

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

ADAPTACIÓN DE MOLDE A INYECTORA DE MENOR TONELAJE PARA EMPRESA SI- PLÁSTICOS

Juan Pablo Jaramillo Cardona

Ingeniería Electromecánica

Director(es) del trabajo de grado

Carlos Alberto Acevedo Álvarez, IM.

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

2019

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

El objetivo de este informe de prácticas es dar a conocer el proceso que se realizó para el diseño de la adaptación del molde de guardabarros Boxer en una inyectora de menor tonelaje, comenzando por la fijación del molde a la inyectora, la cual se hizo mediante el uso de un esparrago que conectara la placa del sistema de expulsión del molde con un vástago del sistema de expulsión de la inyectora y así garantizar una operación segura del molde. Luego se pone a punto el sistema mediante la parametrización de las variables que influyen en el proceso como la temperatura, la presión y el tiempo, obteniendo así un proceso con menores tiempos de ciclos comparados con los del montaje en la inyectora más grande y también liberando de carga la inyectora grande puesto que la de menor tonelaje es más estable.

Palabras clave: Inyectora, Molde, Sistema de expulsión

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Primero que todo agradecerle a cada uno de los docentes que apoyaron mi proceso formativo dedicando su tiempo y sus conocimientos a la formación de nuevos profesionales para nuestro país, también agradecer al grupo de ingeniería de la empresa SI3 especialmente a los ingenieros de SI- Plásticos los cuales con su apoyo y paciencia hicieron parte de este proyecto y aportaron grandes conocimientos para la elaboración de este trabajo. A todos los que de una u otra forma aportaron su granito de arena para poder culminar mis estudios de pregrado, mil gracias.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

ABS Acrilonitrilo Butadieno Estireno

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 OBJETIVOS.....	8
1.1.1 General.....	8
1.1.2 Específicos.....	8
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1 FUNCIONAMIENTO MÁQUINA DE HUSILLO	9
2.2 EFECTO DE DISTINTAS VARIABLES EN LA CALIDAD DE LA PIEZA	10
2.2.1 Temperatura	10
2.2.2 Presión	11
2.2.3 Tiempo	12
2.3 PARTES DEL MONTAJE DEL MOLDE	12
2.3.1 Acople de tobera y bebedero	13
2.3.2 Sistema de expulsión	13
2.3.3 Alimentación del molde.....	14
3. METODOLOGÍA.....	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	23
REFERENCIAS	24

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema máquina de husillo.	9
Figura 2. Tobera y bebedero.	13
Figura 3. Distribución perforaciones sistema de expulsión molde (Izq.) e inyectora (Der.).....	14
Figura 4. Racores alimentación sistema de refrigeración.	15
Figura 5. Anillos de sujeción molde.....	17
Figura 6. Plano fabricación esparrago.....	18
Figura 7. Parámetros establecidos para inyección.....	19
Figura 8. Parámetros establecidos para tiempos de carga y de enfriamiento.	19
Figura 9. Parámetros de temperatura establecidos.	20
Figura 10. Ocupación Inyectora 700- ciclo 65s.....	21
Figura 11. Ocupación Inyectora 700- ciclo 70s.....	21
Figura 12. Ocupación Inyectora 400- ciclo 60s.....	22

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

La empresa SI- Plásticos es una empresa productora de partes plásticas en su mayoría para la línea de moto partes y con un principal cliente que es Auteco, dichas piezas son producidas mediante procesos de inyección de plástico. Actualmente en la empresa se cuenta con cuatro inyectoras para suplir la demanda de producción, para lo cual se tienen definidas las referencias que son factibles producir en cada una de ellas. Siendo el guardabarro de bóxer una referencia con tanta demanda de producción, es necesario buscar formas de producción más eficientes al igual que alternativas de producción en caso de contingencia.

La primera parte del trabajo consta en una conceptualización sobre cómo trabaja la inyectora, qué se debe de garantizar en un proceso de inyección, qué papel cumplen los distintos sistemas dentro del proceso, como afectan las distintas variables del proceso al producto final, qué inconvenientes se tiene para lograr trabajar dicho molde en la inyectora actualmente y el planteamiento de la solución.

La segunda parte consta del diseño y desarrollo de la solución que se plantea para adaptar mecánicamente el molde, donde se tienen las especificaciones de la pieza utilizada para dicha adaptación al igual que los detalles del proceso de fabricación de la pieza.

La tercera parte contempla la parametrización de la inyectora para trabajar con el nuevo molde, al igual que el planteamiento de la adaptación de un robot y las características a tener en cuenta para poder ser utilizado con esta pieza.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

Estudiar la adaptación de molde a inyectora de menor tonelaje para empresa productora SI- Plásticos.

1.1.2 Específicos

- Reducir los tiempos de producción puesto que la inyectora Engel Duo 400, es una inyectora de última generación y garantiza mayor eficiencia.
- Disminuir el consumo energético, ya que se cambiaría a una inyectora de menor tonelaje la cual garantiza menores tiempos de ciclo.
- Liberar carga de producción a la inyectora 700 la cual actualmente está entre un 65 y un 67% de su capacidad y pasaría a estar aproximadamente a 39% permitiendo producir distintas piezas en dicha inyectora.
- Lograr una puesta a punto de los parámetros que influyen en el proceso para obtener piezas de alta calidad en la inyectora 400.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

En esta sección se presentan los distintos conceptos necesarios para entender el funcionamiento de las máquinas de husillo en el proceso de inyección, cómo pueden afectar las distintas variables en la obtención de un producto de alta calidad y cuáles son las distintas partes que intervienen en el montaje del molde.

2.1 FUNCIONAMIENTO MÁQUINA DE HUSILLO

Las distintas inyectoras Engel presentes en la compañía son las conocidas como máquina de husillo, dado que su sistema de inyección se compone de un husillo que se encuentra en el centro de unos cilindros (Ver Figura 1). En la actualidad, dichas máquinas son las más utilizadas porque ofrecen un mezclado y calentamiento de material más homogéneo, garantizando un proceso de inyección más eficiente.

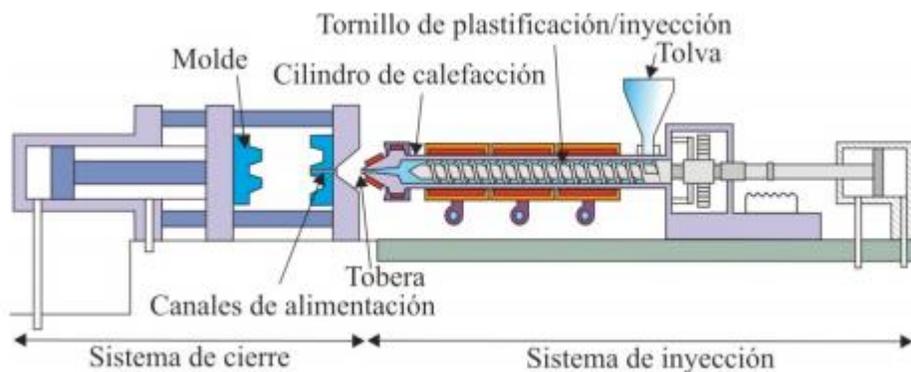


Figura 1. Esquema máquina de husillo. Fuente: (Beltrán & Marcilla, 2012)

El funcionamiento de estas máquinas está dado por varios pasos mediante los cuales se transforma unos pellets de cierto polímero a un producto final obtenido gracias a un molde. El proceso inicia con un abastecimiento del polímero sin procesar dentro de los cilindros

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

mediante una tolva, dicho material comienza a impulsarse a través de los cilindros de calefacción gracias al movimiento del husillo, el cual genera un calor por fricción que gracias también al calor en las paredes del cilindro funden el plástico y lo transporta con un movimiento tanto rotacional como axial hasta la boquilla de inyección, dicho material comienza a ingresar al molde a través de todas las cavidades hasta llenarlo completamente, luego de estar lleno se deja de inyectar más material y el husillo comienza su carrera de retroceso; mientras sucede esto, empieza el proceso de enfriamiento dentro del molde para lograr que la pieza se solidifique, esto ayudado por un sistema de conductos mediante los cuales se hace circular un refrigerante. Cuando la pieza termina su proceso de enfriamiento comienza la apertura del molde y la liberación de la pieza mediante el sistema de expulsión, los cuales desprenden la pieza del molde uniformemente para ser retirada por el operador de la máquina o por un robot.

2.2 EFECTO DE DISTINTAS VARIABLES EN LA CALIDAD DE LA PIEZA

Existe gran cantidad de variables que intervienen ya sea de forma directa o indirecta para obtener una buena inyección (Beltrán & Marcilla, 2012), garantizando mejor eficiencia y calidad en las piezas producidas. Dichas variables son básicamente temperaturas, presiones y tiempos de distintas etapas.

2.2.1 Temperatura

La temperatura juega un papel muy importante para garantizar distintas etapas del proceso, en un principio la alta temperatura generada por la fricción del movimiento del husillo sumada al calor suministrado por los cilindros que rodean el husillo se encarga de fundir los pellets de ABS que junto con una mezcla de otros pellets de color, preparan el material que será inyectado al molde garantizando una mezcla homogénea del polímero y el color en un estado líquido (no newtoniano) a alta temperatura.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Posterior a este proceso y luego de ser inyectado al molde existe otra temperatura importante que debe de ser controlada, y es la temperatura del molde o temperatura de refrigeración, ya que esta puede afectar la productividad y la calidad de la pieza moldeada (Park & Dang, 2017), dicha temperatura se controla mediante el flujo de refrigerante por unos ductos internos del molde llevando el refrigerante a distintos puntos específicos del molde y controlando el flujo de refrigerante de acuerdo a la necesidad de refrigeración de cada parte de la pieza, sabiendo que a mayor espesor de alguna parte se necesitará extraer mayor cantidad de calor. Cabe resaltar que este proceso del enfriamiento de la pieza puede tomar hasta dos tercios del tiempo total del ciclo de producción de una pieza (Park & Dang, 2017), por lo tanto, una buena puesta punto del sistema de refrigeración puede garantizar menores tiempos de producción y también mayor calidad de la pieza.

2.2.2 Presión

Las presiones en el proceso de inyección también son de gran importancia para evitar defectos de calidad, ya que garantizan un llenado uniforme del molde y de este modo evitan varios defectos que pueden aparecer en la pieza. En un principio, la presión de inyección, la cual es generada por el movimiento axial del husillo en dirección de la entrada de la tolva hacia la boquilla, es la que varía la velocidad con la cual va a ingresar el material al molde, en un principio debe ser una alta presión para asegurar que el material llegue lo más rápido posible a todas las cavidades, pero vigilando de no excederse, puesto que podría generar defectos como rebaba excesiva o incluso daños en el molde. Luego está la presión de compactación, la cual debe ser menor que la presión de inyección y garantiza que el molde termine de llenarse completamente de manera uniforme mientras el plástico se va compactando y enfriando. Por último, se encuentra la presión de retroceso o post presión la cual es la que se aplica al husillo en su retroceso para garantizar que mientras avanza hacia atrás se siga mezclando de forma uniforme el material restante y su vez este se vaya

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

alojando entre el husillo y la boquilla para asegurar que siempre haya material listo para la inyección (Beltrán & Marcilla, 2012) (Singh *et al.*, 2018).

2.2.3 Tiempo

Por último y no menos importante están los tiempos de cada etapa del proceso, como lo son, la inyección inicial, la compactación y el enfriamiento, los cuales van depender directamente de las dimensiones de la pieza y a su vez de las presiones y temperaturas manejadas en cada una de las etapas. Para optimizar un proceso de inyección se debe de garantizar la mayor calidad al menor tiempo de ciclo posible (Singh *et al.*, 2018), es por esto que se debe de realizar cada etapa en el tiempo mínimo que requiera el material para estar en las condiciones ideales. Para el tiempo de inyección inicial, se estima que dicho tiempo no supere los 2 segundos (Beltrán & Marcilla, 2012) ya que es el tiempo que le toma al husillo avanzar hasta la boquilla empujando material a través de esta para que ingrese al molde, luego el husillo permanece un tiempo en la posición avanzada para mantener la misma presión dentro del molde mientras la pieza comienza a enfriarse, el cual es el proceso que más lleva tiempo dentro del ciclo dado que de un buen tiempo de enfriamiento depende que la pieza se extraiga correctamente cumpliendo con las especificaciones dadas por el cliente. El tiempo de enfriamiento de la pieza dependerá directamente de la geometría de la pieza (principalmente el espesor de sus partes) como también depende del sistema de refrigeración del molde.

2.3 PARTES DEL MONTAJE DEL MOLDE

Antes de poner a punto las variables mencionadas, también se debe de lograr un correcto montaje del molde en la inyectora para garantizar el buen funcionamiento y también la seguridad durante la operación, esto mediante la fijación del molde, el acople entre la

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

tobera y el bebedero del molde, su sistema de expulsión y la conexión de la distinta alimentación que requiera.

2.3.1 Acople de tobera y bebedero

En este acople se debe de garantizar que las dimensiones geométricas de cada parte sean compatibles, ya que existen por lo general toberas planas y toberas redondas y la selección de estas es de acuerdo a la geometría del bebedero y el material que vaya a ser inyectado, siempre asegurando que haya un buen asentamiento para evitar un posible derrame de material (Ver Figura 2).

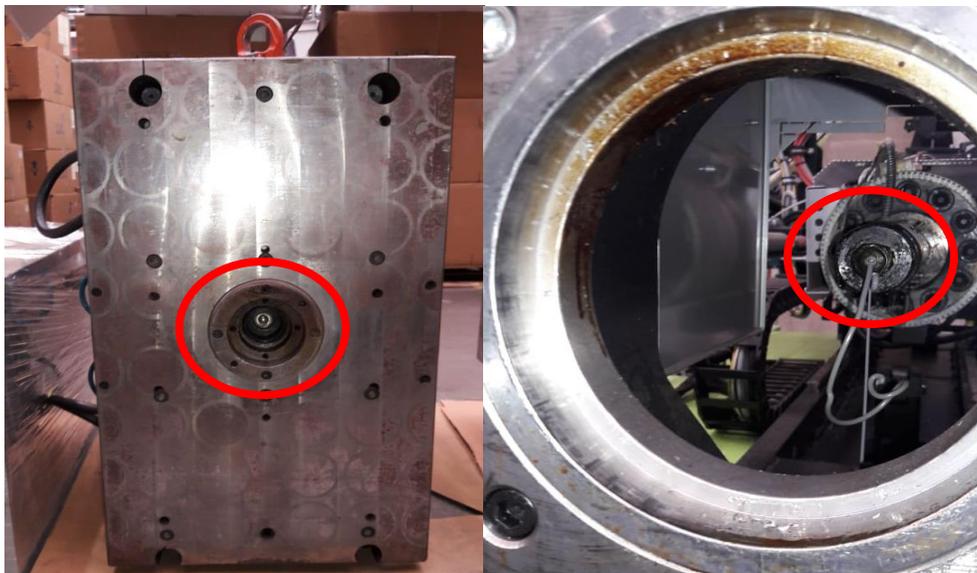


Figura 2. Tobera y bebedero. Fuente: Propia.

2.3.2 Sistema de expulsión

El sistema de expulsión es el encargado de retirar la pieza del molde de manera uniforme mediante un sistema mecánico, el cual acciona la carrera de un vástago que a su vez mueve una placa que contiene unos pernos los cuales se fijan al molde para lograr la expulsión de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

la pieza, cuando se cuenta con un robot, lo que se hace es sincronizar los movimientos de expulsión con los del robot para así poder aprovechar de mejor manera el sistema. Lo más recomendable en el diseño de un molde es que el sistema de expulsión cuente con un retorno, para evitar cualquier condición insegura que me pueda hacer estrellar el molde. Por tal motivo tanto las inyectoras como los moldes en la actualidad cuentan con una distribución de perforaciones donde se puede acoplar distintos vástagos para fijar el sistema de expulsión (Ver Figura 3).

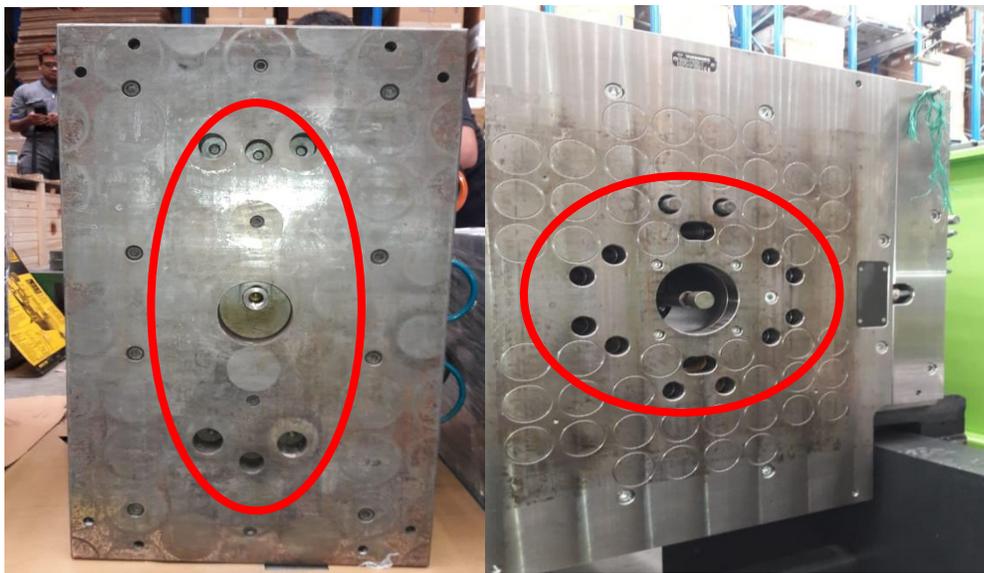


Figura 3. Distribución perforaciones sistema de expulsión molde (Izq.) e inyectora (Der.). Fuente: Propia

2.3.3 Alimentación del molde

Por lo general los moldes cuentan con distintos sistemas que requieren algún tipo de alimentación, comúnmente se encuentra el sistema de refrigeración el cual es alimentado por el flujo de un refrigerante a través de unos racores que conectan con los ductos internos del molde (Ver Figura 4). También es común encontrar alimentación eléctrica para los dispositivos de control como sensores, los cuales son utilizados como sistema de protección de los moldes contra un posible estrellamiento ya que pueden ser utilizados para censar la

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

distancia entre las dos secciones del molde o para censar la posición del sistema de expulsión asegurándose de que retorne completamente.



Figura 4. Racores alimentación sistema de refrigeración. Fuente: Propia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

Para dar inicio a la adaptación del molde lo primero que se analizó fue como lograr la fijación del molde en la inyectora dado que las perforaciones del sistema de expulsión del molde están distribuidas en sentido vertical mientras que la distribución en la inyectora es de forma horizontal dejando como única opción utilizar la perforación central para garantizar la expulsión de la pieza. Al utilizar la perforación central encontramos que el vástago de la inyectora solo permite realizar una expulsión por golpeo, es decir, no tiene la forma de sujeción de la placa de expulsión por lo que al accionar el sistema de expulsión el vástago comienza su carrera empujando la placa, pero realiza el retroceso solo sin devolverla. Esta condición en un principio puede no tener problema, pero si en algún momento el sistema llega a quedar con algún grano, esto me puede generar que el sistema de expulsión no regrese a su posición inicial cuando el molde cierra causando un estrellamiento del molde y por ende daños que pueden significar mucho dinero para la compañía.

Por esta razón se buscó la forma de girar el molde 90° para hacer coincidir la distribución de las perforaciones del molde con la de la inyectora y así poder fijar correctamente el sistema de expulsión del molde y la inyectora. Para realizar dicha modificación se debe de buscar la forma de llevar los anillos de sujeción (Ver Figura 5) a una de las caras laterales del molde para levantar el molde con el puente grúa durante el montaje, para esto se debe de realizar unas perforaciones al molde en una de las caras laterales, las cuales lleven rosca para poder sujetar de manera segura los anillos a este. Para poder garantizar una buena sujeción se debe ubicar las perforaciones de manera que al levantar el molde este comience a ladearse y pueda causar un accidente al operador. En el caso del molde del guardabarro esta modificación se vuelve inviable debido a la distribución de los racores por donde se alimenta el sistema de refrigeración (Ver Figura 4) y a su vez la posibilidad de afectar los conductos internos del sistema, lo que lleva a buscar otras soluciones.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

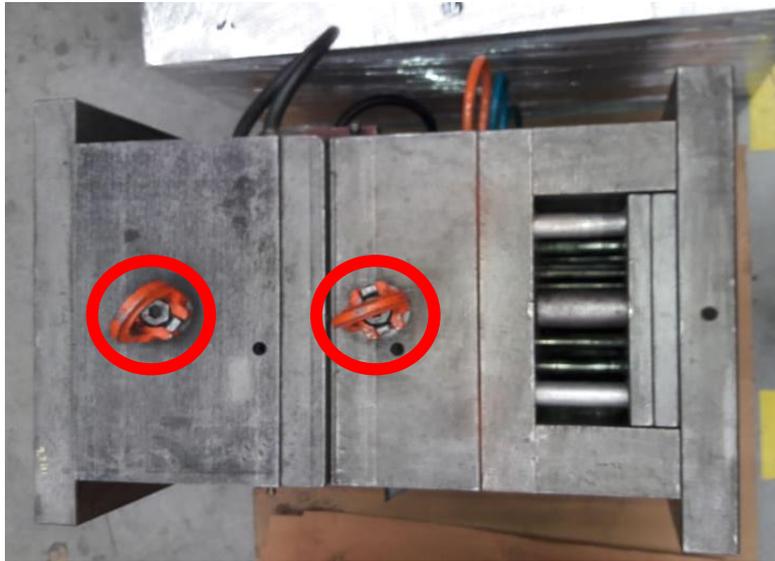


Figura 5. Anillos de sujeción molde. Fuente: Propia

En otra propuesta se contempla la forma de dejar el molde en su estado original pero instalando un sistema de control mediante sensores que me permita detectar si el sistema de expulsión se encuentra accionado, y de estarlo inmediatamente impedir inmediatamente el cierre del molde para evitar un estrellamiento y posible daño, pero esta propuesta resultaba un poco costosa y además en caso de que falle el sensor por algún motivo, el molde queda desprotegido contra un eventual estrellamiento.

Por la poca viabilidad de las propuestas anteriores se plantea como única alternativa buscar la forma de sujetar el vástago (ubicado en la perforación central del sistema de expulsión de la inyectora) a la placa de expulsión a través de la perforación central del molde, para así garantizar que, al momento de retroceder el vástago, la placa de expulsión retroceda también llegando siempre hasta su posición inicial evitando así cualquier riesgo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Para realizar la sujeción se cuenta en la empresa con un vástago diferente que puede ser instalado en la inyectora el cual a su vez tiene en su extremo una rosca interna que permite atornillar una pieza de fijación como un esparrago, el cual sujete la placa del sistema de expulsión al vástago para así poder tener una expulsión segura de la pieza.

Con la ayuda de un calibrador se validan las dimensiones de ambas roscas tanto la del vástago ($\varnothing M20 P2,5$) como la de la placa ($\varnothing M24 P3,0$) al igual que la longitud de ambas roscas para poder sujetar de la mayor cantidad de área posible ambas piezas para proceder con la fabricación de la pieza según las especificaciones dadas en plano (Ver Figura 6) asegurando que los sockets a su vez sean hexágonos 8mm que es una herramienta común entre los mecánicos de la empresa (Ver Figura 6).

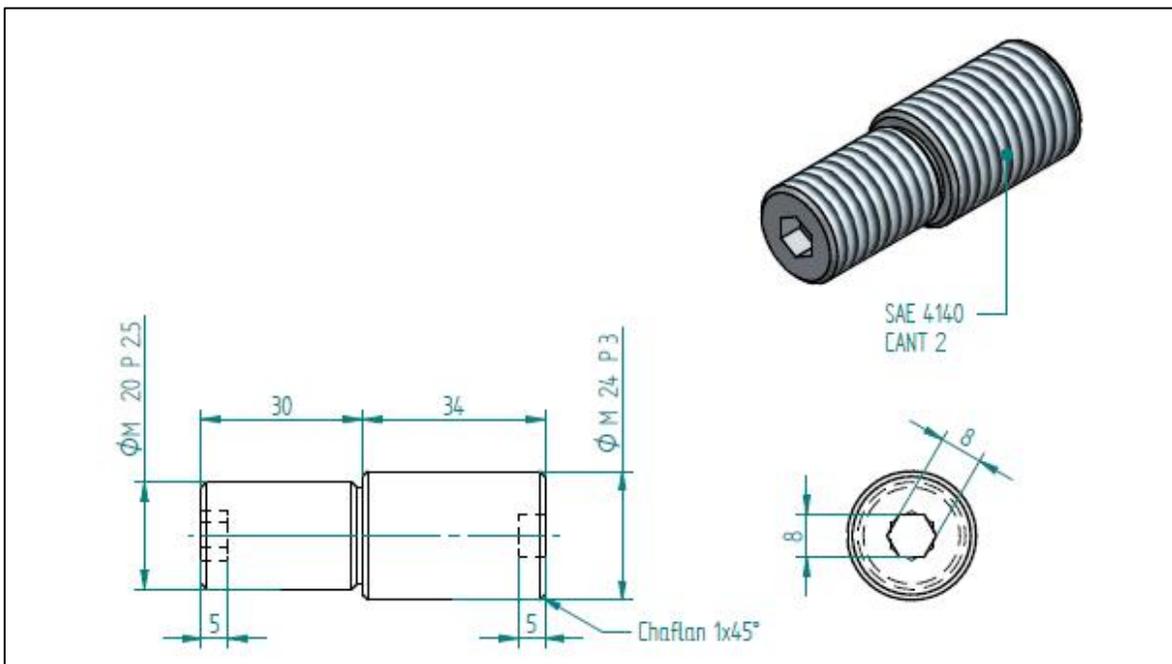


Figura 6. Plano fabricación esparrago. Fuente: Propia

Dicho esparrago fue fabricado en el taller de la empresa obteniéndolo de un eje SAE 4140 mediante un mecanizado y templado para garantizar mayor duración.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Por último, se ajusta la temperatura de los cilindros, en este caso, 6 cilindros y la temperatura de la boquilla. Los cilindros van enumerados en orden descendente del 6 al 1 en dirección de la tolva hacia la boquilla, por lo tanto, se ajusta la temperatura del 6 y el 5 en 200°C aproximadamente, luego los cilindros 4 y 3 a una temperatura de 230°C y por último los cilindros 2 y 1 al igual que la boquilla en 235°C, garantizando con esto que el material se funda completamente antes de ser inyectado (Ver Figura 9).

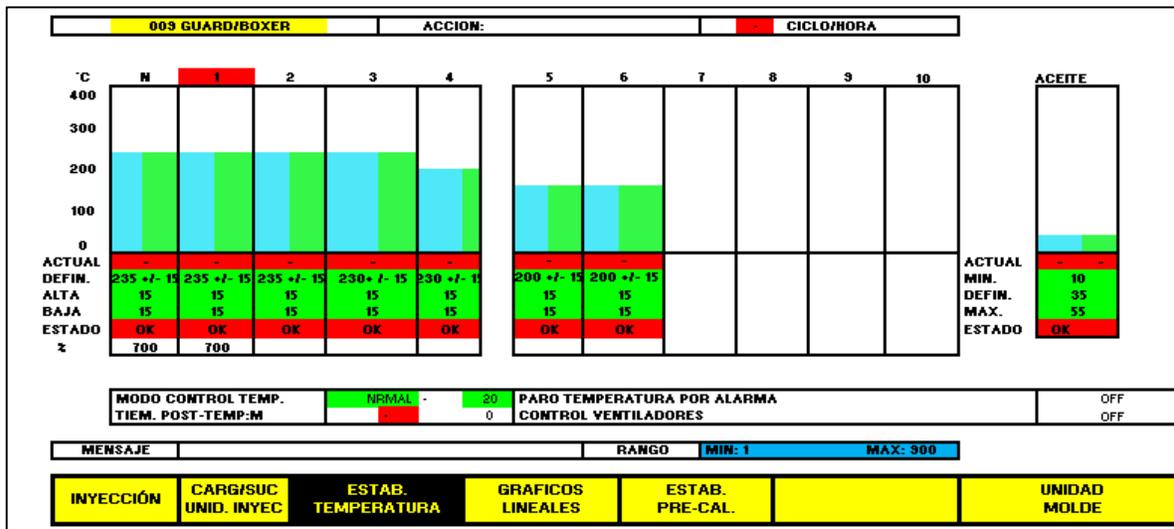


Figura 9. Parámetros de temperatura establecidos. Fuente: Propia

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la adaptación del molde en la inyectora Engel 400 se logró liberar de carga la inyectora 700 dado que el guardabarro de Boxer es una pieza de gran demanda y se produce mensualmente gran cantidad de estas piezas, generando gran ocupación a las máquinas. De igual forma se disminuye los defectos en la pieza que se generaban por la inestabilidad de la inyectora 700 con piezas que requieren grandes tiempos de pos presión ya que presenta fallas en su válvula anti retorno.

La adaptación también logró reducir tiempos de ciclos pasando de tiempos entre 65- 70seg a tiempos aproximadamente de 60seg. La carga de la máquina está calculada en base a la ocupación en tiempo de la máquina durante los turnos de 6-2pm y de 2-10pm por lo cual para un ciclo mínimo de 65seg en la inyectora 700 se tenía una ocupación de 65% de esta (Ver Figura 10) y para un ciclo máximo de 70seg la ocupación era de 67% (Ver Figura 11).

Suma de Employment per part	Etiquetas de columna				
Etiquetas de fila	300	400	700	1100	Total general
⊕ ADVANCE	31%	32%	9%	9%	82%
⊕ AGILITY NAKEDAGILITY DIGITALAGILITY FLY 125	3%	3%	4%	10%	20%
⊕ AGILITY NAKEDAGILITY FLY 125	15%	17%	9%	12%	53%
⊕ CT 100			26%		26%
⊕ Discover 150ST			6%		6%
⊕ TWIST	35%	11%	10%	27%	83%
Total general	84%	64%	65%	58%	270%

Figura 10. Ocupación Inyectora 700- ciclo 65s. Fuente: Propia

Suma de Employment per part	Etiquetas de columna				
Etiquetas de fila	300	400	700	1100	Total general
⊕ ADVANCE	31%	32%	9%	9%	82%
⊕ AGILITY NAKEDAGILITY DIGITALAGILITY FLY 125	3%	3%	4%	10%	20%
⊕ AGILITY NAKEDAGILITY FLY 125	15%	17%	9%	12%	53%
⊕ CT 100			28%		28%
⊕ Discover 150ST			6%		6%
⊕ TWIST	35%	11%	10%	27%	83%
Total general	84%	64%	67%	58%	272%

Figura 11. Ocupación Inyectora 700- ciclo 70s. Fuente: Propia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Con el cambio a la inyectora 700 pasó a estar a un 39 % de su carga, mientras que la 400 pasó de estar al 64% de su carga, a alcanzar 88% de esta misma (Ver Figura 12) que, aunque parezca una gran carga es normal para una de estas inyectoras de última generación y a su vez nos logra reducir los ciclos de producción hasta 60s que traducidos en producción puede ser una producción diaria de entre 74 y 138 piezas más de lo que se producía.

Suma de Employment per part	Etiquetas de columna				
Etiquetas de fila	300	400	700	1100	Total general
⊕ ADVANCE	31%	32%	9%	9%	82%
⊕ AGILITY NAKEDAGILITY DIGITALAGILITY FLY 125	3%	3%	4%	10%	20%
⊕ AGILITY NAKEDAGILITY FLY 125	15%	17%	9%	12%	53%
⊕ CT 100		24%			24%
⊕ Discover 150ST			6%		6%
⊕ TWIST	35%	11%	10%	27%	83%
Total general	84%	88%	39%	58%	268%

Figura 12. Ocupación Inyectora 400- ciclo 60s. Fuente: Propia

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- Se logra diseñar exitosamente la adaptación del molde en la inyectora de menor tonelaje, garantizando la seguridad mediante la buena fijación del molde y logrando una reducción de los tiempos de ciclo gracias a una buena parametrización de la máquina.
- La fijación del sistema de expulsión del molde mediante el uso del esparrago da buenos resultados, aunque lo más recomendable sería poder lograr la fijación no en un solo punto sino en varios para que la fuerza en la expulsión se distribuya uniformemente en la pieza.
- Para los diseños de los moldes es muy importante tener en cuenta la distribución de los canales de refrigeración dentro del molde ya que el tiempo de enfriamiento de la pieza representa un gran porcentaje del tiempo de producción de cada pieza y garantizar menores tiempos en esta etapa, me garantiza a su vez grandes ahorros de tiempo en el ciclo completo.
- La adaptación del robot Wittmann presente en la inyectora es, más que una buena opción, una necesidad para lograr reducir los tiempos de producción y de esta forma aumentar la producción o simplemente liberar de carga la inyectora. Dicha adaptación no se logró hacer para esta pieza aún, debido a las demandas de producción que no permiten parar los procesos para realizar la puesta a punto ya que podría conllevar a incumplimientos a los clientes con las entregas.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

Beltrán, M., & Marcilla, G. (2012). *Tecnología de polímeros: Procesado y propiedades*. Alicante: Publicaciones De La Universidad De Alicante.

Park, H.-S., & Dang, X.-P. (2017). Development of a smart plastic injection mold with conformal cooling channels. *Procedia Manufacturing*, 48 – 59.

Singh et al., G. (2018). Multi Response optimization of injection moulding Process. *Materials Today: Proceedings*, 8398–8405.

