



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DISMINUCIÓN DEL EXCESO DE HUMEDAD EN LA RESINA 1170 APEC 1795 IMPLEMENTADA PARA PIEZAS DE IMAGEN EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ POR PROCESO DE INYECCIÓN

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA:

FLORES RUIZ LUIS ANTONIO

ASESOR: I.Q. AARÓN BARRIOS CAMACHO

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Disminución del exceso de humedad en la resina 1170 APEC 1795 implementada para piezas de imagen en la industria automotriz por proceso de inyección.

Que presenta el pasante: Luis Antonio Flores Ruiz
Con número de cuenta: 308166512 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería Química

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 08 de Mayo de 2018.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Q. Celestino Silva Escalona	
VOCAL	Dra. Abigail Martínez Estrada	
SECRETARIO	I.Q. Aarón Barrios Camacho	
1er. SUPLENTE	M.S.H.O. Luis Manuel Flores Larios	
2do. SUPLENTE	I.Q. Miguel Angel García Campos	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/javg

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis apreciables amigos, gracias por tenerme paciencia, por ser parte de la conclusión de este camino y por haber estado presentes en mis peores momentos cuando ya quería tirar la toalla, gracias a todos los que formaron parte de este camino que no fue nada fácil pero al final del día logramos concluir un objetivo más de vida.

<u>Índice</u>	Pág.
Objetivos	5
I.-Introducción	6
II.- Antecedentes	7
III.- Descripción del proceso	9
III.1 Proceso de inyección	10
III.2 Requerimientos de Calidad	15
IV.- Propuestas para mejorar la productividad de la resina 1170 en La organización DITER de inyección de plásticos	17
IV.1. Mantenimiento	18
IV.1.1 Mantenimiento de moldes	19
IV.1. 2 Mantenimiento de secadores	20
IV.2. Pruebas a las resinas para analizar sus propiedades	22
IV.2.1 Prueba de densidad	23
IV.2.2 Tipo de material	28
IV.2. 3 Índice de fluidez	31
IV.2.4 Pruebas de color	40
V.- Resultados obtenidos	43
VI.- Análisis de resultados	45
VII.- Conclusiones	50
VIII.- Bibliografía	52

Objetivo general

Implementar mejoras experimentales de un proceso establecido del sistema de inyección para la resina 1170 con el parámetro de medición de humedad principalmente.

Objetivos particulares

- Disminución de la humedad entre un 20% a 70%
- Reducir el costo de transformación para del proceso de inyección
- Disminuir la cantidad de scrap del 22% al 15% proponiendo mejoras en el proceso de inyección para evitar que las resinas ocasionen defectos en las piezas de imagen

I.- Introducción

La industria automotriz desde sus inicios, ha sustentado su desarrollo en los materiales metálicos. Al principio la mayor tendencia era la de alcanzar la más alta durabilidad en los vehículos, empleando para ello cantidades exuberantes de materiales metálicos encaminados a garantizar este propósito. Con el pasar de los años esta tendencia fue disminuyendo gradualmente y la concepción actual es la de disminuir al máximo el peso de los autos, aumentar su confort, velocidad, estabilidad, lujo, entre otros aspectos de carácter cualitativo y cuantitativo, incluyendo la de disminuir la vida útil de los autos a un período de aproximadamente cinco años. En el año 1978 aparece por vez primera la inserción de los plásticos en el mundo automovilístico y es a partir de este momento que se desarrollan los estudios más relevantes encaminados a ampliar el campo de utilización de estos en el mercado automotriz. Como consecuencia de esto, el mundo automovilístico experimenta innumerables transformaciones destinadas a la sustitución de los diferentes materiales metálicos, empleados en esta rama, por los diferentes polímeros.

El comportamiento de los polímeros influye en diferentes propiedades de los materiales, tales como su estabilidad, su flexibilidad, su textura. El proceso de inyección de plásticos es uno de los procesos más importantes para la elaboración de piezas de plástico de alta producción, que generalmente son elementos ensamblados con otras piezas del mismo y/o diferente material, de ahí la importancia de tener un proceso bien controlado para tener piezas conforme a tolerancias de calidad de las empresas, como por ejemplo apariencia, dimensiones, propiedades mecánicas, térmicas, etc.

En el proceso antes descrito involucra una gran cantidad de variables como son presión de inyección, velocidad de inyección, temperatura del molde, temperatura de la masa, presión posterior, etc., y por ende una infinidad de soluciones para diferentes problemas que presentan las piezas es por ello en éste trabajo fue realizado para dar a conocer los diferentes formas de optimizar el proceso de inyección de plástico

comenzando con una recopilación de parámetros obtenidos anteriormente durante su procesamiento, después realizando un estudio de las posibles consecuencias que están provocando los problemas de humedad que es lo que más nos está perjudicando y por ultimo implementando una estrategia para mejorar el proceso de inyección con una serie de pasos que al llevarlos a cabo se puede identificar las variables que afectan al proceso.

El presente trabajo tiene como finalidad sustituir la manera tradicional como se inyecta plástico por una manera más ingenieril y formal para identificar los problemas y aciertos de cada toma de decisión durante la optimización, arranque de moldes nuevos y/o cambio de material para utilizar.

II.-Antecedentes

Industria de los polímeros

Cuando hablamos de polímeros nos referimos a un compuesto sintético o natural formado a partir de la repetición de una unidad estructural llamado monómero. Los polímeros han estado presentes en la vida y la naturaleza desde sus comienzos, como pueden ser las proteínas, pero los primeros polímeros artificiales surgieron a mediados del siglo diecinueve desarrollándose hasta nuestros días. El avance de la industria de los polímeros se intensificó mucho a partir de 1926, cuando el químico alemán Hermann Staudinger expuso su teoría de los polímeros: largas cadenas de pequeñas unidades unidas por enlaces covalentes (fundamento de la química macromolecular). Al principio la tendencia mayor era la de alcanzar la más alta durabilidad en los vehículos, empleando para ello cantidades exuberantes de materiales metálicos encaminados a garantizar este propósito. Con el correr de los años esta tendencia fue disminuyendo gradualmente y la concepción actual es la de disminuir al máximo el peso de los autos, aumentar su confort, velocidad, estabilidad, lujo, entre otros aspectos de ca-

rácter cualitativo y cuantitativo, incluyendo la de disminuir la vida útil de los autos a un período de aproximadamente cinco años.

En la actualidad el mercado más importante y de mayores resultados en las aplicaciones de las materias plásticas lo constituye la industria automotriz, la cual consume alrededor de un 31,03 % del volumen total de los plásticos ofertados

Aditivos

La industria de los plásticos conoce desde siempre que la obtención de productos verdaderamente útiles solo es posible si a la matriz polimérica se añaden ciertos aditivos. En general, se consideran aditivos aquellos materiales que van dispersos físicamente en una matriz polimérica sin afectar a su estructura molecular. Los aditivos se clasifican de acuerdo a su función y no en relación con su constitución química. Todos los aditivos deben cumplir una serie de requisitos técnicos. En general se espera que sean altamente eficaces, de modo que se consigan los objetivos propuestos a una concentración que sea aceptable económicamente. Ciertas mejoras en una determinada propiedad pueden dar lugar al empeoramiento de otras; por lo tanto lo que determina la elección final de uno o varios aditivos es el comportamiento considerado en su conjunto.

Cargas de las resinas

Las cargas se definen como materiales que se agregan a una formulación de polímero para reducir el costo del compuesto o para mejorar sus propiedades. Tales materiales pueden estar en forma de sólido, líquido o gas. Con la selección adecuada de estos materiales, no sólo por la parte económica, sino también otras propiedades tales como el procesamiento y comportamiento mecánico, las cargas pueden ayudar a mejorarlas. Aunque estas cargas conserven sus características inherentes, diferencias muy significativas se ven a menudo dependiendo

del peso molecular, técnica de formación del compuesto (compounding) y la presencia de otros aditivos en la formulación. Por lo tanto, una vez que se establecen los requisitos básicos de las propiedades que se buscan, se determinará el tipo de carga óptimo y su equilibrio en costo y rendimiento. Por lo tanto, antes de tomar una decisión final sobre un compuesto con carga es fundamental para establecer lo siguiente:

1. Nivel de carga óptimo de acuerdo a propiedades y beneficios
2. Formulación óptima para el procesamiento
3. Análisis económico de la formulación con carga

III.- Descripción del proceso

Como ya se menciona en los objetivos buscaremos mejorar las condiciones de trabajo con las resinas, para ello comenzaremos explicando brevemente lo que es el proceso de inyección, que es la parte donde podemos observar claramente los problemas ocasionados por la resina 1170.

El moldeo por inyección es una de las tecnologías de procesamiento de plástico más famosas, ya 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. Consiste en introducir el material en forma de pellet dentro de un secador para retirarle la humedad, después introducir el plástico granulado dentro de un cilindro, donde se calienta. En el interior del cilindro hay un tornillo sinfín que actúa de igual manera que el émbolo de una jeringuilla. Cuando el plástico se reblandece lo suficiente, el tornillo sinfín lo inyecta a alta presión en el interior de un molde de acero o aleaciones de materiales ferrosos para darle forma. El molde y el plástico inyectado se enfrían mediante unos canales interiores por los que circula agua. Por su economía y rapidez, el moldeo por inyección re-

sulta muy indicado para la producción de grandes cantidades de piezas.

EQUIPO PARA EL SISTEMA DE INYECCIÓN



Figura 1. Línea de inyección de la organización “DITER” ARBURG
Mod. ALLROUNDER 720S

III. 1 Proceso de inyección

A continuación se describe cada una de las partes del proceso de inyección, desde el secado que requieren las resinas hasta la obtención de la pieza final además de mencionar los diferentes parámetros que afectan el proceso.

1. El secado de resinas plásticas es utilizado para minimizar o eliminar problemas que pueden ser causados por demasiada o muy poca humedad en un material plástico durante su procesa-

miento. La medida en la que la humedad puede afectar la calidad de una pieza moldeada o extruida está determinada específicamente por la resina que se está procesando y por el propósito de la pieza. Aun así, es muy probable que un secado inadecuado o incompleto de la materia prima crea problemas, ya sea durante el procesamiento, durante el uso del producto o en ambos casos. Hay que tener en cuenta varios parámetros tales como:

- El primer parámetro que hay que tener en cuenta en el secado de todos los polímeros es el calor. El calor es la fuerza que impulsa el secado. Si el granulado no se calienta, no liberará su humedad. Los polímeros higroscópicos tienen una fuerte atracción por el agua y las moléculas de agua están vinculadas a las cadenas poliméricas. El calor hace que las moléculas se muevan más vigorosamente, debilitando las fuerzas que unen las moléculas de agua a las cadenas poliméricas. Por encima de ciertas temperaturas, la fuerza que une a las moléculas de agua con las cadenas poliméricas se reduce, permitiendo el libre movimiento de las moléculas para ayudar el proceso de secado. Las resinas no higroscópicas no absorben la humedad internamente en el granulado, sin embargo, la humedad puede concentrarse en la superficie del granulado. Cuando esto sucede, la aplicación de calor es fundamental para la eliminación de la humedad superficial.
- El segundo parámetro fundamental para el secado de polímeros higroscópicos en la mayoría métodos de secado es el punto de rocío. El punto de rocío es la temperatura a la que comienza a condensarse la humedad en el aire. La baja presión de vapor (punto de rocío) del aire seco que rodea el granulado hace que las moléculas de humedad liberada migren a la superficie del granulado.
- El tiempo de secado es el tercer parámetro fundamental a tener en cuenta. Los gránulos de plástico no se secan instantáneamente. Primero deben ser calentados para permi-

tir el movimiento libre de las moléculas de agua. Luego, debe haber un tiempo suficiente para que las moléculas de agua se distiendan en la superficie de los gránulos higroscópicos o para que la humedad se evapore de la superficie de los materiales no higroscópicos.

- El cuarto parámetro fundamental de secado es el flujo de aire. El flujo de aire lleva calor o aire caliente, para secar el material en la tolva de secado. En el caso de los materiales no higroscópicos, se debe aplicar aire caliente sobre el granulado y alrededor de él para eliminar la humedad superficial. Con los materiales higroscópicos, se debe aplicar aire caliente mínimo al punto de rocío sobre el material para hacer que las moléculas de humedad se desconecten de las cadenas poliméricas y se desplacen a la superficie del granulado donde el flujo de aire arrastra la humedad.

2. Molde cerrado y vacío. Es básicamente el inicio del proceso donde arranca la secuencia de pasos para dar forma a la pieza que se requiere, el molde debe de estar preparado y bien instalado para iniciar el trabajo, ya que por lo general son tiradas largas de producción donde el molde debe de estar previamente probado para no fabricar piezas defectuosas o scrap.
3. Inyección del polímero. En la etapa de inyección ahora actúan los cilindros hidráulicos de inyección empujando el husillo hacia delante, utilizándolo como pistón al inyectar el material en las cavidades del molde, con una predeterminada presión y velocidad de inyección, el flujo de la resina por los conductos y compuertas de molde es muy importantes para la obtención de buenos resultados en esta etapa. Los polímeros son materiales cuyas viscosidades son muy altas, por lo que su flujo es lento y complicado. El polímero entra en el molde y se va acumulando desde el punto de entrada, arrastrándose por las paredes y empujando el polímero en el centro. Cuando este toca las paredes

del molde, comienza a enfriarse y solidificarse. Esto ocurre con cierta orientación baja, pero cuando se va llenando la cavidad en capas posteriores lejanas a la pared del molde, la orientación se incrementa y el enfriamiento congela los estreses generados, siguiendo un perfil de velocidades semejante al del flujo parabólico en un tubo.

4. Presión constante. Si la fuerza de cierre es menor a la fuerza generada por la presión de inyección dentro del molde, éste se abrirá, teniendo como consecuencia que la pieza salga con exceso de plástico comúnmente llamada rebaba o flash, a la cual habrá que darle un acabado o ser molida para procesarla nuevamente. Después de la inyección, la presión es mantenida un cierto tiempo, a este se le conoce con el nombre de presión de sostenimiento y normalmente es menor a la presión de inyección.

Normalmente se tiene en la punta del husillo una válvula de no retorno que impide que el material fluya hacia atrás en el momento de la inyección. Esta válvula se abre al dosificar y se cierra al inyectar, mientras el material se enfría, se vuelve más viscoso y solidifica hasta que la presión de sostenimiento no tiene efecto alguno. La presión se elimina y la maquina recarga material para el siguiente ciclo. Una vez que la presión de sostenimiento no es necesaria para mantener la resina dentro del molde. Se procede a la recarga de más material para le ejecución del siguiente ciclo. El material es plastificado principalmente por la rotación del husillo, convirtiendo la energía mecánica en calor, también absorbe calor de las bandas calefactores del cilindro, conocidas también como resistencias. Mientras el material es plastificado y homogenizado, se le transporta hacia delante, a la punta del husillo. La presión generada por el husillo sobre el material fuerza el desplazamiento del sistema motriz, el pistón hidráulico de inyección y del mismo husillo hacia atrás, dejando una reserva de material plastificado en la parte delantera del husillo. A este paso se le conoce como dosificación o carga del ci-

lindro. El husillo sigue girando hasta que se acciona un switch límite que retiene la rotación. Este switch es ajustable y su posición determina la cantidad de material que queda delante del husillo.

El husillo al desplazarse hacia atrás fuerza la salida del aceite del pistón hidráulico de inyección. Esta salida de aceite puede ser directa al tanque o depósito por medio de una válvula para generar una cierta presión en el material que está siendo plastificado y homogenizado por el husillo. A esta presión se le conoce como contrapresión. Al finalizarla dosificación, se retrocede el husillo ligeramente para disminuir la presión del material y evitar que fluya hacia fuera de la boquilla cuando la unidad de inyección se separe del molde. A esto se le conoce con el nombre de descompresión y es controlado generalmente por un regulador de tiempo.

5. La pieza dentro del molde termina de enfriarse. El calor de la pieza transmitido al molde durante el enfriamiento es disipado por un refrigerante, normalmente agua, que corre a través de los orificios hechos en el molde (circuitos o canales de refrigeración). El tiempo de cierre necesario para enfriar la pieza se ajusta en un regulador de tiempo, Cuando este termina se abre el molde, un mecanismo de expulsión separa el artículo del molde y la máquina se encuentra lista para iniciar el próximo ciclo.
6. La unidad de cierre vuelve a cerrar el molde. El cierre del molde se lleva en dos pasos. Primero un cierre a alta velocidad y momentos antes de que las mitades del molde hagan contacto se reduce la velocidad cerrando lentamente y a baja presión hasta que el molde se encuentra cerrado completamente. Esto se hace con el fin de proteger el molde. Después de cerrado el molde, se eleva la presión del aceite, en el cilindro hidráulico generando la fuerza de cierre para mantener cerrado el molde durante la inyección.

III.2 Requerimientos de calidad

La industria automotriz esta regida por la norma ISO/TS 16949 que es el estándar de gestión de calidad para la industria automotriz reconocido mundialmente. Provee un marco para el logro de las mejores prácticas en lo que respecta al diseño y manufactura de productos para la cadena de suministro automotriz (supply chain). Por tal motivo es importante mencionarlas ya que el estándar ISO/TS 16949 está probado para ayudar a entregar mejoras comerciales tangibles como:

- Mejora la reputación corporativa – demostrando el cumplimiento con los requisitos legales de la industria
- Mejora la satisfacción del cliente (post consumo) – a través de la entrega de productos que cumplen consistentemente con los requerimientos establecidos.
- Eficacia en los procesos y correcta administración de los recursos – a través de la implementación de un sistema de gestión único con requisitos de auditoría reducidos
- Mejora en la gestión para la disminución de riesgos – a través de una correcta trazabilidad de productos y servicios

Los fabricantes automotrices implementaron los procesos para diseñar, desarrollar, prevenir, medir, controlar, registrar, analizar y aprobar productos y servicios para el cliente (Core Tools) para que sus proveedores pudieran apegarse y cumplir con sus estándares, y están compuestas por cinco herramientas fundamentales:

1. APQP. *Planeación Avanzada de la Calidad del Producto y plan de control.* Asegura la efectividad en el diseño de un producto. En esta etapa se analizan los riesgos que se contemplan en la ISO/TS 16949 y su factibilidad: Considera, por ejemplo, aspectos como rentabilidad, capacidad técnica y humana, recursos disponibles, entre otros aspectos, además del cumplimiento de los factores técnicos en tiempo, forma y calidad, y su rentabilidad para la organización.

No es suficiente cumplir con el formato APQP para documentar sólo el análisis de factibilidad y cumplir con la Norma Internacional ISO/TS 16949; es necesario que las organizaciones gestionen holísticamente

los riesgos vinculados con la gestión de un nuevo proyecto durante todas las etapas de manufactura, para determinar si hay riesgos aceptables relacionados con el negocio.

2. MSA. *Análisis del Sistema de Medición.* Evalúa, analiza y mide en el marco de un conjunto de operaciones y procedimientos, herramientas y equipos de medición, software y personal utilizado. Es necesario asegurar que la incertidumbre de la medición sea controlada y asegure la consistencia en los resultados, medición y monitoreo. En resumen, se trata de asegurar los requisitos del producto.

3. FMEA. *Modo de Fallas Potenciales y Análisis de Defectos.* Analiza los riesgos potenciales del producto desde la etapa de diseño, hasta la entrega. Verifica los principales modos de falla asignándoles una clasificación, ponderando los riesgos para implementar acciones preventivas y con ello reducir la variación y los costos operacionales.

Esta herramienta fue asimilada desde el sector automotriz al aeroespacial, ya que evita a toda costa ocurran fallas al identificar los riesgos potenciales.

4. PPAP. *Proceso de Aprobación de las Partes del Producto.* Su objetivo es entregar partes (o muestras) para la producción masiva por proveedores y clientes de una forma consistente y repetir el proceso de cumplimiento de las especificaciones. Ello asegura la cadena de valor y también se aplica a los proveedores. Es decir, como mínimo los proveedores deben estar certificados en **ISO 9000**, pero es vital su alineación al proceso de aprobación de partes PPAP, de tal manera que tanto las organizaciones proveedoras de la industria automotriz y los proveedores mismos, garanticen esa cadena de valor de las partes suministradas y los materiales.

5. SPC. *Proceso de Control Estadístico.* Esta herramienta pide a las organizaciones la definición de las herramientas estadísticas con el objetivo de identificar causas para controlar las variaciones en las piezas entregadas. Es una poderosa herramienta preventiva para el alto desempeño de los procesos y fabricación de los productos.

La pieza de bezel top, al ser de vista tiene que llevar ciertos requerimientos y parametros que se deben cumplir, en la puesta a punto del proceso de inyeccion los inspectores de calidad revisan que

el proceso se encuentre dentro de especificaciones controladas, para ello deben cumplir los siguientes requerimientos:

- Libre de rebaba
- Sin rechupe
- Sin Deformación o incompletas
- Sin burbujas
- Sin líneas de flujo
- Libre de marcas de botadores
- Sin manchas blancas o con material degradado quemado
- Dentro de las dimensiones que requiere la pieza

IV.- Propuestas para mejorar la productividad de la resina 1170 en La organización DITER de inyección de plásticos

Como ya se mencionó anteriormente trataremos de erradicar los problemas que tiene la empresa DITER con la resina 1170 en la fabricación de una pieza de imagen “bezel top”, para ello es relevante considerar los diferentes factores que pueden afectar las condiciones que están ocasionando el 30% de piezas malas NG (scrap); por tal motivo debemos tener en cuenta algunas estadísticas de los factores que están afectando el proceso para posteriormente tratar de erradicarlo iniciando con un programa de mantenimiento hasta llegar al producto terminado pasando por control de calidad.

En la siguiente tabla les mostraremos una serie de problemas que se tiene durante el proceso de inyección donde podemos observar y analizar las causas y las posibles acciones tanto correctivas como preventivas. Esta tabla es generada gracias al análisis de las hojas de parámetros donde nos muestran los defectos de las piezas durante el proceso.

TABLA 1. PROBLEMAS DEL SISTEMA DE INYECCION Y/O RESINA

Descripcion de problema	Sintomas	Causas	Acciones
INCUMPLIMIENTO AL OBJETIVO DEL SCRAP DEL MES DE AGOSTO	2914 PIEZAS DE BEZEL 9 CON RAFAGA	MAL ESTADO DE LOS SELLOS DEL SECADOR (TAPA)	SOLICITUD DE REEMPLAZO DE SELLOS OT 593
		REINICIO POR PAROS CONTINUOS POR ALARMA S681	ELIMINAR JUEGO EXCESIVO DE BALEROS LINEALES DE ROBOT OT 581
		PAROS CONTINUOS DE MAQUINA POR ALARMA DE TEMPERATURA DE ACEITE	LIMPIEZA DE INTERCOOLER OT 0581
		CONTENEDORES DE RESINA SUCIOS DE FINO DE OTRAS RESINA Y POLVO	LIMPIEZA DE CONTENEDORES PARA ALMACENAJE DE MP
	DIFERENCIA DE CRITERIOS DE ACEPTACION	FALTA DE CAPACITACION AL PERSONAL OPERATIVO	CAPACITAR AL PERSONAL
		FALTA DE CAPACITACION AL PERSONAL DE CALIDAD	CAPACITAR AL PERSONAL
TIEMPO MUERTO FUERA DE OBJETIVO	BEZEL TOP (701 PIEZAS) CON RAYONES Y MANCHAS EN EL MOLDE	NO EXISTE FRECUENCIA ESTABLECIDA DE LIMPIEZA DE MOLDES	DISEÑAR E IMPLEMENTACION DE PLAN DE TRABAJO
	235 HRS DE PARO POR FALTA DE EMPAQUE (CLIENTE HELLA)	FALTA DE EMPAQUE POR PARTE DEL CLIENTE	GENERAR NORMAS DE EMPAQUE ALTERNO
	185 HRS DE PARO POR AJUSTE DE PROCESO	FALTA DE CAUDAL EN TERMOREGULADORES	SE HABILITAN MANIFOLDS STABLI EN MOLDES BEZEL TOP
		LONGITUD DE BOQUILLAS INADECUADA	CAMBIO DE BOQUILLAS DE 1 PULG DE LONGITUD
		FALTA DE ACTUALIZACION DE SET POINT	MODIFICAR SET POINT CON MEJORAS

Como se observa en la tabla anterior tenemos problemas durante todo el proceso, desde el mantenimiento hasta la capacitación de personal. Para ello empezaremos a describir las posibles soluciones a los problemas para poder mejorar nuestro proceso.

IV.1. Mantenimiento

El objetivo del mantenimiento es asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones con respecto de la función deseada, dando cumplimiento además a todos los requisitos del sistema de gestión de calidad, así como con las normas de seguridad y medio ambiente, buscado el máximo beneficio global.

En la actualidad tener un buen programa de mantenimiento dentro de la industria de los plásticos, como en cualquier otro tipo de industria, puede considerarse una ventaja competitiva debido a que constituye

una gran reducción de costos y tiempos de producción dentro de las empresas.

IV.1.1 Mantenimiento de moldes

En la industria de la inyección plástica, los moldes constituyen una parte fundamental en la calidad final del producto terminado, debido a que de su estado dependen en gran parte, los atributos que poseerá el artículo. Si el molde se encuentra con daño, es posible que el producto terminado posea defectos de fabricación, lo que repercute en la calidad del producto, y en los costos de producción debido a que el desperdicio de material aumenta. Además los moldes dañados aumentan el tiempo de montaje y desmontaje de éstos en las máquinas de inyección.

Para que los trabajos de mantenimiento sean eficientes son necesarios: el control, la planeación del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana, logrando así que se reduzcan costos, tiempo de paro de los equipos de trabajo, etc. Para ejecutar lo anterior se hace una división de tres grandes tipos de mantenimiento:

- a) Mantenimiento correctivo: se efectúa cuando las fallas han ocurrido; su proximidad es evidente.
- b) Mantenimiento preventivo: se efectúa para prever las fallas con base en parámetros de diseño y condiciones de trabajo supuestas.
- c) Mantenimiento predictivo: prevé las fallas con base en observaciones que indican tendencias.

Mantenimiento Preventivo

Dentro de este mantenimiento se tienen las rutinas más comunes, dentro de las cuales se tienen las siguientes al momento de montar un molde:

- Desengrase de la superficie cromada del molde.
- Revisión del cromado del molde, para observar si existen lacerasiones.
- Revisión de los niples que conducen a los canales de enfriamiento.
- Revisión de resistencias eléctricas.
- Revisión de sistema expulsor y/o botadores.

Durante el tiempo en el cual el molde se encuentra en uso, se tienen las siguientes rutinas:

- Revisión de los nipples que conducen a los canales de enfriamiento.
- Temperatura del molde

En tanto que, en el desmontaje del molde se toman en cuenta las siguientes rutinas:

- Revisión de los nipples que conducen a los canales de enfriamiento.
- Engrase de la superficie cromada del molde.

Mantenimiento Correctivo

Este tipo mantenimiento se proporciona a los moldes según dos tipos de situaciones: las que pueden ser previstas (por un programa de mantenimiento preventivo) y las que no pueden ser previstas debido a factores que no son controlables.

Dentro de las primeras se tienen entre las más comunes:

- Fugas de agua: debido a un nipple en mal estado o mal colocado, mangueras mal ajustadas, corrosión en los canales de enfriamiento internos.
- Bebederos obstruidos: debido a suciedad en la materia prima, corrosión, temperaturas inadecuadas de plastificación o mala regulación de la máquina inyectora. Esto ocasiona parar la máquina por el tiempo necesario para remover lo que esté obstruyendo el bebedero.
- Resistencias fundidas (en caso las tuviese el molde).
- Molde mal centrado debido a que el aro de centrado no se encuentra en buenas condiciones.
- Pines guías gastados.

Mientras en las segundas tenemos:

- Fugas de agua: debido a un o'ring en mal estado.
- Laceraciones al cromo interno debido a la fatiga por uso.
- Problemas con varillas del sistema de expulsión.

IV.1. 2 Mantenimiento de secadores

La deshumidificación de resinas plásticas es utilizada para minimizar o eliminar problemas que pueden ser causados por demasiada o muy poca humedad en un material plástico durante su procesamiento. A

medida en la que la humedad puede afectar la calidad de una pieza moldeada o extruida está determinada específicamente por la resina que se está procesando y por el propósito de la pieza. Aun así, es muy probable que un secado inadecuado o incompleto de la materia prima cree problemas, ya sea durante el procesamiento o cuando el producto esté en uso, o lo que es peor, en ambos casos.

Para ello debemos tomar en cuenta algunas acciones preventivas tales como:

- Checar que los sellos estén en buen estado permitiendo que se mantenga la presión y temperatura
- Revisar que los ductos de ventilación y de aire caliente no tengan fugas
- Los filtros deben estar en buen estado y libres de polvo o cualquier suciedad
- El papalote del secador debe estar en buen estado permitiendo que fluya el material a la hora de alimentar a la tolva

Una vez evaluadas y corregidas las propuestas de mantenimiento, procedemos a la siguiente fase que son las pruebas a los materiales durante la recepción de estos, para ello les describiremos brevemente cada uno de las tres pruebas que le realizamos para poder liberarlas y puedan ser ingresadas al área de producción.

Equipo de alimentación para el sistema de inyeccion



Figura 2, sistema de secado de la organización “DITER” Mod. ARBURG

IV.2. PRUEBAS A LAS RESINAS PARA ANALIZAR SUS PROPIEDADES

Como sabemos cada resina polimérica tiene ciertas propiedades que la caracterizan, dependiendo del tipo de material va requerir que se le hagan ciertas pruebas. En la empresa DITER para que las resinas sean liberadas y aceptadas necesitamos realizarle las pruebas que a continuación se describirán:

IV.2.1 Prueba de densidad

La prueba de densidad es la primera que se realiza por parte de metrología e inspección-recibo donde la densidad de un sólido es una propiedad mensurable que suele ser útil como medio para seguir los cambios físicos en una muestra, como una indicación de uniformidad entre muestras y como medio de identificación. En la organización DITER se realiza prueba de densidad que a continuación se describirá por medio del instructivo proporcionado por dicha organización:

INSTRUCTIVO DE DETERMINACIÓN DE DENSIDAD EN PLÁSTICOS.

Propósito: Conocer y facilitar la determinación de densidad de materiales sólidos en la balanza analítica sartorius.

Actividad: Para la “Determinación de la Densidad” se toma una cantidad de 3-10 gramos del material utilizado el siguiente equipo; una báscula analítica DTE-IM-001 y el kit de pruebas para densidad DTE-KITD-IM-001 realizando los siguientes pasos:

1.- Mostrar el dispositivo para determinación de densidad:

a.- Quitar el platillo de pesada y el anillo apantallador de la báscula sartorius como se observa en la figura 3.



Figura 3. Báscula analítica

- b.-Colocar el marco en la zona donde ensambla la platina de la báscula.
- c.- Colocar la plataforma por encima de la base del marco
- d.- Llenar de agua destilada el recipiente, de manera que al introducir la criba no se derrame y se cubra totalmente se pueden utilizar dos tipos de recipientes los cuales se muestran en la figura siguiente



Figura 4. Vasos de precipitado de 50 ml.



Figura 5. Caja Petri.

e.- Colocar el recipiente en la plataforma

f.- Colocar la criba de inmersión, ya sea convexa o cóncava las cuales dependerá del material a inspeccionar. Si la densidad del material a inspeccionar es menor a la del agua se utiliza la criba de inmersión convexa (es decir no se sumerge) y si la densidad del material es mayor a la del agua se utiliza la criba de inmersión cóncava (es decir si se sumerge el material), posteriormente centrarla al marco.

Determinación de la densidad.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$\Phi\% = \frac{w(a)}{0.99983 W(a) - W(fl)} (\Phi(fl) + .0012)$$

Donde

Φ =densidad o gravedad específica del sólido a medir

$\Phi(fl)$ =densidad del líquido

$W(a)$ =peso del sólido en el aire

$W(fl)$ =peso del sólido en el líquido

A.- Se toma un trozo de material y se pesa sin sumergirlo al agua o sea en el aire ($W(a)$), colocando la pieza en la plataforma de metal de la criba y se toma la lectura.

Nota: Asegurarse de tarar la báscula (poner en cero) antes de pesar el material.

B.- Se toma el mismo trozo de material y se sumerge en el agua, procurando que quede al centro de la criba y se toma el peso de la pieza (W(fl)).

Nota: Si la densidad del material es menor a la del agua se utiliza la criba de inmersión convexa.

Si la densidad del material es mayor a la del agua se utiliza la criba de inmersión cóncava.

C.- Se toma la temperatura del líquido y por medio de la tabla 2, posteriormente se toma el valor de la densidad del líquido Φ (fl).

Tabla 2. Valores de densidad de H₂O a temperatura T (en C °) proporcionada por la organización DITER

T/c	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	.99973	.99972	.99971	.99970	.99969	.99968	.99967	.99966	.99965	.99964
11	.99963	.99962	.99961	.99960	.99959	.99958	.99957	.99956	.99955	.99954
12	.99953	.99951	.99950	.99949	.99948	.99947	.99946	.99944	.99943	.99942
13	.99941	.99939	.99938	.99937	.99935	.99934	.99933	.99931	.99930	.99929
14	.99927	.99926	.99924	.99923	.99922	.99920	.99919	.99917	.99916	.99914
15	.99913	.99911	.99910	.99908	.99907	.99905	.99904	.99902	.99900	.99899
16	.99897	.99896	.99894	.99892	.99891	.99889	.99887	.99885	.99884	.99882
17	.99880	.99879	.99877	.99875	.99873	.99871	.99870	.99868	.99866	.99864
18	.99862	.99860	.99859	.99857	.99855	.99853	.99851	.99849	.99847	.99845

19	.99843	.99841	.99839	.99837	.99835	.99833	.99831	.99829	.99827	.99825
20	.99802	.99821	.99819	.99817	.99815	.99813	.99811	.99808	.99806	.99804
21	.99802	.99800	.99798	.99795	.99793	.99791	.99789	.99786	.99784	.99782
22	.99780	.99777	.99775	.99773	.99771	.99768	.99766	.99764	.99761	.99759
23	.99756	.99754	.99752	.99749	.99747	.99744	.99742	.99740	.99737	.99735
24	.99732	.99730	.99727	.99725	.99722	.99720	.99717	.99715	.99712	.99710
25	.99707	.99704	.99702	.99699	.99697	.99694	.99691	.99689	.99686	.99684
26	.99681	.99678	.99676	.99673	.99670	.99668	.99665	.99662	.99659	.99657
27	.99654	.99651	.99648	.99646	.99643	.99640	.99637	.99634	.99632	.99629
28	.99626	.99623	.99620	.99617	.99614	.99612	.99609	.99606	.99603	.99600
29	.99597	.99594	.99591	.99588	.99585	.99582	.99579	.99576	.99573	.99570
30	.99567	.99564	.99561	.99558	.99555	.99552	.99549	.99546	.99543	.99540

Con estos valores se aplica la formula anteriormente descrita y se obtiene el valor de la densidad. Estos valores también pueden ser utilizados en el archivo “densidad” y automáticamente obtenemos el valor de la densidad.

El valor de la densidad del material se reporta para su aprobación en el reporte de inspección de materia prima. Si el resultado se encuentra fuera de especificación se procede conforme al procedimiento de Control de producto no conforme.

En este caso, para la resina 1170 tiene una especificación de 1.17g/cm^3

IV.2.2 Tipo de material.

Cada material debe cumplir ciertos requerimientos en sus propiedades para poder satisfacer nuestras necesidades; en la siguiente tabla mostraremos las características del material 1170 que nos ofrece el pro-

veedor y el cual aceptamos al encontrarse dentro de los parámetros que necesitamos para nuestro proceso de inyección, cabe destacar que el proveedor anexa al final una nota donde agregan que es un valor típico y porque lo mencionan.

Tabla 3. Manual de propiedades de la resina 1170 APEC 1795 proporcionada por la organización DITER

Propiedades reológicas	Condición de prueba	Unidad	Estándar	Valor típico
tasa de flujo de volumen C Melt	330 ° C; / 2,16 kg	cm ³ / 10 min	ISO 1133	30
Derretir tasa de flujo de masa	330 ° C / 2,16 kg	g / 10 min	ISO 1133	31
C de contracción por moldeo, paralelo	60x60x2 mm	%	ISO 294-4	0.8
C de contracción por moldeo, normales	60x60x2 mm	%	ISO 294-4	0.8
Las propiedades mecánicas (23 ° C / 50% HR)				
módulo de tracción C	1 mm / min	MPa	ISO 527-1, -2	2400
C. Rendimiento estrés	50 mm / min	MPa	ISO 527-1, -2	71
cepa C Rendimiento	50 mm / min	%	ISO 527-1, -2	6.6
C deformación nominal a la rotura	50 mm / min	%	ISO 527-1, -2	>50
resistencia al impacto Charpy C	23°C	kJ / m ²	ISO 179-1eU	NORTE
resistencia al impacto Charpy C	menos 30°C	kJ / m ²	ISO 179-1eU	NORTE
Módulo de flexión	2 mm / min	MPa	ISO 178	2400
Fuerza flexible	2 mm / min	MPa	ISO 178	105
dureza de penetración de la bola		N / mm ²	ISO 2039-1	124
Propiedades termales				
C Temperatura de deflexión bajo carga	1,80 MPa	DO	ISO 75-1, -2	148
C Temperatura de deflexión bajo carga	0,45 MPa	DO	ISO 75-1, -2	161
Temperatura de ablandamiento Vicat	50 N; 120 ° C / h	DO	ISO 306	173
índice de temperatura relativa (Resistencia a la tracción)		DO	UL 746B	140
índice de temperatura relativa (resistencia al impacto a la tracción)		DO	UL 746B	130
índice de temperatura relativa (fuerza Eléctrica)		DO	UL 746B	140
C Coeficiente de expansión térmica lineal, paralelo	23 a 55 ° C	10- 4 / K	ISO 11359-1, -2	0.65
C Coeficiente de expansión térmica lineal, transversal	23 a 55 ° C	10- 4 / K	ISO 11359-1, -2	0.65
C comportamiento Burning UL 94 (1,5 mm)	1,5 mm	CLASE	UL 94	MEDIA PRE- SION
índice de oxígeno C	método A	%	ISO 4589-2	26
Ensayo del hilo incandescente (GWFI)		DO	IEC 60695-2-12	850
Propiedades eléctricas (23 ° C / 50% HR)				
C permitividad relativa	100 Hz	-	IEC 60250	3
C permitividad relativa	1 MHz	-	IEC 60250	2.9
factor de C Disipación	100 Hz	0.00010	IEC 60250	10
factor de C Disipación	1 MHz	0.00010	IEC 60250	90

C resistividad de volumen		Ohm*m	IEC 60093	1.00E+15
C Resistividad superficial		Ohm	IEC 60093	1.00E+16
resistencia eléctrica C	1 mm	kV / mm	IEC 60243-1	35
C índice de seguimiento comparativo CTI	una solución de	Clasificación	IEC 60112	250
Índice comparativo de CTI M	solución B	Clasificación	IEC 60112	125
La corrosión electrolítica		Clasificación	IEC 60426	A1
Otras propiedades (23 ° C)				
C Absorción de agua (valor de saturación)	agua a 23°C	%	ISO 62	0.3
C Absorción de agua (valor de equilibrio)	23°C; 50% de humedad relativa	%	ISO 62	0.12
C Densidad		kg / m ³	ISO 1183-1	1170
Propiedades específicas del material				
índice de refracción	procedimiento A	-	ISO 489	1,576
transmitancia luminosa	1 mm	%	ISO 13468-2	89
C moldeo por inyección		DO	ISO 294	330
C inyección temperatura de moldeo-Molde		DO	ISO 294	100
C inyección velocidad de moldeo-inyección		mm / s	ISO 294	200

NOTA:

* Valor típico

Estos valores son sólo valores típicos. Salvo que se acuerde expresamente por escrito, al no constituir una especificación de material de unión o ninguna garantía. Los valores pueden ser afectados por el diseño del molde / matriz, las condiciones de procesamiento y colorantes / pigmentación del producto. A menos que se especifique lo contrario, los valores de las propiedades dadas se han establecido en probetas normalizadas a temperatura ambiente.

La manera en que se utiliza y la finalidad a la que se ponen y utilizan nuestros productos, asistencia técnica e información (ya sea verbal, por escrito o mediante evaluaciones de producción), incluyendo cualquier formulación sugerida y recomendaciones, están fuera de nuestro control. Por lo tanto, es imperativo que pruebe nuestros productos, asistencia técnica, información y recomendaciones para determinar a su entera satisfacción, si nuestros productos, asistencia técnica e información son adecuados para sus usos y aplicaciones previstas. Este análisis específico de la aplicación debe incluir al menos las pruebas para determinar la idoneidad de un técnico, así como la salud, la seguridad y el punto de vista ambiental. Todos los productos se venden estrictamente de conformidad con los términos de nuestras condiciones generales de venta que están disponibles a petición. Toda la información y la asistencia técnica se dan sin garantía y está sujeta a cambios sin previo aviso. Se entiende y acuerda expresamente que asume y

expresamente nos exime de toda responsabilidad, por agravio, contrato u otros, incurridos en relación con el uso de nuestros productos, asistencia técnica e información. Cualquier declaración o recomendación no contenida aquí es no autorizado y no nos ligarán. Nada en este documento debe interpretarse como una recomendación de uso de cualquier producto en conflicto con cualquiera de las reivindicaciones de cualquier patente relativa a cualquier material o su uso.

IV.2.3 Índice de fluidez

La prueba de fluidez es de suma importancia, ya que eso afectara directamente nuestro proceso a la hora de la inyección de la resina así como las propiedades y características, para ello les presentaremos un pequeño instructivo proporcionado por control de calidad de DITER donde podremos observar que se necesita para realizar la prueba así como tambien describir paso a paso el procedimiento a realizar.

 Dinámica Termoplástica S.A. de C.V.	Dinámica Termoplástica S.A. de C.V.	REGISTRO DEC. DED. YR.
		CODIGO: F1201
		REVISION: 01
		FECHA: 21-OCT-2013
		RETENER: 2 AÑOS

INSTRUCTIVO PARA MEDIR EL INDICE DE FLUIDEZ.

Propósito. Medir el índice de fluidez de la materia prima para respaldar una correcta trazabilidad y respaldo de liberación por parte del laboratorio de calidad antes que sea utilizada por producción

Actividad:

1.- HERRAMIENTAS DEL PLASTOMETRO TINIUS OLSEN (DTE-IM-021).

Para realizar una prueba de fluidez se requiere de las siguientes herramientas:



Figura 6. Desarmador, guantes y franela.



Figura 7. Plastómetro TINIUS OLSEN (DTE-IM-021).

Procedimiento A.

2.- MEDIDAS PREVENTIVAS ANTES DE INICIAR LA PRUEBA.

2.1.- Se comprueba que el dado solo entre en el gage de color verde (OK) y no en el rojo (NG) en caso de que entre el dado en el gage de color rojo y el cual se debe de reemplazar por uno nuevo.

Colocar el dado dentro del orificio del cilindro de tal manera que se es-
cuhe que toca fondo



Figura 8. Dado para Plastometro modelo D1238

2.2.- Comprobar que el dado este dentro del cilindro con el desarmador remonedor como lo muestra la figura



Figura 9. Cilindro removedor.

2.3.- Colocar el pistón dentro del cilindro figura.



Figura 10. Pistón hidráulico propiedad de la organización “DITER”

2.4.- Colocar el nivel sobre el pistón y verificar que la burbuja este dentro del círculo negro, de no ser así ajustar los tornillos (patas) hasta que se nivele.



Figura 11. Ajuste del nivel del pistón propiedad de la organización “DITER”

3.-Encendido y procedimiento.

3.1.- Se conecta el Plastometro a la corriente eléctrica y para encenderlo se oprimen dos interruptores; uno se encuentra en la parte de atrás y el otro en la parte de adelante.

3.2.- Posteriormente se oprime la tecla ENTER y en la ventana aparecen 4 opciones 1= TEST, 2=VIEW, 3= SELECT y 4= OPTIONS.

3.3.- De acuerdo al material al cual se efectuará la prueba se consulta la HIR del material al que se le está realizando la prueba para seleccionar el # de programa.

3.4.- Se oprime la tecla 3 (SELECT) y aparecerá en la pantalla ENTER PN # donde se ingresa el # del programa deseado y se presiona ENTER.

3.5.- Se procede a esperar a que la temperatura AT llegue a la temperatura SP y al llegar a esta se tendrá que esperar 15min para que se nivele la temperatura.

3.6.- Usando la báscula Santurius (DTE-IM-001) se pesara el material de prueba de acuerdo al apartado que indique la HIR.

3.7.- Pasados los 15 minutos se oprime la tecla 1 (TEST) aparecerá una ventana donde nos muestra el programa que tenemos cargando y el tipo de procedimiento, se presiona ENTER (si le pide el # de corrida se presiona 1 ENTER).

3.8.- En la pantalla aparece LOAD SAMPLE (introducir material) donde el operador deberá utilizar guantes de seguridad para poder retirar el pistón ya que este se encuentra caliente. Se coloca el embudo y se suministra el material, con la ayuda del desarmador de carga se empuja un poco el material para comprimirlo y se coloca nuevamente el pistón, se presiona la tecla ENTER y se espera unos segundos a que se reestablezca la temperatura $AT=SP$, después se coloca la pesa correspondiente (leer nota). Al colocar la pesa se presiona inmediatamente la tecla START, en la pantalla se indicará el tiempo restante para el corte (CI) y el operador deberá estar alerta para que al escuchar el sonido que indica el tiempo de corte pueda retirar con la herramienta de corte el material que va fluyendo. Esto se repetirá hasta terminar el material de prueba. La primera y la última muestra de los cortes deberán ser desechadas.

Nota: Al seleccionar la pesa debe tener en cuenta que se debe apoyar en los “parámetros de programa” Documentados en la HIR, se debe considerar que el pistón pesa 100 gr. Y este peso se debe sumar al de la pesa de tal manera obtendremos el peso requerido.

Ejemplo.- La pesa es de 2,060 gr. + 100 gr. Del pistón = 2,160 gr. El cual es el peso requerido en algunos materiales.

3.9.- En cuanto se termine el material se presiona la tecla EXIT y en la pantalla aparecerá ENTER CUT OFF WT 1 (Ingresar el peso del corte). Entonces se debe de pesar la muestra en la Báscula Santurius DTE-IM-001 y el resultado se debe ingresar a la pantalla, se presionará la tecla ENTER para obtener el índice de fluidez. Al presionar ENTER nuevamente en la pantalla aparecerá en ceros para ingresar el peso de la siguiente muestra. Al término de pesar las muestras e in-

gresar datos se presiona ENTER dos veces para obtener el promedio de los resultados (AVG). Este dato es registrado en el formato F1101 "Reporte de inspección de materia prima".

Si el promedio del índice de fluidez no se encuentra dentro de los parámetros que indica HIR, se rechaza el material de acuerdo al procedimiento P1101 "Control de producto no conforme".

Presionar EXIT para terminar la prueba. Si quiere realizar otra prueba se tienen dos opciones:

- a) Mismos parámetros (Same parameters)
- b) Nuevos parámetros (New parameters)

4.- LIMPIEZA.

Al término de cada prueba se debe de limpiar el cilindro y la herramienta usada de la siguiente manera.

4.1.- Se colocan los guantes de seguridad y se toma el pistón y el collar de la guía al mismo tiempo, de tal manera que el collar no se ensucie de material al deslizarse hasta abajo cuando se saque el pistón. Posteriormente se toma el pistón con el pie hacia arriba y se limpia con la franela el pie y el pistón antes de que el material se endurezca y dificulte la limpieza.

4.2.- Se toma el desarmador removedor para empujar el dado, cuando salga meter la broca por el orificio del dado se retirara el material con ayuda de la franela, se verifica que el orificio este limpio con ayuda del gage como lo indica el apartado 2.2 de este instructivo.

4.3.- Se toma el desarmador de limpieza y se introduce en el orificio del cilindro con un cuadro chico de franela. Repetir la operación hasta que el cuadro de franela salga limpio. Colocar el dado en el orificio del cilindro el cual debe caer libremente hasta escucharlo tocar el fondo.

4.4.- Verificar que todo esté limpio y colocar todo el material en el área de herramientas que esta al costado derecho del cilindro. Apagar el interruptor delantero así como el trasero y desconectar el Plastometro.



Figura 12. Ajuste del nivel del pistón.

IV.2.4 Pruebas de color

La última prueba que se realiza es la prueba de color, en teoría debería de ser la principal porque desde ahí podemos observar las diferencias (tonalidades), solo con compararlas con nuestra muestra testigo se corroboran, sin embargo dependiendo de las características que le infiera cada proveedor es como se notara la apariencia de cada resina.

Para las pruebas de color se realizan en dos modalidades, la primera la realiza el inspector de aseguramiento de calidad de materia prima donde este la realiza de manera visual comparándola con una muestra que les manda el cliente.

La siguiente es mediante espectrofotometría, que la realizan los inspectores de calidad durante y al final del proceso de inyección tomando al azar las muestras para ver si cumple con las especificaciones.

A continuación se mostrara un comparativo de los dos espectrofotómetros que se utilizan dependiendo de la planta en que se realizan y las características de cada material.

Espectrofotómetro

Los espectrofotómetros son instrumentos de medición que se utilizan para expresar el color de un producto en términos numéricos; Con alta precisión y exactitud, estos instrumentos eliminan la subjetividad de la percepción humana y garantizan sin problema, la comunicación de color en cada etapa del proceso de producción. Esto permite a los fabricantes de moldes y compuestos plásticos comparar efectivamente pigmentos o colores de los productos contra los estándares del fabricante e identificar desviaciones o discrepancias inmediatamente. Como resultado, los rechazos y desechos se reducen al mínimo, y el tiempo de entrega del producto y beneficios de la empresa se mejoran.

TABLA 4. Tabla comparativa de espectrofotómetros.

Espectrofotómetro de mesa CM- 5	Espectrofotómetros Portátiles CM-700d/CM-600d
<p>Este espectrofotómetro provee los datos necesarios para mejorar la apariencia o reflectividad, translucidez y transparencia de componentes plásticos, siendo una herramienta vital para pruebas de laboratorio e Investigación y Desarrollo.</p>	<p>Los fabricantes de plástico en la línea de producción confían en éstos espectrofotómetros portátiles para identificar inconsistencias de color inmediatamente y asegurar que el producto final cumpla con los estándares de calidad de color.</p>
<p>Características principales:</p>	<p>Características principales:</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mediciones precisas para identificar las ineficiencias de color en componentes reflectivos, translúcidos y transparentes ▪ Alta versatilidad para medir una variedad de tamaños de muestra, desde placas grandes hasta pequeños pellets ▪ Almacena resultados de medición y muestra los datos numéricamente y en gráficos, eliminando la necesidad de una computadora. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Excelente acuerdo entre instrumentos, permitiendo que múltiples líneas de producción comuniquen sus colores entre sí sin problemas ▪ Evaluación Aprobación / Rechazo para determinar al instante si el color de un componente cumple con los estándares ▪ Despliega los datos de forma numérica o en gráficos para mostrar las diferencias de color en objetos opacos ▪ Compatible con Bluetooth para enviar los resultados rápidamente de la planta de producción a una computadora ▪ El CM-700d posee abertura ajustable de 3mm y 8mm para muestras de tamaños muy pequeños o grandes. El espectrofotómetro CM-600d cuenta con una abertura fija de 8mm para evaluar muestras mediana y grandes.

Como podemos analizar, estas son las pruebas que se le realizan a los materiales para poder liberarlos, estos puedan ingresar a planta para ser distribuidos en los diferentes equipos de inyección.

En base a los objetivos planteados y recaudando información de hojas de parámetros utilizadas en la organización DITER, podemos realizar una tabla comparativa de los resultados obtenidos durante 4 meses donde se fueron aplicando todas las propuestas realizadas al inicio de este trabajo.

V.- RESULTADOS OBTENIDOS

TABLA 5. Resultados obtenidos semanalmente de hojas de parámetros proporcionados por la organización "DITER"

Nombre de Parte	Total de partes producidas	Total de Partes NG	Inicio de producción	Re-inicio falla de molde	Re-inicio de equipo perferico	Contaminadas	Rafagas	Rayadas	Fecha
BEZEL TOP LH A6	693	10					10		12/01/2018
BEZEL TOP RH A6	693	21	3					18	12/01/2018
BEZEL TOP LH A6	736	23					23		10/01/2018
BEZEL TOP RH A6	736	13					13		10/01/2018
BEZEL TOP LH A6	462	16						15	08/01/2018
BEZEL TOP RH A6	462	16						15	08/01/2018
BEZEL TOP LH A6	228	8	8						06/01/2018
BEZEL TOP RH A6	228	20	3				17		06/01/2018
BEZEL TOP LH A6	791	15					15		04/01/2018

BEZEL TOP RH A6	791	34					14	20	04/01/2018
BEZEL TOP LH A6	736	35					35		02/01/2018
BEZEL TOP RH A6	736	19					19		02/01/2018
BEZEL TOP LH A6	535	16					6	10	26/12/2017
BEZEL TOP RH A6	535	31					31		26/12/2017
BEZEL TOP LH A6	268	31					31		19/12/2017
BEZEL TOP RH A6	268	16					16		19/12/2017
BEZEL TOP LH A6	718	18					18		12/12/2017
BEZEL TOP RH A6	718	55					55		12/12/2017
BEZEL TOP LH A6	136	12	12						05/12/2017
BEZEL TOP RH A6	136	64					64		05/12/2017
BEZEL TOP LH A6	711	64		30			34		28/11/2017
BEZEL TOP RH A6	711	5	5						28/11/2017
BEZEL TOP LH A6	221	21					12	9	21/11/2017
BEZEL TOP RH A6	221	21					6	15	21/11/2017
BEZEL TOP LH A6	749	13	13						14/11/2017
BEZEL TOP RH A6	749	77			30		47		14/11/2017
BEZEL TOP LH A6	640	69	14				34	21	07/11/2017
BEZEL TOP	640	79		30			49		07/11/2017

RH A6									
BEZEL TOP LH A6	268	30					30		31/10/2017
BEZEL TOP RH A6	268	7	7						31/10/2017
BEZEL TOP LH A6	653	82	13				40	29	23/10/2017
BEZEL TOP RH A6	653	85	8		39		38		23/10/2017
BEZEL TOP LH A6	791	108					50	58	16/10/2017
BEZEL TOP RH A6	791	63		63					16/10/2017
BEZEL TOP LH A6	332	63		63					09/10/2017
BEZEL TOP RH A6	332	17	4		13				09/10/2017
BEZEL TOP LH A6	749	19	4		15				02/10/2017
BEZEL TOP RH A6	749	161			30		131		02/10/2017

NOTA: En la tabla anterior se muestran los resultados de la pieza bezel top que tiene dos lados, RH y LH donde observamos que la suma de defectos nos da el número total de piezas malas (NG).

VII.- Análisis de resultados

De acuerdo a la tabla de resultados, conforme transcurre el tiempo se pudieron erradicar los problemas que tiene esta resina en el sistema de inyección, ya que se tomaron las medidas preventivas y correctivas necesarias para mejorar dicho proceso; a continuación se presenta una grafica donde podremos observar como disminuyen las piezas malas (NG o scrap).

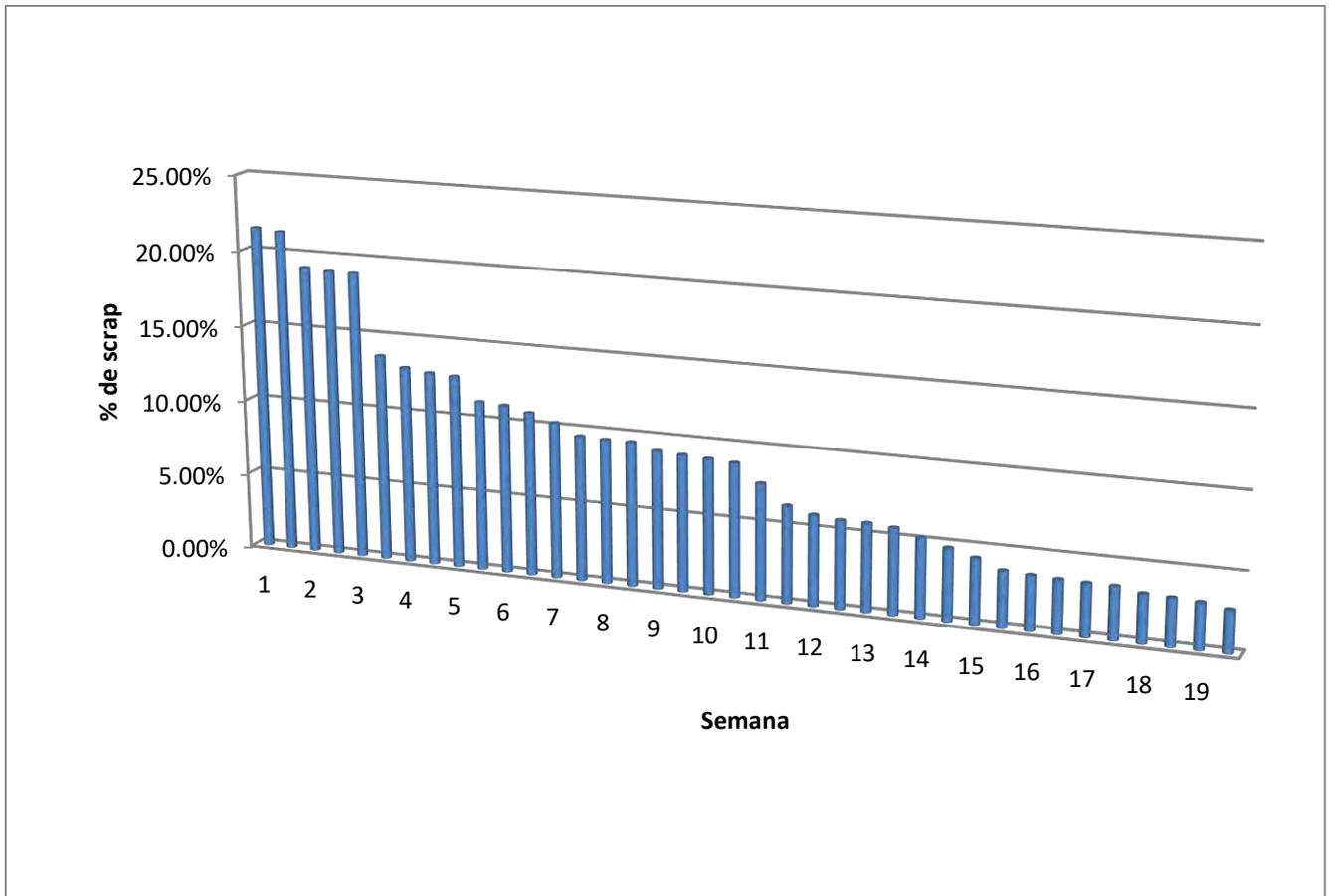


Gráfico 1. Disminución de piezas malas (NG o scrap) durante 19 semanas en la organización “DITER”

Comparando los resultados obtenidos a lo largo de los 4 meses, se observa que disminuyo en gran medida las piezas NG, ya que durante dos años se vieron problemas y casi nunca se tomaron las acciones pertinentes para mejorar la calidad y disminuir los insumos de resina, pero una vez que se adecuan y permiten llevar a cabo las propuestas se ven reflejados claramente los resultados.

A continuación presentaremos una gráfica que nos muestra las mejoras que se tuvieron por parte de la resina, ya sea por las mejoras hechas en el secador o bien el cambio de proveedor que nos ayudó a mejorar el tamaño del pellet disminuyendo así la humedad que pudiese retener la resina por cuestiones ambientales y/o propiedades específicas de la misma.

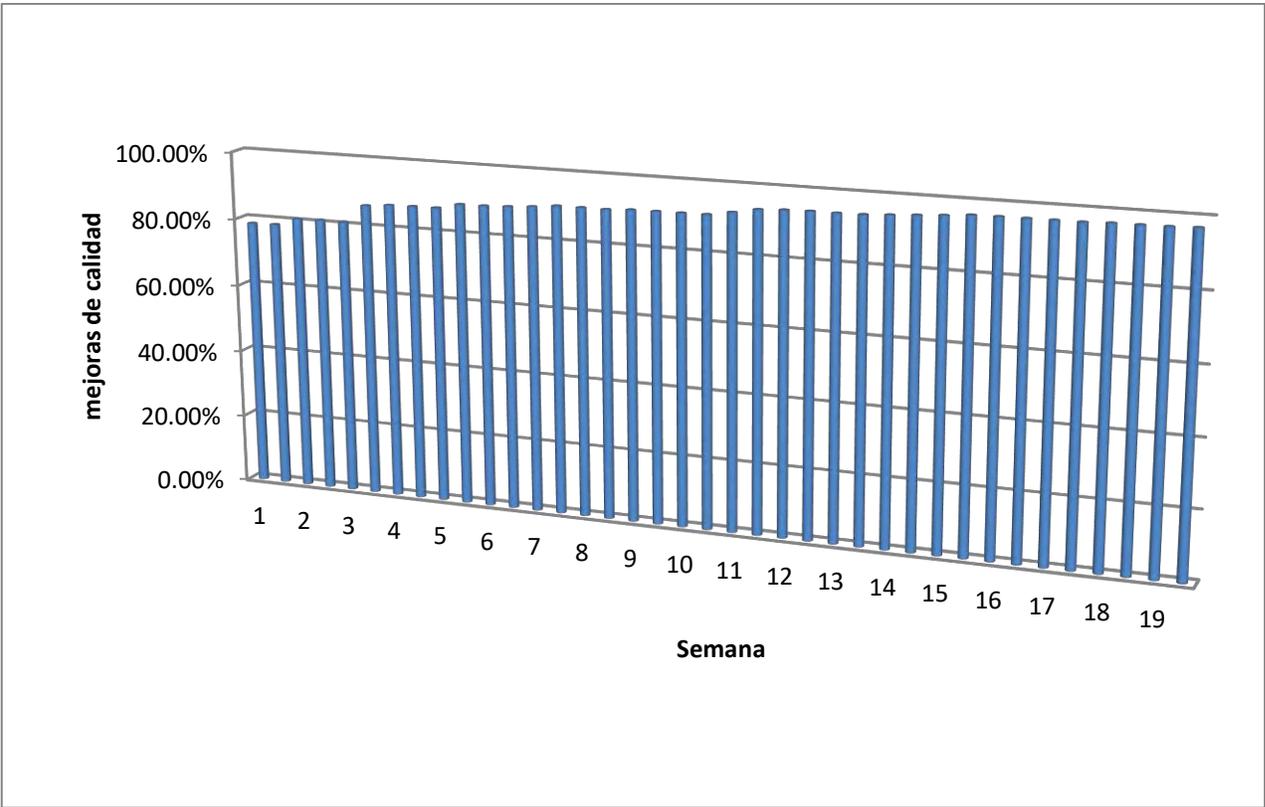


Grafico 2. Mejoras de calidad de la resina durante 19 semanas en la organización "DITER"



Figura 13. Resina 1170 anterior



Figura 14. Resina 1170 actual

En el grafico #2 se puede observar claramente cómo va mejorando la calidad de la resina, ya que se van reduciendo los problemas que llega a tener la resina por la humedad que retiene debido a su porosidad. Cada semana fue mejorando un poco hasta llegar a una estabilización, ya que llega el punto donde no se puede reducir más la humedad ya que si se hace esta se empezara a volver líquida dentro del secador pegándose los pellets, lo que logra que se haga piedra dentro del mismo.

En la figura 13 y 14 se logra observar los tipos de resinas antes y después, donde se ve claramente la calidad de esta, ya que en la figura 13 se ve el pellet más grande y opaco, mientras que el material actual es el de la figura 14 donde el pellet es más pequeño y brillante.

VIII.- Conclusiones

El proyecto que realizamos ha contribuido de manera muy importante para la organización DITER ya que se logró identificar y resaltar los puntos que hay que cubrir y considerar para llevar a cabo una implementación exitosa en sus sistemas de inyección. Nos deja muchas cosas importantes que reflexionar y muchas otras las ha reforzado como puntos angulares para llevar a cabo una buena implementación en las mejoras experimentales de un proceso establecido del sistema de inyección.

Dentro de los puntos que consideramos tienen más importancia dentro de un proyecto de esta naturaleza son el detectar cuáles son las necesidades reales de las personas que trabajan día a día con los sistemas, que los procesos operativos de la empresa se apeguen a la realidad del trabajo diario y no sean un obstáculo burocrático, que se involucre a los usuarios en el proceso de implementación de los sistemas de inyección de manera que se sepa que es lo que ellos esperan y qué es lo que no esperan de él, definir de manera clara y lo más tangible posible los beneficios económicos, laborales, y de cualquier otra índole que se piensan alcanzar con los sistemas nuevos, de manera que las personas dentro de la organización sepan cómo se van a ver beneficiados particularmente.

A lo largo del proyecto se fueron erradicando problemas y también se fueron detectando algunos más que nos ayudaron a ir mejorando en la producción de bezel top. Se realizó una buena estrategia para disminuir la humedad de la resina que era nuestro objetivo principal ya que debido a eso no se lograban los objetivos de producción en tiempo y forma.

Se lograron cumplir en un 90% nuestros objetivos ya que se pudo disminuir la humedad de la resina hasta un 80%, más de lo que esperábamos en cuanto a nuestros objetivos planteados a inicio del proyecto y esto gracias a las mejoras implementadas en los secadores ya que estos son los que ocasionaban el mayor problema para la resina al no lograr el secado adecuado, además de que nos ayudó mucho que el proveedor redujera el tamaño de la resina para que esta tuviera menor tamaño de poro logrando así que no absorbiera tanto la humedad del ambiente durante su traslado.

Por otro lado, no se logró reducir el costo de transformación, ya que al tener que erradicar tantos problemas llevo a tener una inversión que en ese momento no se tenía planteada y pega fuertemente en la economía de la empresa.

La información es uno de los recursos más importantes que tienen las empresas y muchas no le dan la debida importancia que merece, se realizan varias erogaciones en maquinaria, remodelaciones y en muchos otros conceptos, sin embargo, en muchos casos no tienen en cuenta lo importante que es asignar un presupuesto para el mantenimiento y protección de sus equipos, de sus sistemas de inyección. Pudimos ver lo importante que es dar un mantenimiento a los equipos de una empresa, a que deben revisarse constantemente y que hay veces que se requiere de inversiones para poder tener la seguridad y confianza de que los sistemas van a funcionar correctamente y no van a generar caos o atrasos en las producciones. Es importante llevar a cabo antes que nada una planeación de lo que se quiere realizar y que se espera obtener cuando se lleve a cabo un proyecto, por ende se debe desarrollar una evaluación correcta de las posibles alternativas que se tengan antes de iniciar cualquier cosa, tanto de la pieza que se va a realizar así como también de los equipos para hacer la implementación.

Por último se logró disminuir la cantidad de scrap del 22% al 13% logrando cumplir nuestro objetivo planteado de reducir costos en la producción del bezel top, ya que si reducimos el scrap, claramente se disminuye el consumo de resina así como de los servicios.

Este trabajo es importante para los futuros Ingenieros Químicos ya que gracias a él podemos ver que tenemos un sin fin de áreas a las que podemos pertenecer, no por ser una automotriz quiere decir que no aportaremos algo de nuestros conocimientos, debemos entender que hay que aportar lo mejor de nosotros en el sector que nos toque desarrollarnos y siempre dando lo mejor en el día a día, que los limites nos los ponemos nosotros y no la vida.

IX.- BIBLIOGRAFÍA

1. Pero-Sanz Elorz, Ciencia e ingeniería de materiales: estructura, transformaciones propiedades y selección. España 1992.
2. Katime Trabanca Daniel, Introducción a la ciencia de los materiales polímeros: síntesis y caracterización, Barcelona 1986.
3. Haus Carla, Artículo "The Society of the Plastics Industry", Estados Unidos, septiembre 2017
4. Biron Michel, "Thermoplastic Composites". Francia, 1996.
5. <http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/viewFile/410/28> octubre 2017
6. <http://sensing.konicaminolta.com.mx/learning-center/color-measurement/plastics-industry/> consultado el 9-1-2018
7. Instructivo de determinación de densidad en plásticos propiedad de la organización "DITER".
8. Instructivo para medir el índice de fluidez propiedad de la organización "DITER".
9. Hojas de parámetros de producción propiedad de la organización "DITER".
10. Fotografías de equipos propiedad de la organización "DITER".