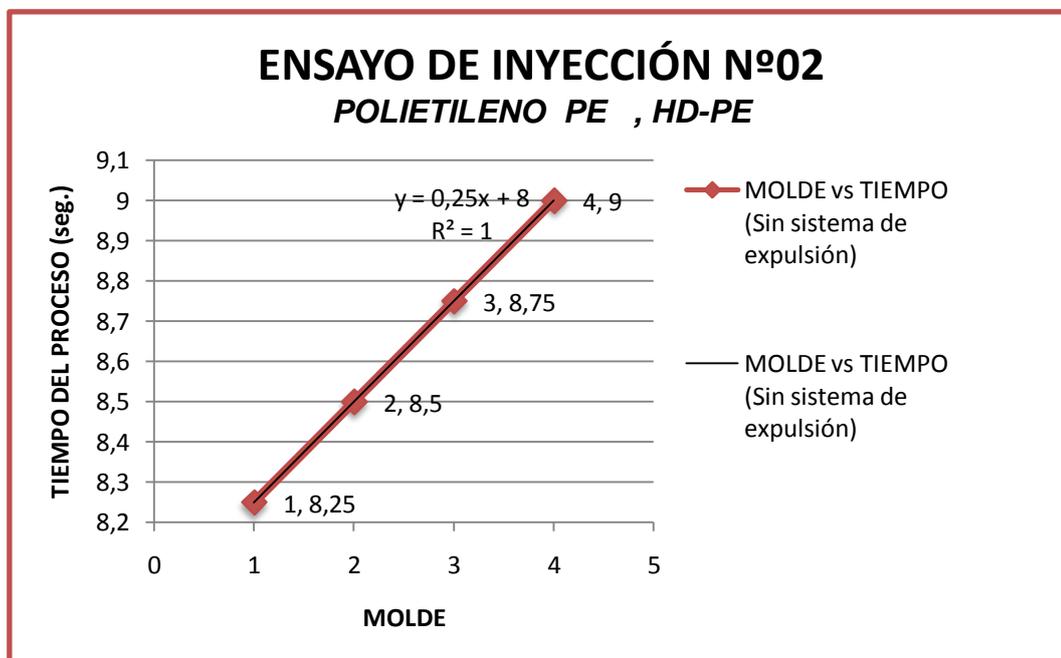
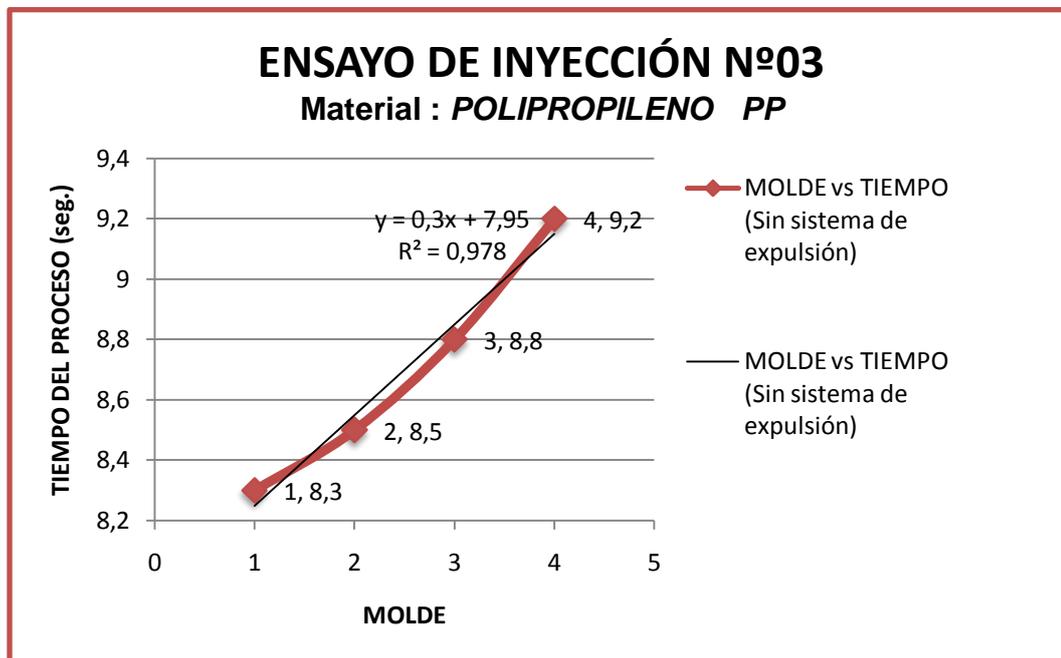


Gráfico N° 4-3 MOLDES vs. TIEMPO



Implementando el sistema automatizado de expulsión en la máquina inyectora se obtienen las siguientes gráficas.

Gráfico N° 4-4 MOLDES vs. TIEMPO

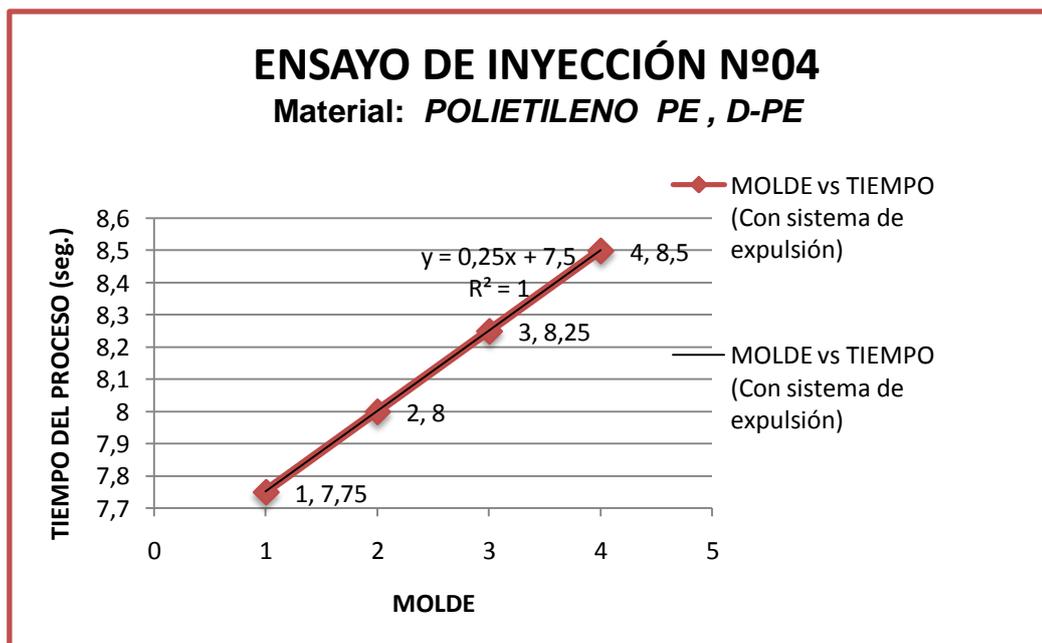


Gráfico N° 4-5 MOLDES vs. TIEMPO

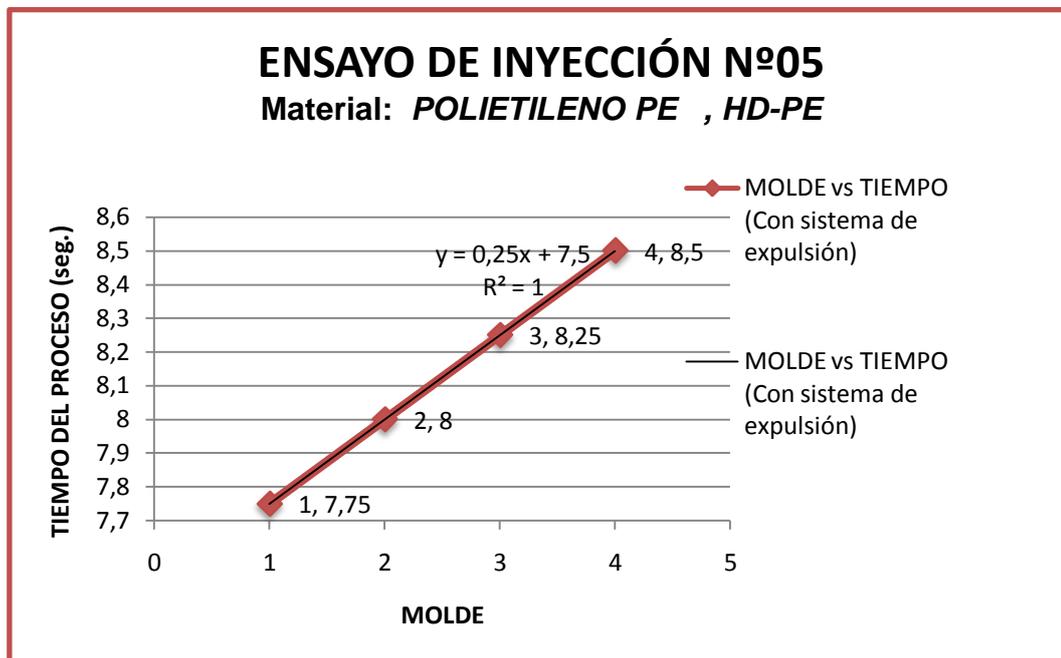
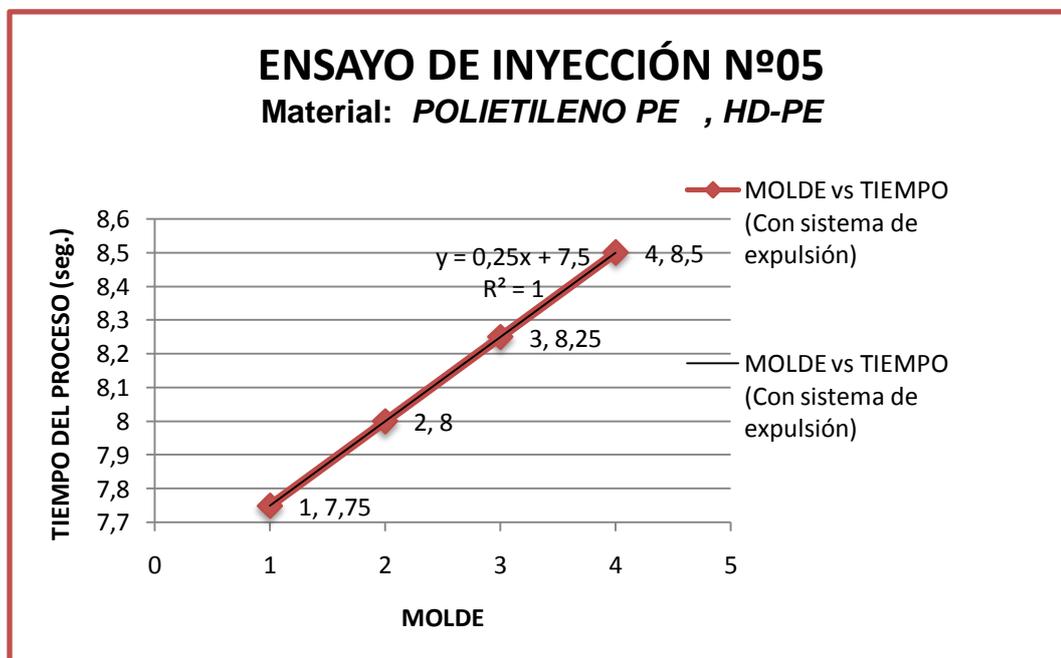


Gráfico N° 4-6 MOLDES vs. TIEMPO



Como se puede observar al realizar los ensayos nos damos cuenta claramente que el proceso de inyección con el sistema de expulsión hay un disminución del tiempo a diferencia del proceso de inyección sin el sistema de expulsión, lo que demuestra el mejoramiento y aprovechamiento del tiempo de la máquina inyectora.

4.2.2. ÍNDICE DEL DISMINUCIÓN DE TIEMPO.

El índice de disminución del tiempo de inyección de plástico demuestra la mejora de la máquina con el sistema de expulsión durante la realización de las prácticas ensayadas.

Para la realización de este ensayo se efectuará de la misma forma como se indicó en los incisos anteriores, teniendo en cuenta las practicas con el sistema de expulsión y sin el sistema de expulsión sobre el porcentaje de tiempo con el fin de tener en cuenta cual es el porcentaje de disminución del tiempo en el proceso de inyección de plástico.

$$IDT = \frac{H_i - H_f}{\Delta T} * 100\%$$

Tabla N°4-7 ÍNDICE DE DISMINUCIÓN DE TIEMPO EN EL PROCESO DE INYECCIÓN

Nº Ensayo sin sistema de expulsión	Δt en el proceso de inyección	Nº Ensayo con sistema de expulsión	Δt en el proceso de inyección	IDT %
1	8,625	4	8,125	2,9
2	8,625	5	8,125	2,9
3	8,7	6	8,325	2,2

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Mediante la implementación del sistema de expulsión se redujo el tiempo en el proceso de inyección de plástico esto da a notar que la iniciativa en la renovación de la máquina es aceptable, esto constituye en una buena alternativa económica para el propietario de la máquina lo que se traduce en un buen aprovechamiento del tiempo y materia prima, puesto que por medio del mejoramiento en el tiempo del proceso de inyección la máquina inyectora esta en optimas condiciones para un trabajo continuo.

El funcionamiento de la máquina sin el sistema de expulsión, el funcionamiento de la misma era en forma manual lo que se traducía en el aumento del tiempo en el proceso de inyección lo que al final de una jornada de trabajo la producción de la máquina fue deficiente. Ahora con la implementación de un sistema de expulsión y la automatización de su proceso operativo la máquina aprovecha de mejor manera su tiempo lo que al final de una jornada de trabajo su producción aumenta, mejorando el ingreso económico de su propietario.

4.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- ***Implementación y automatización de un sistema de expulsión en una maquina inyectora.***

Como sabemos la implementación y automatización del sistema de expulsión se enfoca a disminuir el tiempo en el proceso de inyección aumentando su producción de piezas plásticas por hora.

Para realizar el diseño del sistema comenzamos con materiales aptos para este tipo de trabajo, referentes también al tiempo de la jornada de trabajo de la máquina, en la automatización de su sistema operativo también se toma en cuenta instrumentos de control y automatización diseñados para soportar largas y continuas horas de trabajo.

4.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- ***Implementación en la empresa TecnoIndustrial para aumentar la producción de piezas inyectadas por hora.***

Con la implementación del sistema automatizado de expulsión en la mencionada empresa el objetivo principal es la reducción del tiempo en el proceso de inyección de plástico, lo que es traducida al aumento de la producción de piezas inyectadas al final de una jornada de trabajo, esto también se refleja en el mejor aprovechamiento de la materia prima que en la economía de una empresa es un ahorro de dinero apreciable. Al considerar el cumplimiento con sus obligaciones como empresa a entregar su producción a tiempo a clientes el ingreso económico de su propietario será notable.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- Por medio de las pruebas realizadas con diferentes tipos de materiales y moldes se puede apreciar las diferentes características de cada material de acuerdo a su temperatura de fusión y enfriamiento lo que incide en el tiempo total de inyección de cada elemento plástico.
- En las prácticas de inyección se realizó con tres tipos de materiales, así como con tres tipos de molde con diferente geometría para poder determinar la muestra y tabular de esta manera en que tiempo la máquina se tarda en realizar toda la operación de inyección de plástico.
- En los ensayos de inyección se pudo apreciar que en la fase de plastificación, es la que contempla un mayor periodo de tiempo que es aproximadamente 3.5 a 4 segundos de todo el proceso de inyección.
- Después de realizar la tabulación de los datos obtenidos en el ensayo de inyección se observa claramente la similitud de las curvas de igual

material con distinto molde, y la diferencia entre las de otro material con distinto molde.

- Para el control de los diferentes tiempos en que se realiza el proceso de inyección esta tomado en cuenta un PLC SIEMENS LOGO 230 RC, con el mismo y una correcta programación permitirá un eficiente desempeño de la maquina inyectora.
- El control de las temperaturas de fusión del material se la realiza por medio de un pirómetro de características **FUJI-ELECTRIC PXV-4** que controla las resistencias del cañón de inyección, el control de las diferentes temperaturas ayuda a que el material al momento de ser inyectado, enfriado y expulsado, no presenten grietas o deformaciones en el producto final.

5.2. RECOMENDACIONES

- La seguridad primero, el funcionamiento de los moldes de inyección implica la utilización de equipos capaces de soportar altas presiones, temperaturas y velocidades elevadas. El operario debe ser consciente de las medidas de seguridad y ponerlas en práctica. Como medidas de protección del personal, el operario debe llevar indumentaria y gafas de protección mientras se encuentre en las zonas donde se procese plástico en fusión, como en las boquillas del molde, la boquilla de la máquina o la zona de alimentación de la máquina.
- El orden en el área de funcionamiento, incluyendo los suministros de materiales y embalajes, forma parte de los pasos de seguridad importantes del proceso, tanto durante el mantenimiento como durante el funcionamiento normal. Ello contribuye a dejar el acceso necesario para poder realizar cambios de molde, utilizar herramientas y dejar el

paso libre en caso de emergencia. Mantener siempre el suelo limpio, libre de aceite, agua, cualquier líquido o resina para evitar resbalones y caídas del personal.

- Hay que extremar precauciones y revisar frecuentemente el estado de mangueras o conductos de agua y aire a fin de que no estén deshilachados o gastados, así como de los cables eléctricos y si es necesario, reemplazarlos inmediatamente.
- Se recomienda limpiar todos los conductos de refrigeración del molde y realizar una evaluación de la calidad del agua, para evitar posibles sedimentos en los conductos de enfriamiento del molde que traería como consecuencias el apareamiento de zonas calientes que afectarían directamente al proceso de inyección.
- La máquina deberá ser capaz de aplicar una fuerza de cierre igual en toda la superficie del molde, de lo contrario, aparecerán rebabas en uno de los cuadrantes del molde. Los diámetros de inyección pueden ser diferentes según el lado de inyección o de la unidad de cierre, por ello no se deben mezclar los fondos de cavidad en el momento en que se lleve a cabo el mantenimiento, de lo contrario se producirán problemas de llenado.
- Es importante limpiar cuidadosamente el punto de inyección con el mismo cuidado que una superficie de moldeo y extremar las precauciones en las áreas de sellado entre el canal caliente y la

cavidad, puesto que la mínima rayadura puede ser causante de una fuga debido a las elevadas presiones de inyección aplicadas.

- Siempre debe tener presente que un programa eficaz de mantenimiento es provechoso a todos los niveles. La calidad de la pieza se mantiene con toda seguridad mediante una gestión adecuada y minuciosa de la vida del molde y de la disponibilidad de las piezas de repuesto.
- La planificación de esta actividad de mantenimiento, al igual que todos los demás procesos, debe ser considerada como parte integrante del funcionamiento cotidiano de la máquina. A pesar de que las situaciones de emergencia siempre se producen, un mantenimiento programado reduce drásticamente tanto la ocurrencia como el coste de estos eventos fortuitos.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

El moldeo por inyección es una de las tecnologías de procesamiento de plástico más famosas, debido a que representa un modo relativamente simple de fabricar componentes con formas geométricas de alta complejidad. Para ello se necesita una máquina de inyección que incluya un molde. En este último, se fabrica una cavidad cuya forma y tamaño son idénticos a las de la pieza que se desea obtener. La cavidad se llena con plástico fundido, el cual se solidifica, manteniendo la forma moldeada.

Para el correcto funcionamiento de la maquina y su proceso se requiere:

La temperatura hasta la cual se calienta el material es la temperatura de fusión que dependerá del material que estemos utilizando (150-300°C).

La medida de presión de la máquina corresponde a la presión hidráulica de la máquina, la presión que sufre el material es aproximadamente 10 veces superior a la presión hidráulica de la máquina.

Es necesario llenar la pieza en dos fases para lograr que la pieza tenga las dimensiones deseadas y que no se produzcan “rechupes” debido a la contracción que sufre el material conforme se enfría en contacto con las paredes frías del molde. La presión que se fija en esta fase tiene un valor

comprendido entre el 50 y el 60% de la presión máxima de la fase anterior y su misión es meter la mayor cantidad posible de material y evitar que el material que vamos introduciendo se vaya hacia atrás.

El objetivo de esta última fase es enfriar la pieza hasta la temperatura ambiente manteniendo una presión nula. Este enfriamiento se puede realizar tanto dentro como fuera del molde. Por razones de tiempo de ciclo es mejor realizar el enfriamiento fuera del molde.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

6.2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

- ***Sistema de expulsión.***

La contracción de la pieza sobre el núcleo obliga a empujarla para su retirada del molde mediante expulsores.

La expulsión debe hacerse sin deformaciones ni distorsiones en la pieza.

El tiempo de ciclo del proceso de inyección o debe estar afectado en ningún momento, todo lo contrario debe ser lo mas rápido posible.

Condiciones de diseño en la colocación de expulsores.

- Cerca de las zonas mas resistentes a la extracción.
- Sobre las zonas mas rígidas de la pieza.
- En las zonas donde el acabado visual no sea importante.
- No den lugar a deformaciones generales de la pieza.
- Superficies lo mas amplias como sea posible compatibles con el molde.
- Además de deberá haber una estrecha relación entre el diseñador de la pieza y el modista.

La fuerza de expulsión depende de:

- La contracción de material inyectado.
- El ángulo de desmolde.
- Modulo elástico del material inyectado.
- El rozamiento entre el molde y le sistema.
- El acabado superficial del molde.
- El área de contacto entre el sistema y el molde.

6.3. JUSTIFICACIÓN

Actualizar maquinaria que con el paso del tiempo aparecen nuevas tecnologías aplicadas al proceso de inyección, lo que justifica este proyecto es poder aplicar la misma tecnología sin dar de baja a la maquina, es todo lo contrario mejorando su parte mecánica y tecnológica la misma pueda ser aprovechada de forma eficiente.

6.4. OBJETIVOS

- Diseñar e implementar el sistema de expulsión de piezas inyectadas, con el fin de mejorar el tiempo del proceso de inyección.
- Seleccionar los materiales adecuados y existentes para el diseño y la construcción del sistema.
- Verificar el mejoramiento del tiempo total del proceso de inyección con diferentes materiales y moldes.
- Verificar el cumplimiento de normas de calidad y seguridad.
- Verificar el correcto funcionamiento de la máquina inyectora.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Para el desarrollo del proyecto se toma en cuenta la inversión económica para realizar la construcción del sistema de expulsión y de control automatizado de la máquina, la cual es la suma de ciertos costos de

dinero, por lo tanto es importante justificar tal inversión con estimaciones de tiempo de recuperación del capital invertido.

6.5.1. ANÁLISIS DE COSTOS.

Los costos no se pueden predecir con totalidad, de manera que brinden una referencia confiable y útil para la planeación, control y toma de decisiones administrativas. La construcción e implementación del sistema de expulsión se basa en los costos de producción en la cual incluyen los costos que a continuación se describen:

6.5.1.1. COSTOS DIRECTOS. (C.D)

Los costos directos son los valores cancelados para cubrir actividades indispensables para generar un progreso operativo; y son aquellos rubros, en nuestro caso de los materiales empleados directamente en la construcción:

6.5.1.2. COSTOS DE MATERIALES. (C.M)

En la siguiente tabla se muestran los costos unitarios de cada material y equipo utilizado para realizar la construcción del sistema expulsión para la maquina inyectora.

Tabla N° 6.1 Costos unitarios de materiales mecánicos.

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>P.UNITARIO(USD)</i>	<i>P.TOTAL(USD)</i> <i>(+ 12% iva)</i>
Eje d=20,L=230mm de acero AISI 1018	unidades	2	3.25	7.03
Placa 276x135 mm. de acero AISI 1018	unidades	1	6	6.72

Tuerca 3/8"	unidades	4	0.35	1.56
Arandela 3/8"	unidades	4	0.5	2.24
Arandela de presión 3/8"	unidades	4	0.5	2.24
subtotal				19.79

Tabla N° 6.2 Costos de materiales eléctricos y varios.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO(USD)	P.TOTAL(USD) (+ 12% iva)
Plc SIEMENS logo 230 RC.	unidad	1	142.35	159.43
Cable pc-logo	unidad	1	94.05	105.53
Pirómetro FUJI-ELECTRIC PXV-4	unidad	1	97.38	109.06
Pintura fondo	litros	2	5.51	12.34
Pintura color	litros	2	6.00	13.44
Caja de control	unidad	1	32.91	17.85
Pulsadores	unidad	2	1.57	3.51
Regulador temperatura	unidad	1	12.50	14.00
Lija 140	unidad	2	1.20	1.34
Lija 100	unidad	2	1	1.12
Diesel	galones	1	1.03	1.15
Tinher	litros	1	2.60	2.91
Cable sólido	metros	3	0.36	1.20
Aceite hidráulico	galones	2	13.00	26.00
Cable siliconado	metros	4	1.30	5.82
Contactador	unidades	4	11.50	51.52
Tomacorriente 220 v	unidades	1	4.50	5.04
Niquelina	unidades	1	5.20	5.82
subtotal				537.09

6.5.1.3. COSTOS INDIRECTOS (C.I).

Este tipo de costos incluyen todos aquellos gastos correspondientes a la utilización de maquinaria, costo de mano de obra, entre otros gastos que no se ven reflejados directamente en la construcción pero que fueron necesarios para la construcción.

6.5.1.4. COSTO POR UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS (C.M.H)

Para el costo de maquinaria y herramientas se va a tomar en cuenta un valor estimado de todo las maquinas que se va a utilizar:

- La energía con que funciona
- La aplicación en el proyecto
- La vida útil.

Tabla N° 6.3 Costos de maquinaria empleada.

<i>MAQUINARIA</i>	<i>COSTO/HORA</i>	<i>HORAS EMPLEADAS</i>	<i>SUBTOTAL</i>
TORNO	3.00	4	12
TALADRO PEDESTAL	1.50	4	6
COMPRESOR	4.00	5	30
ESMERIL	1.50	5	7.5
FRESADORA VERTICAL	4.00	6	24
TOTAL (incl. I.V.A.)			79.50

Se estima que el costo será de **79.50 USD**

Costo de Operación (C.OP).

El costo de funcionamiento diario de la máquina inyectora es de:

$$\text{C.OP} = 6.10 \text{ USD}$$

Este valor es del consumo de energía.

6.5.1.6. Costo Total del Proyecto (C.T.P)

Tabla 6.4. Costo del Proyecto

Nº	COSTO	VALOR (USD)
1	C.M.	537.09
2	C.M.H.	79.50
3	C.OP.	6.10
4	SUBTOTAL	622.69

$$\text{C.T.P} = \text{C.D} + \text{C.I} + \text{IMPREVISTOS}$$

6.5.2. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

6.5.2.1 INVERSIÓN FIJA

La inversión fija la integran los inmuebles y activos fijos intangibles de uso permanente.

INVERSIÓN FIJA	(USD)
SERVICIO DE MAQUINARIA	79.50
EQUIPO Y MUEBLES DE OFICINA	30
IMPREVISTOS	150

Maquinarias. Por lo consiguiente se tiene previsto el alquiler de maquinas herramientas y otros accesorios que se necesiten para la elaboración del proyecto , su valor es de \$ 79.50

Equipo y Muebles de oficina. Para la elaboración del proyecto y su proceso en contenido, se utilizara 1 computadora con sus respectivos equipos, lo único que se cancelara es el costo de impresiones y demás suministros que se contemplan tendrá un costo de \$ 30.

Imprevistos. Se considera un valor de \$ 150 de imprevistos, lo que servirá para algunos gastos que llegue a surgir en la elaboración del proyecto.

Costo del Proyecto. Teniendo en cuenta que en una inversión para que haya el menor riesgo posible de fracaso es necesario establecer investigaciones previas, plasmadas en un proyecto, tener mayor seguridad, por lo que el proyecto tendrá un costo de \$ 724.63

6.5.3 COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPULSIÓN EN LA MAQUINA INYECTORA.

El costo total de la implementación y automatización del sistema de expulsión en la maquina inyectora es de \$ 736.88.

6.6. METODOLOGÍA.

6.6.1. DISEÑO MECÁNICO.

6.6.1.1. CÁLCULO DE EJES DEL SISTEMA DE EXPULSIÓN.

Para el diseño de los ejes del sistema de expulsión se toma en cuenta en diseño de columnas por el método de Euler – Johnson con la selección de un acero AISI 1018 .

Con el método de diseño de Euler – Johnson se obtendrá los diámetros apropiados para la construcción del sistema de expulsión, además los ejes serán sometidos a un proceso de cementación para aumentar su dureza.

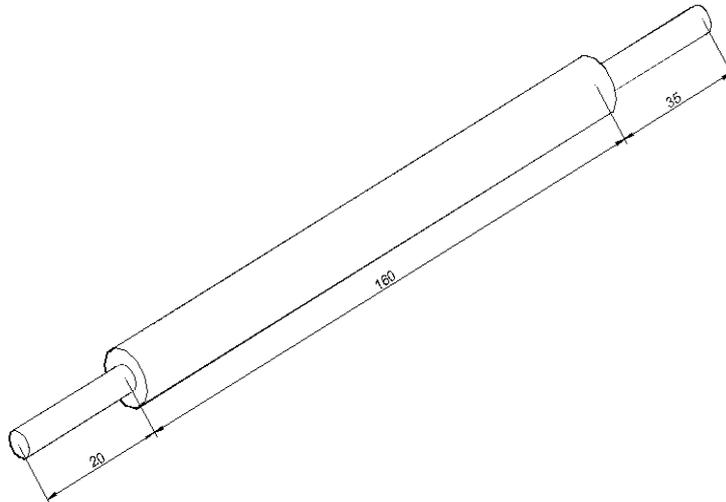


Figura N° 6.1 Esquema del eje del sistema de expulsión.

Propiedades del acero AISI 1018 (sin tratamiento térmico).

$$S_y = 54 \text{ kpsi}$$

$$S_{ut} = 64 \text{ kpsi}$$

$$E = 30 \times 10^6 \text{ psi}$$

$$p = 500 \text{ lb}$$

$$l = 8.5 \text{ in}$$

$$n = 5$$

Donde:

S_y = resistencia de fluencia.

S_{ut} = resistencia a la tensión

E = módulo de elasticidad

p = carga

l = longitud del eje

n = factor de seguridad

$$P_{cr} = n \times p$$

$$P_{cr} = 5 \times 500 \text{ lb}$$

$$P_{cr} = 2500 \text{ lb}$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad (6.1)$$

$$I = \frac{P_{cr} l^2}{c \pi^2 E} \quad (6.2)$$

$$I = \frac{(2500 \text{ lb}) (8.5 \text{ in})^2}{1 (3.1416)^2 (30 \times 10^6 \text{ psi})}$$

$$I = \frac{180,62 \times 10^3 lb \times plg^2}{296,08 \times 10^6 plg^2}$$

$$I = 6,10 \times 10^{-4}$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad (6.1)$$

Despejando d:

$$d = \left[\frac{64 \times I}{\pi} \right]^{1/4}$$

$$d = \left[\frac{64 \times 6,10 \times 10^{-4}}{3,1416} \right]^{1/4}$$

$$d = \sqrt[4]{0,0124}$$

$$d = 0,33 plg.$$

$$d = 8,48 mm.$$

$$\left(\frac{l}{k} \right)_1 = \sqrt{\frac{2\pi^2 \times C \times E}{S_y}} \quad (6.3)$$

C = 1 (constante de condiciones en extremos).

$$\left(\frac{l}{k} \right)_1 = \sqrt{\frac{2(3,1416)^2 \times 1 \times (30 \times 10^6 psi)}{54 \times 10^3 psi}}$$

$$\left(\frac{l}{k} \right)_1 = \sqrt{10966,27}$$

$$\left(\frac{l}{k} \right)_1 = 104,72$$

$$\frac{L}{k} = \frac{4l}{d} \quad (6.4)$$

$$\frac{L}{k} = \frac{4(8,5)}{0.33} = 103.03$$

$$\frac{L}{k} > \left(\frac{l}{k}\right)_1 \rightarrow \text{Ec. Euler} \quad (6.5)$$

$$103,03 \geq 104,72 \quad \text{no}$$

Como la inecuación no se cumple deberá usarse la ecuación de Johnson.

$$d = 2 \sqrt{\frac{P_{cr}}{\pi \times S_y} + \frac{S_y \times l^2}{c \times \pi^2 \times E}} \quad (6.6)$$

$$d = 2 \sqrt{\left(\frac{2500lb}{3.1416 \times 54 \times 10^3}\right) + \left(\frac{54 \times 10^3 lb \, plg^2 \times (8,5plg)^2}{1 \times (3,1416)^2 \times (30 \times 10^6 psi)}\right)}$$

$$d = 2 \sqrt{0,0147 + \left(\frac{3901,5 \times 10^3 lb \, plg^4}{296,08 \times 10^6 lb \, plg^2}\right)}$$

$$d = 2\sqrt{0.0147 + 0,0144}$$

$$d = 2\sqrt{0,029plg^2}$$

$$d = 0,3411 \, plg$$

$$d = 8.66 \, mm \left(\frac{11}{32}\right) \text{ o } \left(\frac{3}{8}\right) \, plg$$

Para el cálculo del diámetro mayor se utilizara el siguiente criterio:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (6.7)$$

$$\sigma = \frac{S_y}{n} \quad (6.8)$$

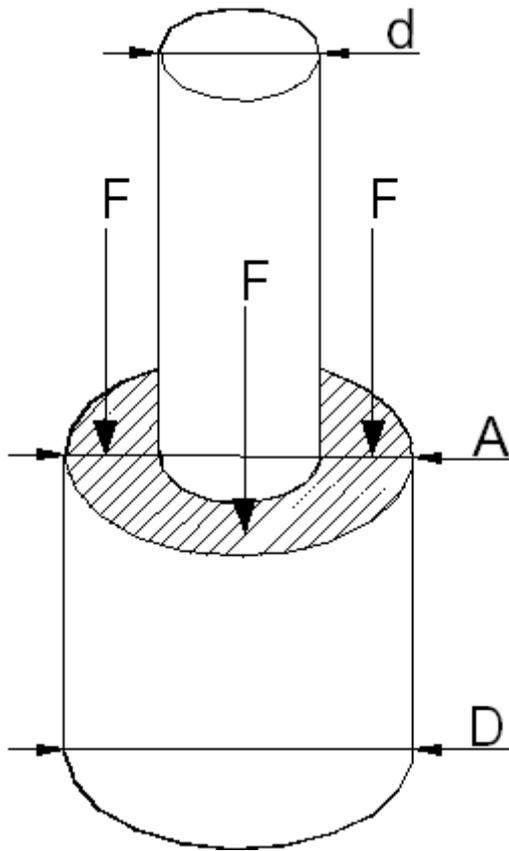


Figura 6.2. Esquema de fuerzas en eje del sistema de expulsión.

Igualando las dos ecuaciones:

$$\frac{S_y}{n} = \frac{F}{A}$$

$$\frac{54 \times 10^3 \text{ lbplg}^2}{5} = \frac{2500 \text{ lb}}{\left(\frac{\pi}{4}\right)(D^2 - d^2)}$$

$$\frac{54 \times 10^3 \text{ lbplg}^2 \left(\frac{\pi}{4}\right)}{5} = \frac{2500 \text{ lb}}{(D^2 - d^2)}$$

$$\frac{42.41 \text{ lbplg}^2}{5} = \frac{2500 \text{ lb}}{(D^2 - d^2)}$$

$$8,48 \times 10^3 \text{ lbplg}^2 = \frac{2500 \text{ lb}}{(D^2 - d^2)}$$

$$D^2 - d^2 = \frac{2500lb}{8.48 lb plg^2}$$

$$D^2 - d^2 = 0,2948plg^2$$

$$D^2 - d^2 = 0,29plg^2$$

$$D = 0,2948 plg^2 + (0,3411)^2$$

$$D = \sqrt{0,4111}$$

$$D = 0,64 plg$$

$$D = 16,28 mm. \quad \left(\frac{11}{16}\right) \text{ o } \left(\frac{3}{4}\right) plg$$

6.6.1.2. CÁLCULO DE LA PLACA EXPULSORA.

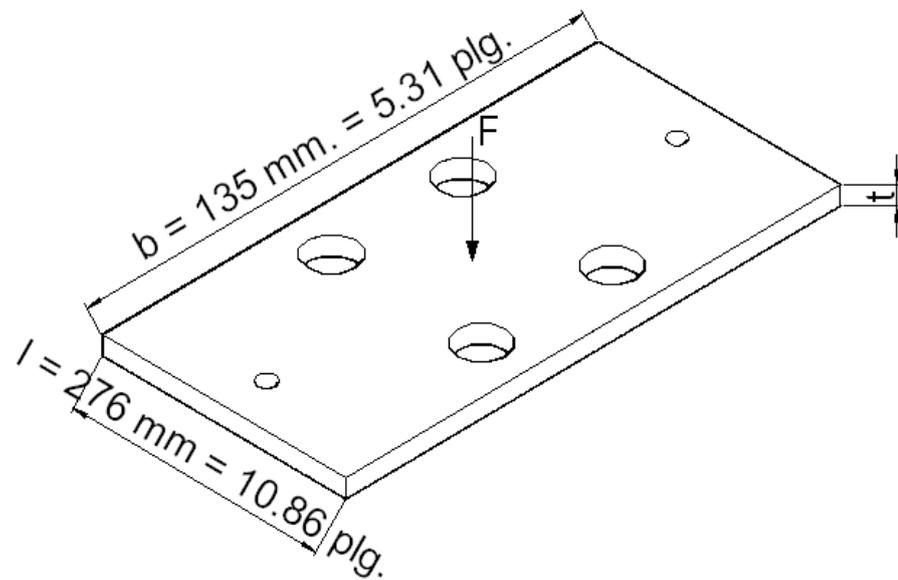


Figura 6.3. Esquema de fuerzas en la placa del sistema de expulsión.

Propiedades del acero AISI 1018 (sin tratamiento térmico).

$$S_y = 54 \text{ kpsi}$$

$$S_{ut} = 64 \text{ kpsi}$$

$$E = 30 \times 10^6 \text{ psi}$$

$$F = 500 \text{ lb}$$

$$l = 10.86 \text{ in}$$

$$b = 5.31 \text{ in}$$

$$n = 5$$

Donde:

S_y = resistencia de fluencia.

S_{ut} = resistencia a la tensión

E = módulo de elasticidad

F = carga

l = longitud del eje

n = factor de seguridad

Para el cálculo del espesor t de la placa del sistema expulsor se utilizara el siguiente criterio:

$$\sigma = \frac{M \times C}{I} \quad (6.9)$$

$$C = \frac{t}{2} \quad (6.10)$$

$$I = \frac{b \times t^3}{12} \quad (6.11)$$

$$M = \frac{F \times L}{4} \quad (6.12)$$

$$\sigma = \frac{Sy}{n} \quad (6.7)$$

Igualando las ecuaciones 6.7 y 6.8 tenemos:

$$\frac{Sy}{n} = \frac{M \times C}{I}$$

Sustituyendo los valores de las ecuaciones 6.9 y 6.10 tenemos:

$$\frac{Sy}{n} = \frac{M \times \frac{t}{2}}{\frac{b \times t^3}{12}}$$

Despejo t :

$$\frac{Sy}{n} = \frac{6 \times M}{b \times t^2}$$

$$t^2 = \frac{6 \times M \times n}{Sy \times b}$$

$$t^2 = \frac{6 \times (1357,5 \text{ lb plg})(5)}{(54 \times 10^3 \text{ lb plg}^2) \times (5,31 \text{ plg})}$$

$$t^2 = \frac{40725 \text{ plg}}{286,74 \times 10^3}$$

$$t^2 = 0,142 \text{ plg}^2$$

$$t = \sqrt{0,142 \text{ plg}^2}$$

$$t = 0,37plg$$

$$t = 9.57mm. \text{ o } \left(\frac{3}{8}\right)plg.$$

6.7. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.

Para la previsión de la evaluación se muestran diferentes fichas de chequeo y mantenimiento para tener a tiempo correctivos que posteriormente podrían afectar en el correcto funcionamiento de la maquina inyectora.

Se toman en cuenta diferentes defectos y sus medidas correctoras así como un registro de equipo que es de revisión diaria con el fin de cumplir con un mantenimiento preventivo en la empresa.

REGISTRO DE EQUIPO

Nombre de la empresa:		MAQUINA INYECTORA			Sección:			
Código del equipo:					Inventario n.º			
Proceso de adquisición		Indicaciones:		Serie:		Tipo:		
Fecha:	Adquisición:		Capacidad:		Altura manométrica:		Criticalidad:	
	Instalación:		Fabricante:		Distribuidor:			
Características técnicas							Observaciones	
		Tensión (voltios)						
		110	220	360				
Amperaje (Amp)					Caudal (L/seg)	Velocidad (r.p.m.)		Diámetro del impulsor (mm)
Otros								
		Eje		Rodamiento				
Diámetro						Diámetro de succión (mm)	Diámetro de descarga (mm)	
Longitud								

Ficha N° 6.1 Registro de Equipo.

Ficha N° 6.2 Medidas correctoras.

DEFECTOS	CONDICIONES DE INYECCION			
	TEMPERATURA Molde	TEMPERATURA Plástico	VELOCIDAD Inyección	PRESION Mantenimiento
GRIETAS	incrementar	incrementar	reducir	-----
GASES	incrementar	reducir	reducir	-----
LINEAS FLUJO	incrementar	incrementar	incrementar	incrementar
REBABAS	reducir	reducir	reducir	reducir

Ficha N° 6.3 Procesado del plástico.

		FENOMENO																	
		Fuga de material entre la boquilla y el bebedero	Falta llenar el molde	El husillo no va hacia atrás	Rechunados	Quemados	Superficie difusa	Rebabas	Superficie nobre	Rafanas plateadas	Mal desmoldeo	Rotura de la colada	Deformaciones y doblados	Decoloración de la colada	Marcas de flujo	Fragilidad	Superficie ondulada	Material Quemado	Irregularidades, manchas
MEDIDAS	Reducir tiempo enfriamiento y tiempo permanencia																X		
	Prolongar tiempo enfriamiento y tiempo permanencia										X	X				X		X	
	Hacer expulsión por aire									X									
	Llenar las cavidades simultáneamente en molde multicavidad			X															
	Puente material en la tolva		X															X	
	Bajar la temperatura del material debajo de la tolva (al contrario para Nylon)		X															X	
	Descender temperatura boquilla	X																	
	Comprobar diámetro de boquilla y bebedero	X								X	X								
	Ajustar correctamente contacto de la boquilla con el molde	X																	
	Aplicar desmoldeante al molde									X									
	Insuficiente carga		X	X											X	X			X
	Tolva vacía o bloqueada		X																
	Teñir el material							X	X										
	Presecar el material		X	X	X	X	X	X	X					X	X			X	
	Realizar una salida de gases		X		X									X					
	Aumentar colada y su entrada		X	X	X	X	X	X	X				X	X	X				X
	Pulir colada y bebedero					X				X									
	Comprobar molde						X		X	X									
	Pulir molde y suavizar aristas						X	X	X	X									
	Descender la temperatura del molde			X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X

Ficha N° 6.4 Procesado del plástico.

		FENOMENO																		
		Fuga de material entre la boquilla y el bebedero	Falta llenar el molde	El husillo no va hacia atrás	Rechunados	Quemados	Superficie difusa	Rehabas	Superficie sobre	Rafanac ni teardas	Mal desmoldeo	Rotura de la colada	Deformaciones v. doblados	Decoloración de la colada	Marcas de flujo	Fracilidad	Superficie ondulada	Temperatura resina muy	Irregularidades, manchas	Burbuhas v huecos
MEDIDAS	Aumentar temperatura del molde		X				X	X	X	X		X	X	X	X				X	
	Aumentar diámetro interior bebedero		X	X	X			X	X				X	X		X	X			
	Reducir presión posterior			X	X												X			
	Aumentar presión posterior		X				X	X	X			X	X	X				X		
	Aumentar velocidad inyección		X										X		X					
	Reducir velocidad inyección			X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	
	Cambio a mantenimiento de presión inmediato	X																		
	Aumentar fuerza de cierre							X												
	Boquilla inadecuada		X										X						X	
	Reducir velocidad carga																		X	
	Aumentar velocidad carga			X			X	X	X						X					
	Compruebe cierre de la boquilla	X	X																	
	Boquilla bloqueada		X																	
	Aumentar temperatura boquilla		X	X		X		X												X
	Reducir presión de mantenimiento y tiempo					X	X			X	X	X			X		X			
	Incrementar presión de mantenimiento y tiempo		X	X												X				X
	Reducir temperatura cámara					X	X	X		X			X		X		X			
	Aumentar temperatura cámara		X					X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Reducir presión hidráulica					X	X					X								
	Aumentar presión hidráulica		X											X	X					

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- CAMINO, Jeaqueline. (2005). *Manual de elaboración del perfil de proyecto y estructura del informe final de investigación.*
- 2.- NARANJO, Galo y otros. (2004). *Tutoría de la investigación Científica. Producción Diemerino Editores. Segunda Edición. Quito- Ecuador*
- 3.- “*Plásticos para Uso Industrial*”. John Sasso.
- 4.- “*Manual del Ingeniero Mecánico*”. T-2. Donald R. Kibbey y Harry D. Moore.
- 5.- “*Fundamentos de Diseño para Ingeniería Mecánica*”. Robert C. Juvinall.
- 6.- “*Ingeniería de Moldes para Plástico*”. *Enciclopedia de la Química Industrial. T-5. Autores: J. H. DuBOIS y W. I. PRIBBLE.*
- 7.- “*Código unificado de Productos y Actividades(CUPA)*”. *Ministerio de la Industria Ligera. Empresa Consolidada del Plástico.*

INTERNET

1. <http://www.Asian Machinery USA.com> .
2. <http://www.cosmos.com.mx>
3. <http://www.maximo.com.mx>
4. <http://www.techdesign.com.ec>
5. <http://www.interempresas.net/plastico/articulos.asp>

6. www.fundicionbalzi.com.ar/principal.htm
7. www.accu-mold.com
8. www.marketingtech.com/plastics.htm
9. www.marketingtech.com/accumold.htm
10. www.emn.com/online_publications
11. www.tecnologiadelplastico.com
12. <http://academic.uprm.edu/lrosario/page/4055-clases/fundicion.htm>
13. <http://prodigyweb.net.mx/capacitacionenplasticos>

ANEXOS

ANEXO A : Atraso en entregas de pedidos de piezas inyectadas de plástico en Altecmatriz

1. Involucrados

- Clientes.
- Propietario de empresa.
- Operarios.
- Producto final.

2. Listado de problemas.

- Perdida de credibilidad de la empresa.
- Baja producción.
- Perdida de tiempo.
- Daño en maquinaria.
- Mal ambiente de trabajo.
- Desactualización de maquinaria.
- Mano de obra no calificada.
- Desperdicio de materia prima.
- Descuido del personal.
- Perdida de clientes.
- Fondos insuficientes.
- Atraso en entrega de pedidos.
- Inadecuado proceso de producción.
- Inapropiado plan de mantenimiento.
- Desmotivación en área de trabajo.
- Incumplimientos de normas de seguridad.
- Inadecuada gestión empresarial y de recursos humanos.
- Maquinaria desactualizada.
- Maquinaria obsoleta.
- Desconocimiento de nuevas tecnologías y procesos de fabricación.

3. Filtros de problemas.

- Atraso en entrega de pedidos.
- Perdida de clientes.
- Perdida de credibilidad de la empresa.

- Fondos insuficientes.
- Pérdida de tiempo en procesos de producción.
- Descuido del personal.
- Desperdicio de materia prima.
- Inadecuado proceso de producción.
- Continuo desperfecto en maquinaria.
- Inapropiado plan de mantenimiento.
- Desconocimiento de tipos de mantenimiento.
- Mano de obra calificada.
- Mal ambiente de trabajo.
- Desmotivación en área de trabajo.
- Incumplimiento de normas de seguridad.
- Inadecuada gestión empresarial y de recursos humanos.
- Desactualización de maquinaria inyectora.
- Operatividad de maquinaria obsoleta.
- Equipamiento de maquinaria antiguo.
- Desconocimiento de nuevas tecnologías y procesos de fabricación.

Tabla de selección de acciones.

Medios.

- Entrega a tiempo de pedidos.
- Mejor aprovechamiento de materia prima.
- Aprovechamiento de tiempo.
- Cambio de actitud en operarios.

sistema

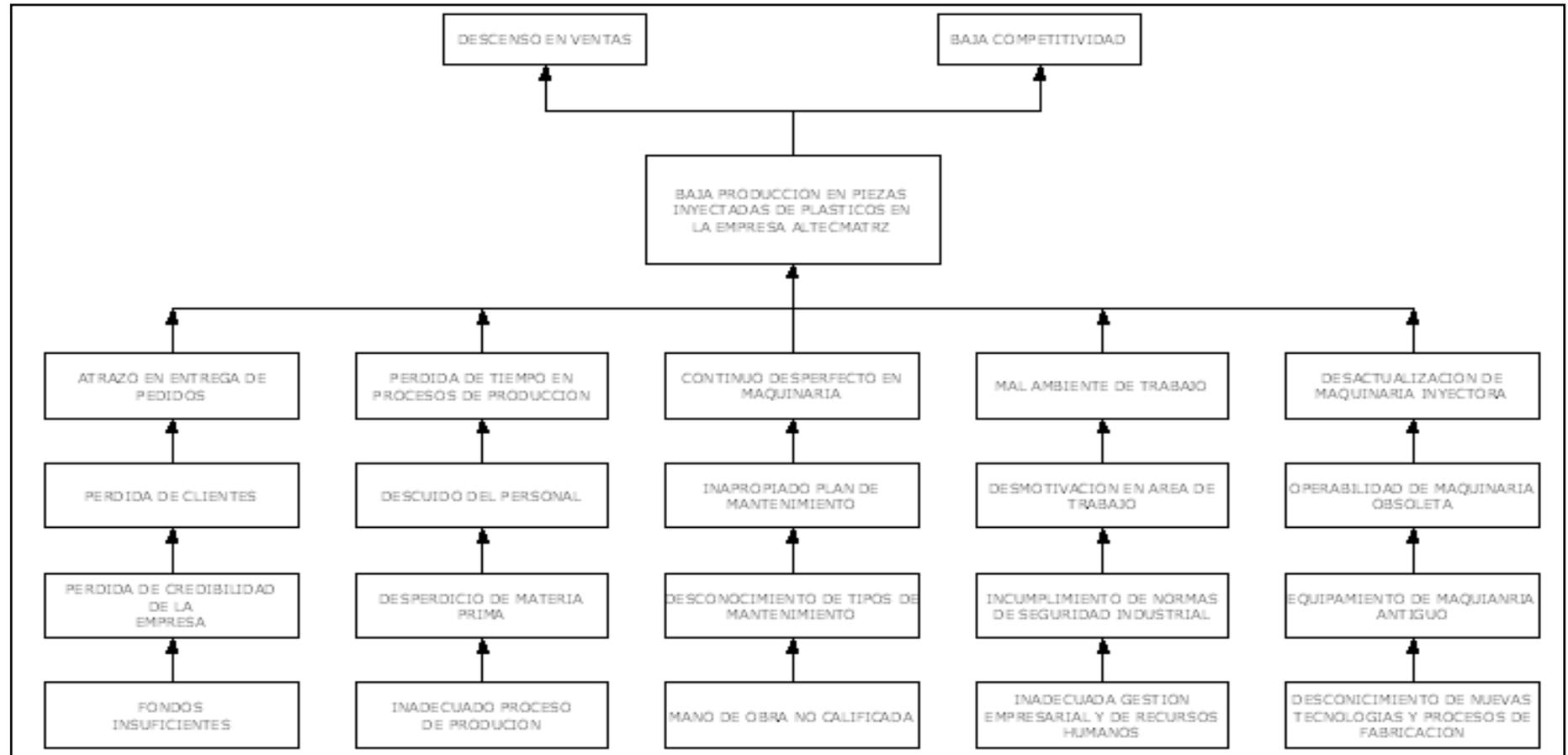
para

piezas

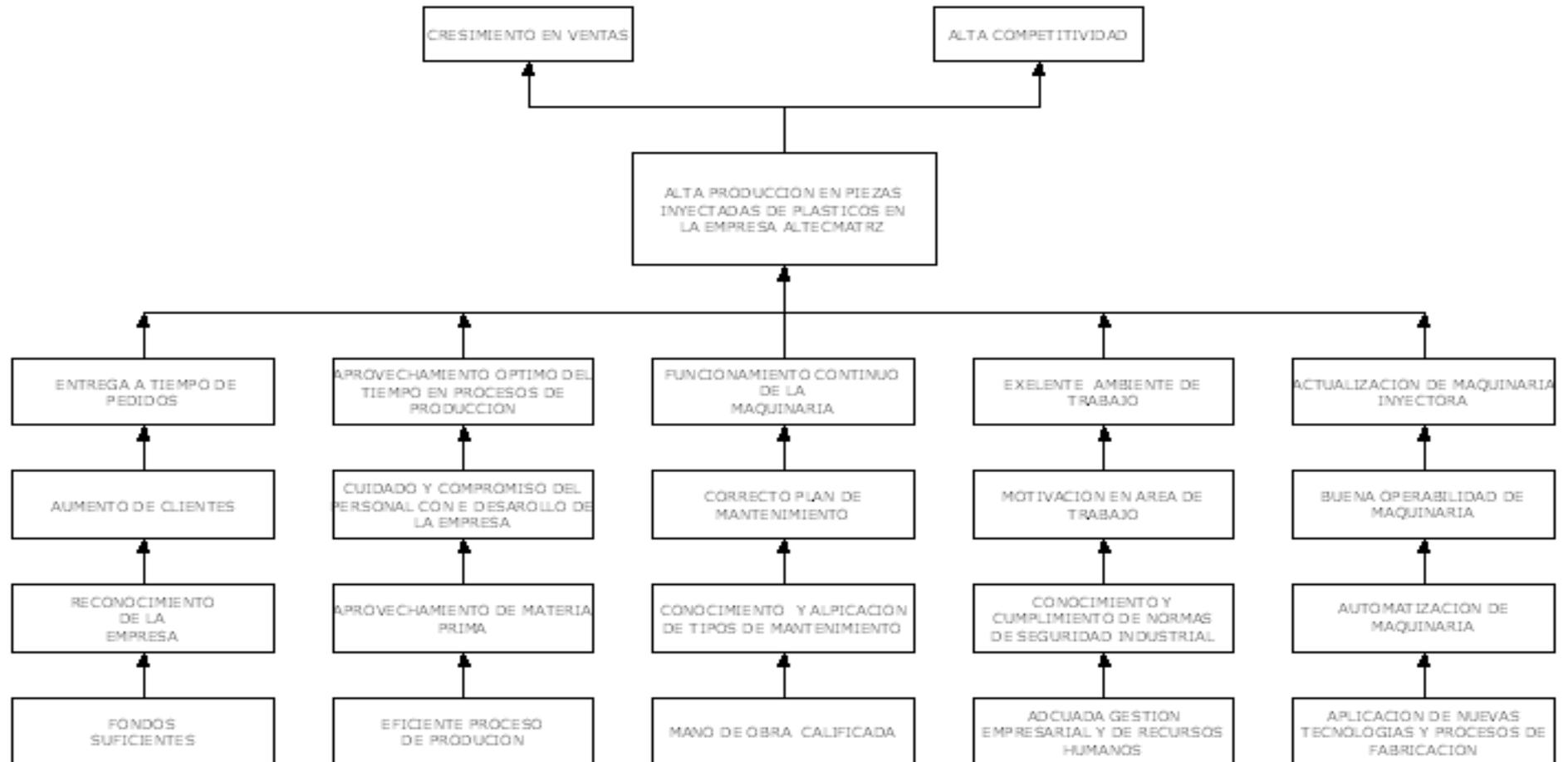
} Implementación de un
Automatizado de expulsión
El aumento de producción
de plástico.

Implementación de un sistema automatizado de expulsión para la producción de piezas inyectadas de plástico.

ANEXO B : ÁRBOL DE PROBLEMAS



ANEXO C : ÁRBOL DE PROBLEMAS



ANEXO D : AJUSTES DE TEMPERATURAS EN LAS CÁMARAS DE DISTINTOS MATERIALES.

MATERIAL	TEMPERATURAS CAMARA				PRESION POSTERIOR CARGA (Kg./cm ²)	TEMPERATURA MOLDE (°C)	TEMPERATURA DE SECADO (°C)	TIEMPO DE SECADO (h)
	H1	H2	H3	H4				
Poliétileno PE D-PE	140-200	160-220	200-230	200-230	3-15	10-70		
Poliétileno PE HD-PE	180-230	200-250	210-260	210-260	3-15	10-70		
Polipropileno PP	170-270	190-290	190-310	190-310	3-15	15-80		
Poliestireno PS GP-PS	160-250	170-270	180-280	180-280	5-20	10-65	60-80	2-4
Poliestireno PS HIPS	170-240	180-260	180-270	180-280	5-20	10-65	60-80	2-4
Cloruro de Polivinilo PVC SPVC	140-200	150-210	160-220	160-220	3-15	40-60		
Cloruro de Polivinilo PVC HPVC	150-200	160-210	170-220	160-220	5-20	50-80	60-80	2-4
Polibutilenotrefel anato PBT	200-250	210-260	230-270	230-270	3-15	50-80	120-140	3-4
Polimetilmetacrilato PMMA	170-240	180-250	190-260	190-260	3-15	40-90	70-80	4-5
Poliacetal POM	160-200	170-210	189-220	180-220	2-20	40-100	80-90	3-4
Policarbonato PC	250-300	250-330	270-340	270-340	3-15	80-120	110-120	4-8
Poliamida PA PA-6	200-230	220-250	230-260	230-260	3-15	20-90	75-80	5-10
Poliamida PA PA-66	250-280	260-290	270-300	270-300	3-15	20-90	75-80	5-10
Estireno Butadieno Acrilonitrilo ABS	180-240	190-260	200-280	200-280	5-20	40-70	80-90	2-3
Copolimero de estireno acrilonitrilo SAN (AS)	170-230	180-250	190-260	190-260	5-20	30-80	70-85	2-5
Oxido de Polifenilo modificado PPO	190-220	200-240	210-270	220-270	5-15	100-130	120-140	3-5

ANEXO E : Propiedades mecánicas de los aceros.

Tabla A-16 TUBO NORMA AMERICANA (AMERICAN STANDARD)

Diámetro nominal pulg	Diámetro exterior pulg	Hilos por pulgada	Espesor de pared, pulg		
			Estándar No. 40	Extra fuerte No. 80	Doble extra fuerte
1/8	0.405	27	0.070	0.098	0.307
1/4	0.340	18	0.090	0.122	0.318
3/8	0.675	18	0.093	0.129	0.369
1/2	0.840	14	0.111	0.151	0.411
5/8	1.050	14	0.115	0.157	0.447
3/4	1.315	11 1/4	0.136	0.183	0.565
7/8	1.660	11 1/4	0.143	0.195	0.615
1	1.900	11 1/4	0.148	0.204	0.690
1 1/8	2.375	11 1/4	0.158	0.223	0.768
1 1/4	2.875	8	0.208	0.282	0.895
1 3/8	3.500	8	0.221	0.306	
1 1/2	4.000	8	0.231	0.325	
1 3/4	4.500	8	0.242	0.344	
2	5.563	8	0.283	0.383	
2 1/4	6.625	8	0.286	0.441	
2 3/4	8.625	8	0.329	0.510	

Tabla A-17 PROPIEDADES MECÁNICAS DE ACEROS*

Los valores indicados para aceros laminados en caliente (HR, hot-rolled) y estirados en frío (CD, cold-drawn) son valores mínimos estimados que suelen esperarse en el intervalo de tamaños de 1/4 a 1 1/2 pulg. Un valor mínimo está aproximadamente varias desviaciones estándares por debajo de la media aritmética. Los valores mostrados para aceros con tratamiento térmico son los llamados valores típicos. Un valor típico no es el medio ni el mínimo. Puede obtenerse mediante un control cuidadoso de las especificaciones de compra y el tratamiento térmico, junto con la inspección y ensayo continuos. Las propiedades indicadas en esta tabla provienen de varias fuentes y se cree que son representativas. Sin embargo, hay tantas variables que afectan estas propiedades que su naturaleza aproximada debe reconocerse claramente.

Número UNS	Número AISI	Procesamiento	Resistencia de fluencia kpsi †	Resistencia a la tensión kpsi †	Elongación en 2 pulg %	Reducción en área %	Dureza Brinell H _B
G10100	1010	HR	26	47	28	50	95
		CD	44	53	20	40	105
G10150	1015	HR	27	50	28	50	101
		CD	47	56	18	40	111
G10180	1018	HR	32	58	25	50	116
		CD	54	64	15	40	126
	1112	HR	33	56	25	45	121
		CD	60	78	10	35	157
G10350	1035	HR	39	72	18	40	143
		CD	67	80	12	35	163
		Estirado a 800°F	81	110	18	51	220
		Estirado a 1000°F	72	103	23	59	201
		Estirado a 1200°F	62	91	27	66	180
G10400	1040	HR	42	76	18	40	149
		CD	71	85	12	35	170
		Estirado a 1000°F	86	113	23	62	235
G10450	1045	HR	45	82	16	40	163
		CD	77	91	12	35	179
G10500	1050	HR	49	90	15	35	179
		CD	84	100	10	30	197

PLANOS