



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**CORRECCIÓN DE AVERÍAS EN EL EQUIPO DE INYECCIÓN PARA
CUMPLIR CON LAS NORMAS DEL PROCESO**

Alden Carlos Andrés González Rodríguez

Asesorado por el Ing. Juan Manuel León

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CORRECCIÓN DE AVERIAS EN EL EQUIPO DE INYECCIÓN PARA
CUMPLIR CON LAS NORMAS DEL PROCESO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ALDEN CARLOS ANDRÉS GONZÁLEZ RODRÍGUEZ
ASESORADO POR EL ING. JUAN MANUEL LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANA | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| VOCAL I | Ing. José Francisco Gómez Rivera |
| VOCAL II | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Kevin Armando Cruz Lorente |
| VOCAL V | Br. Fernando José Paz González |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma |
| EXAMINADOR | Ing. Wily Contreras |
| EXAMINADOR | Ing. Julio César Molina Zaldaña |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

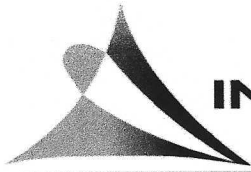
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

CORRECCIÓN DE AVERIAS EN EL EQUIPO DE INYECCIÓN PARA CUMPLIR CON LAS NORMAS DEL PROCESO

Tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 06 de mayo de 2011.

Alden Carlos Andrés González Rodríguez



INYECTORES DE PLÁSTICO, S.A.

GRUPO INDUSTRIAL EEC

Su aliado de confianza

Guatemala 04 de noviembre de 2021

Srs. Unidad de E.P.S.

Facultad de Ingeniería Mecánica

Por este medio informo que como Asesor de la practica del ejercicio profesional supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Alden Carlos Andres Gonzalez Rodríguez** de la carrera de Ingeniería Mecánica, con carne No. **2004-12640** procedí a revisar el informe final con titulo **“CORRECCIÓN DE AVERIAS EN EL EQUIPO DE INYECCIÓN PARA CUMPLIR CON LAS NORMAS DEL PROCESO”** el cual en virtud de esto **LO DOY POR APROBADO**, solicitando darle tramite respectivo.

Sin otro particular atentamente,

Ing. Juan Manuel de León

Jefe de Producción

Juan Manuel León Ramírez
Ing. Mecánico
Colegiado #4037

Diagonal 19, 8-95 Zona 21, Guatemala. C.C,
Tel: (502) 23265700. 24774714. Fax: (502) 24774814



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.162.2021

El Revisor de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **CORRECCION DE AVERIAS EN EL EQUIPO DE INYECCION PARA CUMPLIR CON LAS NORMAS DEL PROCESO**, del estudiante **Alden Carlos Andres Gonzalez Rodríguez, CUI 1609414740101, Reg. Académico No. 200412640** y habiendo realizado la revisión de Escuela se autoriza para que continúe su trámite en la oficina de Lingüística, Unidad de Planificación.

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Revisor
Coordinador Área Complementaria

Guatemala, noviembre de 2021



Guatemala, 8 de noviembre de 2021
REF.EPS.DOC.08.11.21

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S.) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica, **ALDEN CARLOS ANDRES GONZALEZ RODRIGUEZ, Registro Académico No. 2004-12640** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **CORRECCION DE AVERIAS EN EL EQUIPO DE INYECCION PARA CUMPLIR CON LAS NORMAS DEL PROCESO**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Carlos Anibal Chicojaj Coloma
Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



NISZ/ns



Guatemala 8 de noviembre de 2021.
REF.EPS. D.08.11.2021

Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S.) titulado **CORRECCION DE AVERIAS EN EL EQUIPO DE INYECCION PARA CUMPLIR CON LAS NORMAS DEL PROCESO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Alden Carlos Andres Gonzalez Rodriguez** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

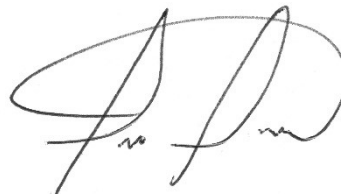
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

Ref.EIM.163.2021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **CORRECCION DE AVERIAS EN EL EQUIPO DE INYECCION PARA CUMPLIR CON LAS NORMAS DEL PROCESO**, del estudiante **Alden Carlos Andres Gonzalez Rodríguez** CUI **1609414740101**, Reg. Académico **200412640** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, noviembre de 2021
/aej


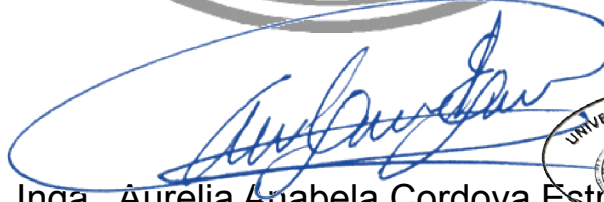
Facultad de Ingeniería

Decanato
24189101-
24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.060.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **CORRECCIÓN DE AVERIAS EN EL EQUIPO DE INYECCIÓN PARA CUMPLIR CON LAS NORMAS DEL PROCESO**, presentado por: **Alden Carlos Andrés González Rodríguez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Ariabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, enero de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios y a la virgen María** Por la vida, por estar siempre presentes en los momentos felices, y tomarme de la mano para consolarme en los momentos difíciles. Gracias por rodearme de amor y bendición.
- Mis padres** Ana Cecilia Rodríguez Solares y Carlos Humberto González por su invaluable apoyo, quienes me enseñaron a luchar para alcanzar mis metas, por cuidarme todos los días que dios me da, por creer en mí.
- Mis hermanos** Andrea Maria González Rodríguez, por el apoyo incondicional e inyectarme esas ganas de seguir.
- A mi hija** Por ser el motor principal que impulsa todas las metas y aspiraciones que tengo en esta vida.
- Mis amigas y amigos** Por su amistad incondicional un millón de gracias, amigos me que escucharon, me ayudaron, rieron y lloraron, pero sobre todo me permitieron ser parte de sus vidas.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala Por brindar los conocimientos necesarios para formarme como profesional.

Inyectores de Plástico S.A. Por permitirme desarrollar este trabajo en sus establecimientos.

Ing. Juan Manuel León Por su ejemplo profesional, sus conocimientos, orientaciones, persistencia, y motivación han sido fundamentales para mi formación.

Ing. Carlos Aníbal Chicojay Por su acertada asesoría y apoyo incondicional.

A todas las personas que de una u otra forma apoyaron a la realización de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| INDICE DE ILUSTRACIONES..... | V |
| GLOSARIO | VII |
| RESUMEN..... | IX |
| OBJETIVOS..... | XI |
| INTRODUCCIÓN | XIII |
| | |
| 1. MARCO TEÓRICO..... | 1 |
| 1.1. Reseña del Mantenimiento | 1 |
| 1.2. Breve historia de la organización del mantenimiento | 3 |
| 1.3. Objetivo del Mantenimiento | 3 |
| 1.4. Mantenimiento | 4 |
| 1.4.1. Alcance del Mantenimiento..... | 4 |
| 1.4.2. Mantenimiento Hidráulico | 5 |
| 1.4.3. Mantenimiento parcial..... | 5 |
| 1.4.4. Mantenimiento completo..... | 5 |
| 1.4.5. Mantenimiento neumático..... | 6 |
| 1.5. Equipo periférico para inyección..... | 6 |
| 1.6. Moldes | 7 |
| 1.7. Órdenes de trabajo..... | 9 |
| 1.7.1. Plan de mantenimiento | 14 |
| 1.8. Aspectos que se deben recoger en los procedimientos de mantenimiento | 15 |
| 1.9. Organización del mantenimiento de las máquinas | 16 |
| 1.10. Manual de mantenimiento | 17 |
| 1.11. Análisis de riesgo en mantenimiento | 18 |

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------|----|
| 1.11.1. | Tipos de riesgo de mantenimiento | 18 |
| 1.11.2. | Riesgos físicos | 19 |
| 1.11.3. | Riesgos eléctricos | 19 |
| 1.11.4. | Riesgos mecánicos | 19 |
| 1.11.5. | Riesgos térmicos..... | 20 |
| 1.11.6. | Riesgos químicos | 20 |
| 1.12. | Equipo de protección personal..... | 21 |
| 1.12.1. | Protección para oídos | 21 |
| 1.12.2. | Protección para ojos..... | 21 |
| 1.12.3. | Protección para el sistema respiratorio | 22 |
| 1.12.4. | Protección para el tronco..... | 22 |
| 1.12.5. | Protección para brazos..... | 22 |
| 1.12.6. | Protección para manos..... | 23 |
| 1.12.7. | Protección para piernas..... | 23 |
| 1.12.8. | Calzado de protección..... | 24 |
| 1.12.9. | Otra indumentaria de protección | 24 |
| 1.12.10. | Equipos completos | 25 |
| 1.13. | Normativa ISO9001:2008..... | 25 |
| 1.14. | Buenas prácticas de manufactura | 26 |
| 1.15. | HACCP..... | 26 |
| 1.16. | NSF | 27 |
| 1.17. | Empresa, generalidades de la institución objeto de análisis | 28 |
| 1.17.1. | Reseña histórica..... | 28 |
| 1.18. | Actividades..... | 29 |
| 1.19. | Ubicación | 29 |
| 1.20. | Averías encontradas | 29 |
| 1.20.1. | Análisis de riesgo en la institución..... | 38 |
| 1.20.2. | Riesgo en mantenimiento y reparación de la maquinaria..... | 38 |

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.21. | Maquinaria de Inyección..... | 38 |
| 1.21.1. | Unidad de cierre | 39 |
| 1.21.2. | Unidad de inyección | 39 |
| 1.21.3. | Controles | 39 |
| 1.21.4. | Bancada | 39 |
| 1.21.5. | Tolva..... | 40 |
| 1.21.6. | Sistemas de calefacción | 40 |
| 1.21.7. | Boquilla..... | 42 |
| 1.21.8. | Cilindro de plastificación | 42 |
| 1.21.9. | Tornillo de Inyección..... | 43 |
| 1.21.10. | Válvula antirretorno..... | 44 |
| 1.21.11. | Unidad de cierre | 44 |
| 1.21.12. | Sistema expulsión..... | 45 |
| 1.21.13. | Inyectora de cierre de rodillera | 45 |
| 1.21.14. | Inyectora de cierre directo con pistón hidráulico..... | 45 |
| 2. | FASE TÉCNICO PROFESIONAL | 47 |
| 2.1. | Plan de corrección de averías | 47 |
| 2.1.1. | Procedimiento de mantenimiento preventivo | 47 |
| 2.2. | Procedimiento para mantenimiento correctivo..... | 52 |
| 3. | FASE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE | 59 |
| 3.1. | Capacitación a operadores y mecánicos en normas de seguridad..... | 59 |
| 3.2. | Capacitación a operadores y mecánicos en GMP's | 60 |
| 3.3. | Capacitación a operadores y mecánicos en plan de mantenimiento enfocado al cumplimiento de HACCP e ISO 9001:2008..... | 60 |

CONCLUSIONES.....63
RECOMENDACIONES65
BIBLIOGRAFÍA.....67
APÉNDICES.....69

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|---------------------------------------------------|----|
| 1. | Vista superior del perfil de un molde | 7 |
| 2. | Logotipo de la empresa..... | 29 |
| 3. | Resistencias de cañón | 41 |
| 4. | Tipos de contacto de boquillas de inyección | 42 |
| 5. | Cañón de plastificación | 43 |
| 6. | Unidad de cierre de una inyectora | 44 |
| 7. | Organigrama | 54 |
| 8. | Flujo de proceso del mantenimiento | 57 |
| 9. | Capacitación seguridad..... | 59 |
| 10. | Capacitación GMPs..... | 60 |
| 11. | Capacitación Haccp e ISO 9001 | 61 |

TABLAS

| | | |
|------|--------------------------------------------------------------------|----|
| I. | Averías e tolva alimentadora de la materia prima | 30 |
| II. | Fugas de aceite..... | 32 |
| III. | Instalaciones deficientes de los componentes de las máquinas | 36 |
| IV. | Tolvas receptoras inadecuadas..... | 37 |

GLOSARIO

| | |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Acumulador hidráulico | Es un dispositivo en el que se mantiene un fluido oleo hidráulico incompresible sometido a una presión aplicada por una por una fuente de energía externa, utilizada en máquinas inyectoras de plástico para generar movimientos rápidos y poder hacer inyecciones de recipientes o piezas de pared delgada. |
| GMPs | Buenas prácticas de manufactura por sus siglas en ingles. |
| HACCP | Análisis de riesgo de puntos críticos de control por sus siglas en ingles. |
| Molde | Equipo cuyo propósito es recibir la masa plastificada del polímero en uso y dar determinada forma según su diseño. |
| MP-2 | ERP utilizado específicamente para la gestión del mantenimiento planeado. |
| Nitrilo | Derivado orgánico del cianuro, útil en aplicaciones de recubrimiento de telas para evitar cortes o penetraciones al manipular objetos punzocortantes. |

| | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Orden | Es un documento que ordena la realización de una tarea o conjunto de tareas, sirve de núcleo para la compilación de datos, ya sea para la orden en su conjunto o para los componentes individuales y sus procesos. |
| Pellet | Es una denominación genérica utilizada para referirse a pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido de diferentes materiales. |
| Plastificar | Punto de fundición de un polímero en el que se permite su transformación por inyección o extrusión. |
| Purga | Masa plástica resultante de la limpieza de los sistemas de producción de plástico, esta es una necesidad cotidiana de cualquier procesador, indiferentemente del proceso de producción que tenga en su planta ya que evita la contaminación cruzada de materiales sus distintos colores. |
| PYMES | Pequeñas y medianas empresas. |
| Touch screen | Del inglés que a su traducción significa Pantalla táctil, útiles en la interfaz hombre máquina para el desarrollo del proceso de un equipo. |

RESUMEN

En el presente informe de E.P.S., se tendrá un marco conceptual donde se definirán algunos conceptos sobre operación de los equipos, luego se verán algunos antecedentes sobre las auditorias del equipo de inyección en la planta, luego se definirá el porqué de la corrección de las averías en los equipos y su implementación. Luego se definirá el problema, colocando también sus delimitaciones, posteriormente se definirán los posibles métodos y técnicas; para el diseño de dicho proyecto, se definirán también los objetivos de la investigación, tanto el objetivo general, como los objetivos específicos, también se tendrá un listado de los logros que se esperan obtener al finalizar el proyecto.

Por otro lado, establecerá las variables, tanto independientes como las variables dependientes del problema, también se tendrá una delimitación del campo de estudio, tanto humana y geográfica.

También se tendrá un listado de todos los recursos que se podrán utilizar a la hora de realizar el proyecto, tomando en cuenta registros, recursos humanos, personal de mantenimiento, como los recursos materiales, como *software*, manuales de mantenimiento, entre otros.

Parte fundamental del proyecto consiste en la investigación para recopilar información de las causas y las soluciones para corregir estas averías y evitar que se sigan generando. Se calendarizará también un cronograma de actividades, durante el periodo del proyecto, también se hará un estudio del presupuesto y recursos que se necesitarían para la implementación de dicho proyecto y como se puede desarrollar este en el negocio.

Finalmente se tendrá la ayuda bibliográfica, de manuales de mantenimiento específicamente, y por último se llevará una tabla de los requisitos académicos para la realización de dicho proyecto, y se elaboró un diagrama de causa-efecto.

OBJETIVOS

General

Establecer un sistema que garantice la corrección de equipos para que estos cumplan con las normas de proceso de la planta.

Específicos

1. Establecer con base en una investigación el plan de acción de correcciones a implementar para eliminar el incumplimiento de las normas como acción correctiva.
2. Establecer el procedimiento de mantenimiento preventivo para mantener en condiciones correctas los equipos.
3. Establecer el procedimiento de mantenimiento correctivo para atender averías en equipos relacionadas al incumplimiento de normas.

INTRODUCCIÓN

Los planes de mantenimiento y las intervenciones en los equipos forman parte importante para lograr la inocuidad de los productos y garantizar una alta calidad de los procesos productivos en un negocio. Las normas de proceso como las GMP's, ISO 9001:2008, HACCP y NSF tienen un objetivo en común, incrementar la calidad de los productos, eliminar las malas condiciones y prácticas del proceso.

Los equipos de inyección no cuentan con un plan actualizado de intervención para corregir las averías que causan inconformidades en las normas que rigen los procesos. El plan de corrección de las averías para regresar a sus condiciones iniciales del equipo tiene un alcance que abarque desde la tolva alimentadora de la materia prima, las fugas de aceite, instalaciones deficientes de los componentes de las máquinas y tolvas receptoras hechas de manera inadecuada para cuidar la inocuidad de los equipos.

En este ejercicio profesional supervisado se deben identificar las averías, acciones correctivas para lograr el objetivo general que se detalla más adelante.

La información será recaudada directamente en los equipos, también apoyándose en los manuales de mantenimiento, personal técnico, operativo y registros de auditorías. La investigación será desarrollada en cada equipo para identificar claramente las averías y acciones que se deben considerar en estos.

También se tomará en cuenta las normas de seguridad para la realización del proyecto.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Reseña del Mantenimiento

El mantenimiento no es una función "miscelánea", produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

Para nadie es un secreto la exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa en mucho nuestra capacidad de respuesta. En este panorama, todos están inmersos y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado, pero ahora cobran mayor relevancia.

Particularmente, la imperativa necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados.

Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó la empresa a centrar sus esfuerzos de mejora, y con ello los recursos, en la función de producción. El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

Sin embargo, se sabe que la curva de mejoras incrementales después de un largo período es difícilmente sensible, a esto se une la filosofía de calidad total, y todas las tendencias que trajo consigo que evidencian, sino que requiere la integración del compromiso y esfuerzo de todas sus unidades. Esta realidad ha

volcado la atención sobre un área relegada: el mantenimiento. Ahora bien, ¿cuál es la participación del mantenimiento en el éxito o fracaso de una empresa? Por estudios comprobados se sabe que incide en:

- Costos de producción.
- Calidad del producto servicio.
- Capacidad operacional (aspecto relevante dado el ligamen entre competitividad y por citar solo un ejemplo, el cumplimiento de plazos de entrega).
- Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.
- Seguridad e higiene industrial, y muy ligado a esto.
- Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.
- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

Como se desprende de argumentos de tal peso, " El mantenimiento no es una función "miscelánea", produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. Ahora bien, ¿dónde y cómo empezar a potenciar a nuestro favor estas oportunidades? Quizá aquí pueda encontrar algunas pautas compitan con los mejores fabricantes.

La labor del departamento de mantenimiento está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

1.2. Breve historia de la organización del mantenimiento

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnico como económica del mantenimiento. Es la filosofía de la terotecnología. Todo ello ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información.

1.3. Objetivo del Mantenimiento

El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, de que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.

1.4. Mantenimiento

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones.

1.4.1. Alcance del Mantenimiento

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Se dice que algo falla cuando deja de brindar el servicio que debería dar o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

1.4.2. Mantenimiento Hidráulico

Solamente con la planificación y realización de actividades de mantenimiento de rutina se podrían evitar muchos problemas del sistema hidráulico. La prevención empieza con el conocimiento del daño causado por la contaminación.

- Problemas por partículas contaminantes: abrasión, fatiga, obstrucción

1.4.3. Mantenimiento parcial

- Comprobación el nivel de fluido hidráulico.
- Comprobación que no hay pérdidas en las bombas y cilindros hidráulicos.
- Comprobación de posibles pérdidas en las mangueras y líneas hidráulicas y en la zona del depósito hidráulico.
- Comprobación del estado de las conexiones en todas las líneas hidráulicas.
- Cambio del filtro hidráulico.
- Comprobación que los tornillos de los soportes y bombas hidráulicas no están flojos o se han perdido.

1.4.4. Mantenimiento completo

- Cambio del aceite hidráulico y lave las rejillas de la boca de llenado.
- Cambio de piezas desgastadas o en mal estado.

1.4.5. Mantenimiento neumático

En comparación con otros tipos de sistemas, se encuentran que los sistemas neumáticos presentan menos problemas y, como consecuencia, su duración sin problemas es mayor. Sin embargo, la experiencia industrial hace ver que incluso el mejor de los sistemas falla y, por consiguiente, para tener el cuidado necesario contra todas esas fallas, en especial las no pronosticadas y no programadas, es muy importante que se sujete el sistema neumático a verificaciones de mantenimiento preventivo, regulares y adecuadas, y debe llevarse a cabo una inspección rutinaria profunda de posibles descuidos para mantener el sistema funcionando con su eficiencia óptima. Con base en la experiencia se ha visto que un sistema neumático con buen mantenimiento presenta problemas mínimos y, probablemente, minimiza en gran parte el tiempo de para, con ciclos de trabajo más fructíferos.

1.5. Equipo periférico para inyección

Todo el mundo conoce la importancia de la inyección de plásticos en nuestros días, sólo hace falta mirar a nuestro alrededor para darse cuenta. Sin ir muy lejos, y para no haceros levantar de la silla: el ratón que ahora mismo estás tocando (levanta la mano y lo encontrarás), el monitor que ahora mismo estás viendo, y si miras las estanterías, pues los juguetitos que vende el mercado, los coches, las maquetas, entre otros.

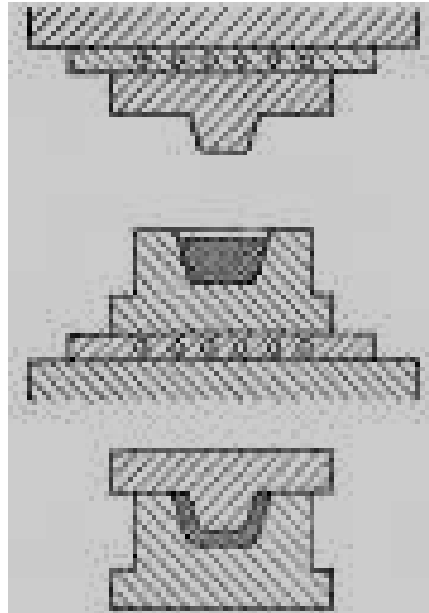
Muchos ya conoceréis que es la inyección de plásticos, y todo su mundo, las máquinas, los moldes, los procesos, entre otros.,

Es un proceso mediante el cual, calentando un material plástico hasta su licuación, se introduce dentro de un utillaje, llamado molde, que contiene la forma de la pieza a obtener.

En la imagen, se muestra el típico ejemplo de conformación de una pieza. Arriba (dos mitades), el molde está abierto y el plástico fundido está en la parte inferior, rellenando la cavidad. Abajo, el molde se ha cerrado y está conformando la pieza final a obtener, que, en este caso, podría ser semejante a un vaso (en la imagen sólo se muestra la sección).¹

¹ Hacker Mecánico. *La inyección de plásticos 1 ¿qué es?*
<https://hackermecanico.com/category/ingenieria/page/15/>. Consulta: enero de 2021.

Figura 1. **Vista superior del perfil de un molde**



Fuente: Hacker Mecánico. *La inyección de plásticos 1 ¿qué es?*
<https://hackermecanico.com/category/ingenieria/page/15/>. Consulta: enero de 2021.

1.6. **Moldes**

Después de haber enfriado la pieza, ya sea mediante algún sistema de refrigeración, o simplemente esperando a que baje la temperatura del conjunto, se puede volver a abrir el molde y extraer la pieza moldeada.

En este ejemplo se observó una situación de inyección de plásticos real, ya que, en esta imagen, el plástico ya está colocado en la cavidad antes de cerrar. En la inyección de plásticos la situación suele ser otra, primero se cierra el molde, y luego se inyecta el plástico para rellenar la figura, pero de momento me quedaré contento que se haya entendido el concepto de la conformación. Sino ha quedado claro, os recomiendo que sigáis durante esta semana por aquí, ya que os voy a

proponer un fácil ejercicio para que lo veáis con vuestros propios ojos y toquéis con vuestras propias manos.

Continuando con el tema de la inyección de plásticos. Se describen los elementos necesarios para inyectar piezas mediante este proceso. Básicamente son: material para inyectar, un molde, una máquina de inyección, y si es posible un señor/a, que sepa lo que hace.

- El material: Es la materia prima del proceso, de aquí saldrán las piezas fabricadas que habitualmente tocamos. Normalmente el plástico se encuentra (se compra) en estado sólido, en forma de bolitas de varios milímetros, llamado pellet; en función del plástico, se suele encontrar en su color natural, que varía desde un transparente, hasta un marrón oscuro, pasando por blancos, amarillos, cremas o naranjas. Para obtener los colores con los cuales se desea fabricar la pieza, se suelen mezclar con colorantes que también pueden ser de varias clases: líquidos, en polvo y en pellet.
- La máquina de inyección: es la máquina que proporciona la fuerza para cerrar el molde y inyectar el material en su interior. El molde se ancla, entre los dos platos que la máquina tiene, uno de ellos fijo, y el otro móvil. En esta máquina es donde se controlan todos los parámetros de funcionamiento, como la velocidad, la temperatura, los ciclos, entre otros.
- El hombre: para hacer que todo esto funcione, a parte unas instalaciones adecuadas, suelen hacer falta algunas personas desde el inicio del proceso, aunque puede ser la misma, la que lo haga todo. En primer lugar, se debe hacer la preparación del molde dentro de la máquina, ajustando todos los parámetros, tanto físicos (apretar tornillos, colocar en la posición,

entre otros.), como órdenes a la máquina para empezar a trabajar (velocidades, tiempos, movimientos, entre otros.). En segundo lugar, está la carga y seguimiento de material, mediante cualquier sistema de alimentación, manual (un hombre y un saco) o automático (un hombre y un sistema de transporte). En tercer lugar, se debe controlar que las piezas que se están obteniendo, cumplen con los requisitos de calidad que se demandan.

1.7. Órdenes de trabajo

La denominada, generalmente, Orden de trabajo u Orden de producción es un sencillo procedimiento que desde los inicios de la industrialización y de su racionalización, se viene utilizando en todas partes. No obstante, la sencillez del sistema, que contrasta con su gran aportación a la organización industrial, existe bastantes PYMES que no la utilizan o no le sacan todo el partido posible.

Hay que considerarla inscrita en el marco de una planificación de la fabricación o producción de la empresa. Con la Orden de Fabricación pueden coexistir otros documentos tales como:

- Pedidos
- Hojas de rutas
- Vales de materiales
- Vales de devoluciones
- Planos
- Fichas de control horario
- Hojas de control de calidad

Y otros diversos documentos utilizados, tradicionalmente, en la producción industrial o en la prestación de determinados servicios.

Se trata, en todo caso, de organizar con una determinada sistemática los procesos de fabricación tendentes a obtener productos, bien para cumplimentar los pedidos de los clientes directamente o para abastecer almacenes para su posterior venta o distribución comercial.

Una producción que no esté sujeta a un control y a una organización de los medios materiales y humanos disponibles y necesarios será, siempre, una producción anárquica y desorganizada. Y, además, perderá la ocasión de controlar esos medios y los costos que conllevan.

En este ambiente industrial, la Orden de Fabricación es un elemento de planificación que indica, según los casos y las variantes de cada lugar, para cada lote a producir, pedido a cumplimentar, productos concretos a fabricar o similares:

- Los materiales que han de utilizarse y / o los realmente empleados.
- Las máquinas que han de intervenir
- La mano de obra necesaria
- Los planos, croquis o esquemas necesarios
- El circuito administrativo o de recorrido de la Orden
- Las autorizaciones necesarias
- La firma de los empleados o de los mandos intermedios que intervienen en esa producción.
- Las fechas de planificación, producción y terminación de los productos fabricados.
- Los tiempos empleados

Su diseño puede ser muy variado, pero todos o la mayoría de esos datos suelen aparecer en una Orden de fabricación. En su formato más clásico, tendríamos:

- Las referencias y códigos de la orden
- Un área de la Orden para materiales.
- Un área de la Orden para mano de obra
- Un área de la Orden para máquinas
- Un área de la Orden para croquis o dibujos o para referencias de planos
- Un área de la Orden para firmas y autorizaciones
- Indicación de las Secciones o Departamentos por las que ha de pasar.

El área o parte de la Orden de trabajo destinada a Materiales suele referenciar todos aquellos que se precisan, para esa fabricación concreta, o referirse a listados, vales u hojas adjuntas en las que aparecen estos. Lógicamente será preciso un avituallamiento de esos materiales para llevar a cabo esa producción.

Esta parte suele, por tanto, ser una estimación o planificación de esos materiales necesarios.

El área o parte de la Orden referida a mano de obra, suele destinarse para indicar, bien los tiempos estimados y los reales, bien solamente los reales que han sido necesarios para esa fabricación. Esto puede anotarse como dato procedente de fichadas en relojes de control de tiempos, o como indicación directa de operarios, Encargados o jefes de equipo. Su objetivo es poder conocer los tiempos, medidos en horas, minutos o cualquier otra referencia horaria, que se han invertido en la fabricación de los productos objeto de esa Orden.

El área destinada a indicar las máquinas que intervienen puede ofrecer diversas variantes.

Unas veces se indican la máquina o máquinas precisas para cada Orden. Otras se hacen órdenes por máquinas. Como quiera que sea, se estará ligando una determinada producción a unas máquinas concretas.

Las Órdenes de Fabricación pueden llevar un recuadro para indicar croquis o dibujos, con dimensiones o medidas, de aquellas piezas, elementos o productos a fabricar. Cuando éstos son más complejos, suelen acompañarse con los planos necesarios para la fabricación y/o el montaje.

Siempre existe en las Órdenes de Fabricación algún recuadro para la firma del operario que ha intervenido, de su Encargado, Jefe de Equipo o Jefe de Producción correspondiente. Estas firmas suelen ser una forma de plasmar el ejercicio de las respectivas responsabilidades y autoridades de las partes implicadas o que intervienen en la fabricación.

Todo lo anterior puede, como se ha dicho, tener diversas variantes y formas de llevarse a cabo. Pero la filosofía y su finalidad es la indicada.

La Orden de Trabajo suele acompañar a los productos en sus diversas fases de fabricación. Podrá ir de un operario a otro, de una máquina a otra o de una sección a otra. La casuística es muy amplia, pero al final del proceso, la Orden habrá recogido toda la información que permitirá:

Conocer los materiales utilizados y las cantidades físicas empleadas y los desperdicios producidos.

Cuantificar los tiempos de mano de obra empleados, incluidos los de paradas, tiempos muertos o perdidos por las circunstancias que correspondan.

Saber las piezas o elementos fabricados o producidos y, posiblemente, los devueltos o defectuosos.

Esto entronca directamente con los denominados “costes directos” o de los medios empleados en la fabricación. La mano de obra directa y los materiales utilizados darán la medida de los costes reales de naturaleza directa, o sea, los realmente consumidos en esa fabricación concreta.

Por supuesto, dado que se está en la época de la informatización y puesto que muchas fábricas y talleres de producción cuentan con terminales de ordenador en muchos puntos, es posible y recomendable llevar las Órdenes de Fabricación mediante *software* informático. Todo lo dicho antes es perfectamente adaptable al uso de la informática y de las modernas tecnologías de las comunicaciones.

Bastará diseñar, con las aplicaciones de que se disponga en cada caso, los formatos de hojas de Órdenes de Fabricación que recojan información acerca de los medios a emplear, antes mencionados. Y se podrá obtener, además, una abundante información complementaria y una amplia posibilidad de manejo y tratamiento de los datos que se vayan generando

Será posible, entonces, unir directamente:

- La planificación de la producción
- El control de esta y sus consumos materiales y de mano de obra
- La determinación y cálculo de costes directos

- La determinación y cálculo de costes totales
- El control de los costes
- Los cálculos de rentabilidades

Finalmente, se debe de considerar que la preparación de las Órdenes de Fabricación, que evidentemente requieren un esfuerzo de tiempo y de planificación, no es nunca algo perdido o inútil.

Al contrario, su utilidad está siempre garantizada y la relación costo/beneficio de su implantación siempre será positiva para la empresa.

En la gran empresa esto no admite la menor discusión. No sucede del mismo modo en las PYMES. Quienes están al frente de estas empresas más pequeñas, de carácter industrial, de instalaciones o montajes e, incluso, de prestación de determinados servicios deben comprender y convencerse, si es que no lo están ya, de la bondad absoluta de una planificación de la producción, debidamente organizada, mediante órdenes de trabajo o similares.

1.7.1. Plan de mantenimiento

Es evidente que, para poder garantizar la conformidad de la máquina en todo momento, además de adoptar las medidas necesarias para lograr la conformidad inicial, es necesario llevar a cabo un mantenimiento que asegure dicha conformidad durante toda la vida productiva de la máquina. La carencia de este llevaría necesariamente a una degradación de algunos elementos fundamentales pudiendo dar lugar a situaciones peligrosas con el consiguiente riesgo que ello puede generar para los trabajadores.

1.8. Aspectos que se deben recoger en los procedimientos de mantenimiento

- Seguir las instrucciones del fabricante de la máquina.
- En su defecto, establecer las características, condiciones de uso y circunstancias que puedan influir en su deterioro.
- Personal autorizado: recibir los programas de formación necesarios.
- Mantener una política clara de información e instrucciones.
- Evaluar los riesgos y las medidas de control
- Establecer un procedimiento que garantice la parada total de la máquina.
- Establecer aquellas medidas que sean necesarias para evitar la puesta en marcha accidental de la misma.

La consignación de la máquina implica necesariamente una parada total de la misma y, por lo tanto, la realización de una tarea de mantenimiento segura.

El objetivo es conseguir la ausencia de riesgo por interrupción de los movimientos de la máquina garantizando su estado de reposo mientras dure la tarea de mantenimiento. Esto conlleva necesariamente las siguientes acciones:

- Separación de la máquina de todas las fuentes de energía: eléctrica, neumática, hidráulica, mecánica, térmica.
- Bloqueo de todos los aparatos de separación: seccionadores, llaves, válvulas, distribuidores manuales, conexiones rápidas, entre otros.
- Disipación o retención de cualquier energía acumulada.

Para ello es necesario:

- Purga de acumuladores hidráulicos.

- Vaciado de recipientes de aire comprimido.
- Descarga de condensadores.
- Desplazamiento por gravedad de algunos elementos, entre otros.
- Verificación, mediante un procedimiento de trabajo seguro de que las tres acciones anteriores han cumplido su objetivo.

1.9. Organización del mantenimiento de las máquinas

Las necesarias tareas de mantenimiento pueden llevarse a cabo de dos formas diferentes: con medios propios o, mediante un contrato con empresas externas. A continuación, se señalan los aspectos necesarios que hay que considerar en ambos casos.

- Efectuar las evaluaciones de riesgos y llevar a cabo las medidas preventivas correspondientes.
- Formatizar las tareas y llevar su aplicación a la práctica.
- Formación del personal.
- Autorización del personal.
- Mediante Contrato Externo
- Informar a la contrata sobre los riesgos propios, las medidas preventivas y de emergencia que deben aplicarse.
- Exigir a la contrata la evaluación de riesgos y la planificación de su actividad preventiva para las tareas contratadas.
- Exigir a la contrata la acreditación de cumplimiento sobre la información y formación dada a los trabajadores que vayan a desarrollar las tareas contratadas.
- Vigilar el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales por parte de la contrata en el desarrollo de las tareas contratadas.

- Informar a los trabajadores propios de los riesgos derivados de las tareas contratadas.

1.10. Manual de mantenimiento

La actividad de mantenimiento se rige por un manual de mantenimiento, que puede llevar incorporado uno o varios de los manuales mencionados anteriormente.

En el manual de mantenimiento se describen las normas que se aplican en la empresa para el desempeño de la función de mantenimiento. Puede incluir también los métodos de normalización para el mantenimiento y/o la reparación de equipos y dispositivos. Contiene además los conceptos de gestión de mantenimiento propios de la organización y la importancia del mismo en la consecución de los objetivos.

El tamaño de la empresa no es el criterio fundamental para determinar si existe la necesidad de usar un manual de mantenimiento. El tamaño de la empresa influirá sobre el tamaño del manual y su contenido, pero nunca sobre la necesidad de su utilización como medio de comunicación. Un trabajador no podrá cumplir su labor adecuadamente, si no se le explica bien o no comprende perfectamente qué debe hacer, cómo, cuándo, porqué y cuál es la importancia de su trabajo dentro de la organización.

En el manual de mantenimiento, deben estar contempladas por separado las cuestiones de orden administrativo y las de carácter técnico; además deberá incluir los siguientes aspectos básicos:

- **Objetivos:** describe lo que se desea lograr con el manual.
- **Alcance:** define lo que abarca la actividad cubierta por el manual.
- **Responsabilidades y organización:** determina qué unidad o individuos son responsables del mantenimiento de qué instalación o equipo. Además, indica quien debe responder frente al resto de la organización, las interrelaciones entre las unidades de mantenimiento, así como las de mantenimiento con el resto de las entidades de la empresa.
- **Definiciones:** un glosario o lista de las palabras y terminología típicas del mantenimiento, para mejor comprensión de su contenido.
- **Referencias:** señalamiento preciso de otros documentos que contienen el o los tópicos a los cuales se hace mención.
- **Función:** objeto concreto del manual (reparación, inspección, prueba, entre otros.) y las gamas, instrucciones, procedimientos, normas, entre otros. Aplicables en cada caso.

1.11. Análisis de riesgo en mantenimiento

La realización de cualquier tarea de mantenimiento está asociada con un cierto riesgo, tanto respecto de la realización incorrecta de una tarea de mantenimiento específica, como de las consecuencias que la realización de la tarea acarrea en otro componente del sistema, esto es, la posibilidad de inducir un fallo en el sistema durante el mantenimiento.

1.11.1. Tipos de riesgo de mantenimiento

Para evitar posibles lesiones causadas durante la realización de la práctica, es necesario que los estudiantes al momento de realizarla tengan en cuenta los diferentes tipos de riesgos que se presentan durante la manipulación de plásticos.

1.11.2. Riesgos físicos

Al trabajar con una máquina de conformación se está expuesto a riesgos mecánicos, debido al movimiento de las máquinas, sistemas de presión neumática e hidráulica, ruido, calor y vibraciones, los cuales pueden producir lesiones graves al operario u otra persona. Para protegerse de estos peligros lo más importante es conocer bien el funcionamiento de la máquina y las partes en movimiento que podrían generar una lesión, para evitar la exposición innecesaria a estas, y utilizar elementos de protección personal como gafas y tapa oídos entre otros.

1.11.3. Riesgos eléctricos

Respecto a la parte eléctrica es necesario tener los cuidados básicos como son el no operar el sistema bajo humedad extrema, con las manos humedecidas o usando joyas y elementos metálicos que podrían generar un corto circuito. En lo que concierne al inicio en los procedimientos de conexión eléctrica de las máquinas de conformación de plásticos, se debe encender la alimentación principal, abrir el sistema de control eléctrico y energizarlo, para su posterior uso.

1.11.4. Riesgos mecánicos

La disposición del puesto de trabajo mantiene alejado al trabajador de riesgos mecánicos, pero se debe tener cuidado con el movimiento del embolo – husillo en el momento de plastificar o inyectar, el cual se hace repentinamente cuando la leva toca uno de los interruptores de comienzo o final de carrera, y este se desplaza de tal forma que puede golpear o atrapar a otra persona u objeto que este en el recorrido normal de la máquina.

Otros riesgos mecánicos que se producen con menor probabilidad por el diseño de la máquina, son en la unidad de cierre, ya que el operario es quien acciona esta unidad, de lo anterior la única forma por la cual se podría generar una lesión es que otra persona introduzca la mano u otro elemento mientras el operario cierra la unidad; otro riesgo sería al acercarse la boquilla de la máquina al canal de llenado del molde, en el cual como en el caso anterior solo se puede producir si otro individuo se interpone entre el molde y la inyectora mientras el operario está realizando la aproximación.

1.11.5. Riesgos térmicos

El riesgo con mayor grado de peligrosidad es el térmico, ya que la unidad de plastificación de cualquier máquina de conformado de plásticos está expuesta y es posible tener contacto con ella por equivocación; generalmente, esta unidad está compuesta por tres bandas calefactoras y un cilindro plastificador los cuales pueden producir graves quemaduras si se tiene contacto directo durante su funcionamiento.

Para la inyectora, durante la limpieza de la boquilla de la máquina o del canal de llenado del molde es necesario usar elementos de protección personal, con el fin de evitar quemaduras con la unidad de plastificación o la boquilla; entre los elementos usados para este procedimiento están los guantes de carnauba, overol, pinzas, espátula, mascarilla.

1.11.6. Riesgos químicos

Dependiendo del polímero termoplástico que se está procesando es necesario tener diferentes cuidados y usar diferentes elementos de protección personal e industrial; entre los más peligrosos para la salud humana al ser

inhalados se encuentran los gases producidos por el Etilenpropileno fluorado, el policlorotrifluoroetileno y el politetrafluoroetileno; respecto a seguridad en la maquinaria se debe tener en cuenta ciertos plásticos que pueden ser corrosivos como el PVC (cloruro de polivinilo).

1.12. Equipo de protección personal

Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

1.12.1. Protección para oídos

Uno de los factores más importantes que se deben tomar en cuenta para la selección de equipo protector de oídos es la capacidad que tiene de reducir el nivel de decibeles al que se está expuesto.

- Orejeras: se enganchan a la cabeza y cubren ambos oídos
- Tapones para los oídos: individuales, menor protección

1.12.2. Protección para ojos

- Pantalla de soldador.
- Anticristales.
- Gafas.
- Gafas de sol.

1.12.3. Protección para el sistema respiratorio

- Filtros: el más sencillo, un pañuelo sobre la boca y nariz.
- Mascarilla.
- Máscaras.
- Máscara antipartículas: evita la polución.
- Máscara antigás: evita materiales tóxicos.
- Máscara de buzo (escafandra): cubre toda la cabeza.
- Máscara de oxígeno: utilizada por pilotos en vuelos a mucha altura.
- Equipo autónomo de respiración: bombonas de oxígeno para submarinistas, bomberos o equipos de salvamento.
- Guantes de protección contra aguas fuertes o sustancias químicas.
- Máscaras con filtros.

1.12.4. Protección para el tronco

- Chaleco.
- Armadura.
- Arnés, usado por ejemplo en un parapente.
- Cinturón de sujeción del tronco.

1.12.5. Protección para brazos

- Codera: para hacer más leves los golpes en el codo.
- Muñequera, usada por deportistas para prevenir lesiones en la muñeca.

1.12.6. Protección para manos

- Guantes de nitrilo.
- Guantes.
- Para evitar infecciones o contaminación: por ej. los de látex, vinilo o nitrilo.
- Para protegerse de temperaturas muy elevadas (por ej. los de soldador, o los necesarios para operar un horno).
- Para evitar el frío.
- Para protegerse de peligros mecánicos como la fricción (por ej. los de malla de acero).
- Para evitar heridas hechas por objetos punzantes.
- Para soportar impactos, como los de un portero.
- Guante sin dedos, como el que usan los ciclistas para no perder la destreza en los dedos.

1.12.7. Protección para piernas

- Pantalones especiales.
- Chaps (chaparajos), pantalones usados por vaqueros, herreros, o para poder caminar entre cactus y similares sin pinchazos.
- Rodilleras, usada por ciclistas y motociclistas, entre otros.
- Tobilleras.
- Protección para genitales.
- Protección de espuma o cuero grueso para mujeres.
- Coquilla para hombres, como la que se usa en karate o béisbol.
- Pañales, usados por bebés o ancianos con incontinencia urinaria.

1.12.8. Calzado de protección

- Zapatos especiales (impermeables, suela antideslizante, duros).
- Zuecos.
- Botas.
- Botas plásticas.
- Botas de seguridad con puntera de acero para proteger de objetos que caigan, o con suela especial para evitar pinchazos.
- Botas de seguridad con puntera de fibra de vidrio.
- Botas de seguridad dieléctrica.
- Zapatos con suela antideslizante.

1.12.9. Otra indumentaria de protección

- Ropa de alta visibilidad.
- La que se usa en escalada y en construcción para evitar caídas: arnés, cintas, mosquetón, cuerda, y otros.
- Ropa de alta visibilidad: fosforescente, por ejemplo, para asegurarse de que la persona se vea de noche o con niebla, y así evitar accidentes de tráfico.
- Traje ignífugo para bomberos y otros trabajadores cercanos al fuego.
- Cinturones o chalecos reflectantes.
- Ropa antiestática para no dañar componentes electrónicos por una descarga electrostática.
- Chaleco salvavidas usado al navegar o en el descenso de ríos.
- Cinturón de seguridad en los automóviles.
- Delantal o bata usada en hospitales, laboratorios, y talleres.
- Impermeable para protegerse de la lluvia.

1.12.10. Equipos completos

- Traje de apicultura usado por apicultores, que han de evitar, entre otras cosas, que no entren abejas por los pantalones.
- Equipo para usar una sierra eléctrica (ropa con tela Kevlar, guantes antivibración, botas de seguridad, casco con protección facial, y orejeras).
- Traje NBQ: Traje completo para la protección contra la contaminación Química y Bacteriológica.
- Indumentaria para trabajar con bajas temperaturas, por ejemplo, neveras en la industria alimentaria.

1.13. Normativa ISO9001:2008

Esta norma especifica los requisitos de un sistema de gestión de calidad, con el cual una organización busca evaluar y demostrar su capacidad para suministrar productos que cumplan con los requisitos de los clientes y los reglamentos aplicables, y con ello aumentar la satisfacción de sus clientes.

La ISO 9001 y la ISO 9004 son un “par coherente” de normas que relacionan la gestión de la calidad con los procesos y actividades de una organización, y fomentan la mejora continua y el logro de la satisfacción del cliente. La ISO 9001, que se enfoca en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para cumplir los 6 requisitos de los clientes, se usa para certificación o para acuerdos contractuales entre proveedores y compradores. La ISO 9004 en cambio, no se puede usar para certificación, ya que no establece requisitos, sino que proporciona orientación sobre la mejora continua del desempeño de una organización.

1.14. Buenas prácticas de manufactura

Las buenas prácticas de fabricación (en inglés Good Manufacturing Practice, GMP) son aplicables a las operaciones de fabricación de medicamentos, cosméticos, productos médicos, alimentos y drogas, en sus formas definitivas de venta al público incluyendo los procesos a gran escala en hospitales y la preparación de suministros para el uso de ensayos clínicos para el caso de medicamentos.

Se encuentran incluidas dentro del concepto de Garantía de Calidad, constituyen el factor que asegura que los productos se fabriquen en forma uniforme y controlada, de acuerdo con las normas de calidad adecuadas al uso que se pretende dar a los productos y conforme a las condiciones exigidas para su comercialización. Las reglamentaciones que rigen las BPF tienen por objeto principal disminuir los riesgos inherentes a toda producción farmacéutica.

Los riesgos existentes son esencialmente de dos tipos: contaminación (en particular de contaminantes inesperados) y mezclas (confusión).

1.15. HACCP

El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC o HACCP, por sus siglas en inglés) es un proceso sistemático preventivo para garantizar la seguridad alimentaria, de forma lógica y objetiva. Es de aplicación en industria alimentaria, aunque también se aplica en la industria farmacéutica, cosmética y en todo tipo de industrias que fabriquen materiales en contacto con los alimentos. En él se identifican, evalúan y previenen todos los riesgos de contaminación de los productos a nivel físico, químico y biológico a lo largo de todos los procesos

de la cadena de suministro, estableciendo medidas preventivas y correctivas para su control, tendientes a asegurar la inocuidad.

En 1959 comenzó el desarrollo del APPCC, siendo los pioneros del mismo la compañía Pillsbury junto con la NASA y laboratorios de la Armada de los Estados Unidos. El proceso inicial consistía en un sistema denominado Análisis modal de fallos y efectos (AMFE), cuya utilidad reside en el estudio de causas y los efectos que producen.

1.16. NSF

NSF, en colaboración con la EPA (Agencia de Protección Medioambiental) y teniendo en cuenta tanto las necesidades de la industria como las de los usuarios finales, ha creado Normas y programas de certificación y pruebas para asegurar que los sistemas cumplan estos propósitos.

La certificación NSF garantiza (mediante pruebas) que:

- El sistema sea capaz de reducir los contaminantes estipulados por el fabricante.
- El sistema sea estructuralmente competente y no añada sustancias nocivas al agua.
- Que la publicidad, la documentación y el etiquetado del producto no contengan información falsa o engañosa.
- Las instalaciones de producción sean sometidas a inspecciones imprevistas por NSF y que todos los modelos se vuelvan a probar periódicamente.

1.17. Empresa, generalidades de la institución objeto de análisis

A continuación, se hace una breve descripción de la historia de la empresa en estudio.

1.17.1. Reseña histórica

La empresa Inyectores de Plástico S. A. es una empresa sólida, fundada en 1974, que se dedica a la transformación de resinas plásticas en productos especializados para la industria de bebidas, alimentos, pinturas, cuidados del hogar y agroindustria en general. Se inició con una planta de inyección para fabricar cajillas para refrescos, tapas, cubetas industriales, entre otros.

En 1990, inició la fabricación de envases extrusión sople en polietileno y policarbonato. Desde entonces la empresa ha sostenido un vigoroso crecimiento, con un enfoque en desarrollo de productos de alta tecnología y clientes industriales con requerimientos de estándares de calidad de clase mundial.

Actualmente opera en un complejo industrial con equipos de tecnología de punta para moldeo por inyección, soplado, extrusión, así como desarrollo y fabricación de moldes.

Como parte del compromiso de la empresa en el cuidado del medio ambiente, a partir de 1995, se forma la empresa hermana Reciclados de Centro América, S. A., la planta más avanzada en reciclaje de plásticos en Centro América.

Inyectores de Plástico S. A. tiene como política, invertir el mayor porcentaje de sus beneficios, en el desarrollo del recurso humano, la innovación y el crecimiento del negocio.

Forma parte del Grupo Industrial Empaques, Embalajes y Complementos (GIEEC), conglomerado de empresas líder en la región, con presencia en Centro América, Panamá, México y el Caribe.²

² QuimiNet. *Inyectores de Plástico S.A.* <https://www.quiminet.com/shr/es/inyectores-de-plastico-s-a-2330412643.htm>. Consulta: enero de 2021.

Figura 2. Logotipo de la empresa



Fuente: QuimiNet. *Inyectores de Plástico S.A.* <https://www.quiminet.com/shr/es/inyectores-de-plastico-s-a-2330412643.htm>. Consulta: enero de 2021.

1.18. Actividades

Se encuentra enfocada en atender las necesidades de la industria de bebidas, alimentos, pinturas y agroindustria en general que trabajan con altos estándares de calidad. Fabrican tapas de alta precisión, preformas, envases de polietileno, polipropileno, policarbonato, PET y cajillas para transporte.




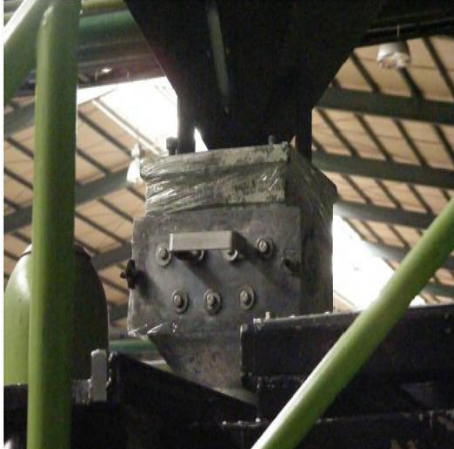
1.19. Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en la 19 Avenida 8-95 zona 21 de la Ciudad de Guatemala, en el Departamento de Guatemala, Guatemala C.A.





1.20. Averías encontradas

Dentro de las averías frecuentes en las máquinas inyectoras de plástico, se pueden encontrar las siguientes:

Tabla I. **Averías e tolva alimentadora de la materia prima**





| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Tolva alimentadora sujeta con cinta adhesiva</p> <p>Máquina i6</p>  | <p>Tolva sujeta de la manera incorrecta.</p> <p>Máquina i10</p>  |
| <p>Tolva alimentadora reforzada con cinta adhesiva (tape).</p> <p>Máquina i12</p>  | <p>Tolva alimentadora sujeta con cinta adhesiva (tape).</p> <p>Máquina i15</p>  |

Continuación de la tabla I.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Tolva alimentadora sujeta con cinta adhesiva (tape).</p> <p>Máquina i19</p>  A photograph showing a hopper feeder mounted on a machine. The hopper is secured to the machine's frame with a piece of yellow adhesive tape. The machine is blue and red, and the hopper is white. | <p>Tolva alimentadora sujeta con cinta adhesiva (tape).</p> <p>Máquina i23</p>  A close-up photograph of a hopper feeder secured to a machine with adhesive tape. The tape is yellow and is applied in a crisscross pattern over the hopper and the machine's frame. |
| <p>Instalación deficiente con pitas</p> <p>Máquina i24</p>  A photograph of a hopper feeder secured to a machine with several yellow and red straps. The hopper is green and the machine is green and black. | <p>Instalación deficiente con pitas</p> <p>Máquina i25</p>  A photograph of a hopper feeder secured to a machine with a wooden plank and red tape. The hopper is blue and the machine is blue and black. |

Fuente: elaboración propia. Inyectores de Plástico, S.A.

Tabla II. Fugas de aceite

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Bote de jabón de manos utilizado para canalizar aceite.</p> <p>Máquina i1</p>  A photograph showing a grey hand soap dispenser hanging from a metal structure of a machine. The dispenser is tilted and appears to be used for channeling oil. | <p>Fuga de aceite en válvula situada debajo de la unidad de cierre.</p> <p>Máquina i2</p>  A photograph showing a close-up of a valve assembly on a machine. A blue plastic pan is placed on the floor to catch a leak of oil from the valve. |
| <p>Fuga de aceite en el pistón de la unidad de cierre.</p> <p>Máquina i2</p>  A photograph showing a large industrial machine in a factory setting. A white bucket is placed on the floor to catch a leak of oil from a piston. | <p>Fuga de aceite en la unidad de inyección.</p> <p>Máquina i2</p>  A photograph showing a close-up of an injection unit on a machine. A blue plastic pan is placed on the floor to catch a leak of oil from the unit. |

Continuación de la tabla II.

Fuga de aceite en válvula situada
abajo de unidad de cierre.

Máquina i2



Fuga de aceite en unidad de
Inyección.

Máquina i4



Fuga de aceite en la unidad de
inyección.

Máquina i24







Fuga de aceite una unidad de
inyección.

Máquina i8



Continuación de la tabla II.


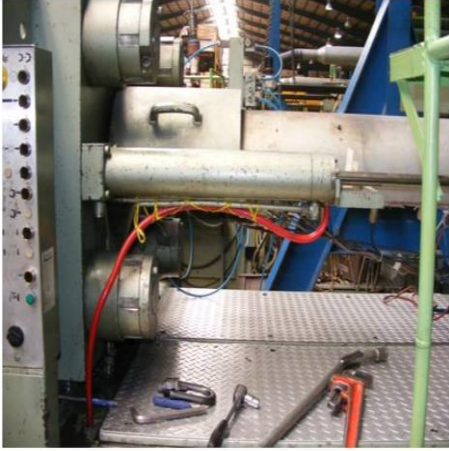

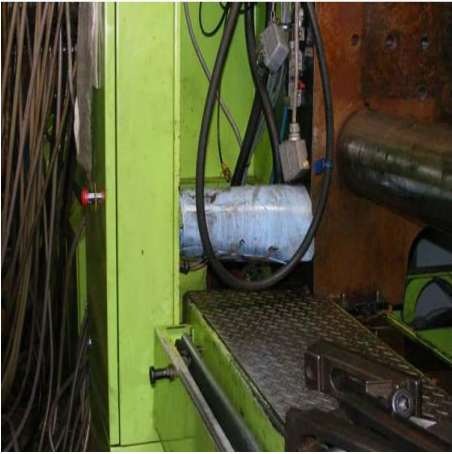
| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Fuga de aceite en unidad de inyección.</p> <p>Máquina i12</p>  | <p>Fuga de aceite en sistema hidráulico de la unidad de inyección.</p> <p>Máquina i14</p>  |
| <p>Fuga de Aceite en la unidad de inyección.</p> <p>Máquina i15</p>  | <p>Fuga de aceite en la unidad de cierre.</p> <p>Máquina i16</p>  |

Continuación de la tabla II.

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Fuga de aceite debajo de la unidad de cierre.</p> <p>Máquina i17</p>  | <p>Fuga de aceite en la unidad de inyección.</p> <p>Máquina i18</p>  |
| <p>Fuga de aceite en el sistema hidráulico de expulsor.</p> <p>Máquina i21</p>  | <p>Fuga de aceite en el sistema hidráulico de inyección.</p> <p>Máquina i21</p>  |

Fuente: elaboración propia. Inyectores de Plástico, S.A.

Tabla III. **Instalaciones deficientes de los componentes de las máquinas**

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Sistema neumático cadente de una instalación segura y formal.</p> <p>Máquina i1</p>  | <p>Mala instalación de manguera debajo de unidad de inyección.</p> <p>Máquina i4</p>  |
| <p>Filtro deteriorado</p> <p>Máquina i8</p>  | <p>Instalaciones deficientes.</p> <p>Máquina i25</p>  |

Fuente: elaboración propia. Inyectores de Plástico, S.A.

Tabla IV. **Tolvas receptoras inadecuadas**

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Tolva recibidora hecha de materiales contaminantes de producto.</p> <p>Máquina i1</p>  | <p>Falta de tolva receptora de producto debajo de unidad de cierre.</p> <p>Máquina i4</p>  |
| <p>No posee tolva recibidora de producto terminado.</p> <p>Máquina i8</p>  | <p>No posee tolva receptora de producto terminado.</p> <p>Máquina i10</p>  |

Fuente: elaboración propia. Inyectores de Plástico, S.A.

1.20.1. Análisis de riesgo en la institución

Dentro de las instalaciones de la fábrica, se corren muchos riesgos de los antes mencionados, debido a todas las fallas y malas instalaciones al respecto.

1.20.2. Riesgo en mantenimiento y reparación de la maquinaria

Los riesgos que se tienen durante la reparación de los inyectores de plástico o cualquiera de sus componentes o secciones, deberá protegerse al operador de mantenimiento con el equipo adecuado indicado según el manual y el protocolo de mantenimiento del manual de seguridad de la empresa.

1.21. Maquinaria de Inyección

En 1920 se construyó en Alemania una máquina para la producción de piezas de materiales termoplásticos, mediante el proceso de inyección, dicha máquina era totalmente manual, posteriormente, en 1927 y en el mismo país, se desarrolló una máquina para inyección de plásticos accionada por cilindros neumáticos, pero no tuvo mucho éxito debido a que se requería de máquinas con presiones superiores.

El verdadero auge de este proceso sucedió entre los años 1930 a 1940 con las aplicaciones para los recién descubiertos poliestireno y acrílico, se observó que el proceso permitía la fabricación rápida y económica de artículos útiles. A las máquinas manuales siguieron máquinas accionadas hidráulicamente, cuya construcción alcanzó su verdadero desarrollo hasta el término de la segunda guerra mundial. Eran equipos que no requerían complicados y costosos sistemas hidráulicos para operar, por su sencillez se podían instalara en pequeños locales.

A partir de ese momento, el desarrollo y la evolución técnica fue sorprendente. Actualmente, se cuenta con máquinas totalmente automáticas que no requieren de la intervención del operador.³

Las partes que forman a una máquina de inyección son:

³ CMC & FYQ. *Proceso de fabricación de plásticos: Inyección.* <http://flipaperfapeno.blogspot.com/2012/06/proceso-de-fabricacion-de-plasticos.html>. Consulta: marzo de 2021.

1.21.1. Unidad de cierre

También es conocida como unidad de cierre del molde y es el componente de la máquina que sostiene el molde, efectúa el cierre y la apertura, genera la fuerza para mantenerlo cerrado durante la fase de inyección y cuando el molde se abre, expulsa la pieza moldeada.

En la actualidad se han creado muchos sistemas de cierre, pero los más conocidos y utilizados son: cierre por rodillera (simple o doble), Cierre por pistón (también conocido como cierre directo) y cierre hidromecánico o pistón bloqueado.⁴

1.21.2. Unidad de inyección

“La unidad de inyección es la parte de la máquina que efectúa la alimentación, la plastificación y la inyección al molde del material plástico, el cual entra en esta unidad de inyección en forma de pellet o grano”.⁵

1.21.3. Controles

“Es el tablero eléctrico y/o electrónico que contiene los parámetros a controlar en la máquina de inyección”.⁶

1.21.4. Bancada

“Es la base de la máquina de inyección que sostiene la unidad de cierre, a unidad de plastificación o inyección, los controles y el sistema hidráulico de la máquina”⁷. “Todas las máquinas de inyección poseen las mismas partes, sin embargo, existen algunos arreglos especiales, entre ellas se distinguen dos tipos,

⁴ CMC & FYQ. *Proceso de fabricación de plásticos: Inyección*. <http://flipaperfapeno.blogspot.com/2012/06/proceso-de-fabricacion-de-plasticos.html>. Consulta: marzo de 2021.

⁵ Ibid.

⁶ Ibid.

⁷ Ibid.

estos arreglos pueden ser los siguientes: Inyección horizontal o Inyección vertical”.⁸

1.21.5. Tolva

Es el recipiente en que se tiene depositado el material que va a ser transformado en la máquina. Puede tener la forma de un cono o de una pirámide invertida.

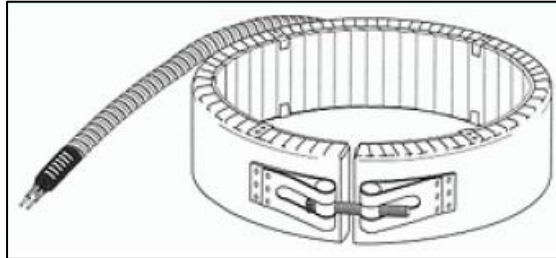
Normalmente posee una tapa, una mirilla, un agujero en la parte inferior para dar paso al material hacia el cilindro y un sistema para bloquear el paso del material hacia abajo.

1.21.6. Sistemas de calefacción

Esta encargado de aportar calor por conducción al material plástico. Trabaja en forma de ciclo cerrado, es decir, está en permanente chequeo y se ajusta automáticamente cuando hay desviaciones. Es un sistema muy importante ya que de él depende en gran medida el trabajo repetitivo de la máquina.

⁸ MailxMail. *Manual de inyección de plásticos*. <http://www.mailxmail.com/curso-manual-inyeccion-plasticos/maquina-inyeccion>. Consulta: marzo de 2021.

Figura 3. Resistencias de cañón



Fuente: IKAI. Resistencias tipo Banda mica y núcleo de cerámica.

<https://www.mikai.mx/resistencias-electricas-tipo-bandas/>. Consulta: marzo de 2021.

- Resistencias: Son las encargadas de aportar el calor que genera el proceso de fusión del material plástico. Son de tipo banda y se encuentran apretadamente ajustadas a la superficie externa del cilindro.

Debido a la ineficiencia del proceso de conversión de energía eléctrica a térmica, deben tener ayudas para recuperar parte del calor que se pierde.

- Termocuplas: Son las encargadas de poner en contacto a la resistencia con el sistema que las controla. No conducen calor, sino una señal en milivoltios que aumenta o disminuye en forma proporcional al aumento o disminución de temperatura. Hay de varios tipos: J, K, V, entre otros.: es muy importante reemplazarlas cuando se dañan por una del mismo tipo.

Dependiendo de cuantas hayan instaladas y de cuantos equipos de control se tengan, el cilindro va a estar dividido en 3, 4, 5 o más zonas, más 1 en boquilla.

No leen la temperatura de la masa, sino la temperatura del cilindro en esa zona en particular, por tanto, el material puede estar a una temperatura mayor de la que es registrada.

- Termorregulador: Es el equipo encargado de cerrar el ciclo o bucle de control. De su nivel de precisión depende en gran medida el rango de variación que va a tener la temperatura en el cilindro y el tiempo de respuesta a esta variación.⁹

⁹ Plásticos. Esquema de inyección de plásticos. <https://eleplasticos.blogspot.com/2014/03/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>. Consulta: mayo de 2021.

1.21.7. Boquilla

“Es la encargada de poner en contacto a la unidad de inyección con el molde para permitir el paso del interior del cilindro con la cavidad de moldeo”.¹⁰

Figura 4. Tipos de contacto de boquillas de inyección



Fuente: Plásticos. *Esquema de inyección de plásticos.*

<https://eleplasticos.blogspot.com/2014/03/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>. Consulta: mayo de 2021.

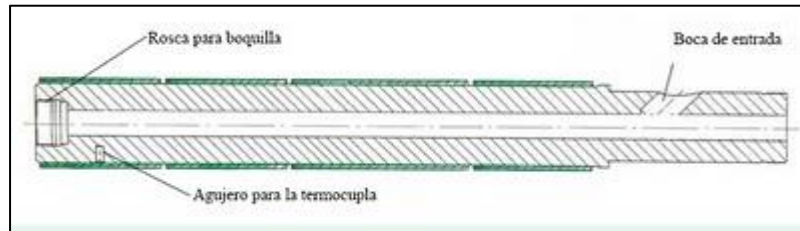
1.21.8. Cilindro de plastificación

Es básicamente una barra perforada con un gran espesor de pared en cuya interior gira y se desliza axialmente el tornillo. Debe poseer muy buenas propiedades de resistencia al desgaste sobre todo en el caso de trabajar con materiales reforzados.¹¹

¹⁰ Plásticos. *Esquema de inyección de plásticos.*
<https://eleplasticos.blogspot.com/2014/03/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>. Consulta: mayo de 2021.

¹¹ Ibid.

Figura 5. **Cañón de plastificación**



Fuente: Plásticos. *Esquema de inyección de plásticos.*

<https://eleplasticos.blogspot.com/2014/03/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>. Consulta: mayo de 2021.

Posee un agujero para entrada de material y en la parte delantera una rosca para la sujeción de la boquilla o del portaboquilla y a lo largo del mismo, agujeros para la instalación de termocuplas.

1.21.9. **Tornillo de Inyección**

- Zona de alimentación: También conocida como zona de transporte. Se caracteriza por tener un diámetro de raíz pequeño y constante además de una gran altura de filete. En esta zona, el material plástico en forma de gránulos o polvo es tomado por el tornillo debido a su movimiento de giro, siendo desplazado hacia adelante. Hacia el final de la zona se comienza a presentar la fusión de la masa, debido a la combinación del calor generado por las resistencias y la fricción interna del polímero.
- Zona de compresión: También conocida como zona de plastificación o de transición. Se caracteriza por tener un diámetro de raíz variable y una altura de filete decreciente. En esta zona se genera un alto esfuerzo mecánico sobre la masa debido al proceso de reducción de volumen al que es sometida. Al final de ella se espera que la masa esté casi 100 % fundida y que haya comenzado el proceso de homogenización.
- Zona de homogenización: También se le denomina zona de dosificación. Se caracteriza por tener un diámetro de raíz grande y constante, además una

pequeña altura de filete. En esta zona se debe dar la fusión completa de material y se busca conseguir una masa fundida totalmente homogénea.¹²

1.21.10. Válvula antirretorno

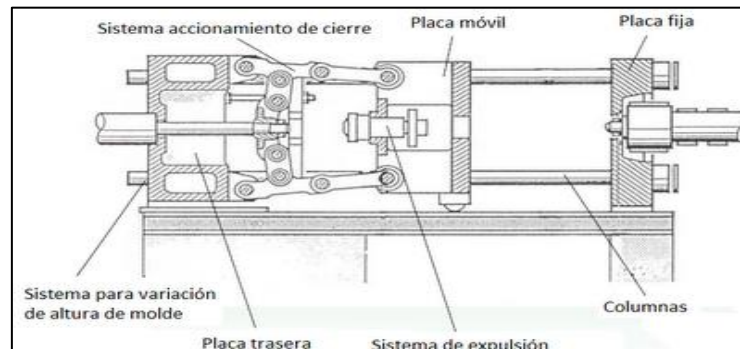
Es la encargada de evitar que el material plástico tienda a devolverse durante el proceso de inyección. Se ubica en la zona delantera del tornillo y puede hacer parte de la punta. Existen básicamente dos tipos de válvulas de válvulas antirretorno:

- De anillo
- De bola¹³

1.21.11. Unidad de cierre

Las funciones de la unidad de cierre son sujetar el molde, aplicar la fuerza de cierre, abrir y cerrar el molde, alinear las dos mitades del molde, alinear el molde con la unidad de inyección, proteger el molde, ajustar la altura de los diferentes moldes y expulsar la pieza inyectada.¹⁴

Figura 6. Unidad de cierre de una inyectora



Fuente: Plásticos. *Esquema de inyección de plásticos.*

<https://eleplasticos.blogspot.com/2014/03/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>. Consulta: mayo de 2021.

¹² Plásticos. *Esquema de inyección de plásticos.*
<https://eleplasticos.blogspot.com/2014/03/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>. Consulta: mayo de 2021.

¹³ Ibid.

¹⁴ Ibid.

1.21.12. Sistema expulsión

En las máquinas actuales consiste en un cilindro hidráulico actuado hidráulicamente. En máquinas antiguas es básicamente un vástago contra el cual se estrella al abrir el molde.

1.21.13. Inyectora de cierre de rodillera

Trabaja mediante el enclavamiento mecánico de un conjunto de bielas accionado por un cilindro hidráulico.

1.21.14. Inyectora de cierre directo con pistón hidráulico

- Cierre Directo Horizontal:

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

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

- Más carrera del plato móvil.
- Fácil regulación de moldes sin control de espesores de matriz.
- Pantalla "touch screen".
- Memoria de molde.
- Nuevo sistema de control de presiones y posiciones en forma incremental.
- Regulación exacta de seguro de molde.

- Solidez y velocidad en el nuevo cierre hidráulico.
 - Menor mantenimiento en horas productivas.
 - Menor desgaste mecánico de la unidad de cierre.
- Cierre directo vertical:

Este sistema de cierre vertical permite una eficaz eliminación de tiempos muertos durante la inyección de piezas con insertos.

- Mesa porta molde desplazable para mejor colocación de insertos metálicos.
- Mesa con disco giratorio para la colocación de dos matrices.
- Fácil regulación de moldes sin control de espesores de matriz.
- Pantalla "touch screen".
- Memoria de molde.
- Nuevo sistema de control de presiones y posiciones en forma incremental.
- Regulación exacta de seguro de molde.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Plan de corrección de averías

A continuación, se detalla la metodología a utilizar para el plan de corrección de averías.

2.1.1. Procedimiento de mantenimiento preventivo

- Propósito

Establecer un sistema para programar, ejecutar y auditar el mantenimiento preventivo de todas las máquinas, moldes e infraestructura con el objetivo de garantizar la disponibilidad de las mismas en el proceso productivo en Inyectores de Plástico S.A.

- Alcance

El presente procedimiento se aplica a maquinaria de producción (Inyección), moldes y servicios asociados (Chillers, compresores, entre otros.), así como la infraestructura de Inyectores de Plástico, S.A.

- Responsabilidad

El responsable de la elaboración y actualización del presente procedimiento es el Jefe de Mantenimiento.

Los responsables del seguimiento del presente procedimiento son los “Supervisores de Mantenimiento y taller”, quienes pueden contar para el cumplimiento de este con los técnicos asignados a mantenimiento para llevar a cabo el procedimiento.

El responsable de verificar la realización y mejora de las distintas actividades de mantenimiento preventivo es el “Jefe de Sección de Mantenimiento y Jefe de Sección taller”.

El responsable de aprobar el presente documento es el representante de la dirección.

Todo el personal de mantenimiento y taller tiene la responsabilidad de cumplir este procedimiento, así como de sugerir actividades que apoyen a la buena gestión o mejora del mismo.

- Desarrollo

Necesidad de minimizar paros no programados en la maquinaria durante el proceso de producción

Las actividades de mantenimiento preventivo para toda la maquinaria y moldes de Inyectores de Plástico S.A. deben ser programados en el sistema de control de mantenimiento MP-2. Las tareas de mantenimiento que se programan son tomadas de los manuales del fabricante de la maquinaria listados en el registro Tabla de control de documentos generales (MAN) 000-E-CUC-02 o en caso de no contar con instrucciones de fabricante las mismas se ingresan de acuerdo con la experiencia del personal a cargo. Un resumen de las tareas asignadas a cada equipo puede encontrarse en los registros Resumen de tareas

mantenimiento preventivo inyección 201-R-MAN-02, Resumen de tareas mantenimiento preventivo soplado 201-R-MAN-03, Resumen de tareas mantenimiento preventivo extrusión 201-R-MAN-04, Resumen de tareas mantenimiento preventivo de instalaciones 201-R-MAN-21.

Los registros Resumen de Tareas Mantenimiento Preventivo Inyección 201-R-MAN- 02, Resumen de Tareas Mantenimiento Preventivo Soplado 201-R-MAN-03, Resumen de Tareas Mantenimiento Preventivo Extrusión 201-R-MAN-04, Resumen de tareas mantenimiento preventivo de instalaciones 201-R-MAN-21, deben de actualizarse por el Jefe de sección Mantenimiento o los Supervisores I Mantenimiento, cada vez que ingrese un equipo nuevo a Inyectores de Plástico S.A., los métodos para que el departamento de Mantenimiento sede por enterado del ingreso de un equipo nuevo son los siguientes:

Al ser recibida una máquina por el Departamento de Mantenimiento automáticamente se está validando su ingreso a Inyectores de Plástico, S.A.

Se hará una revisión semestral para verificar que todos los equipos nuevos están incluidos en los resúmenes de tareas de mantenimiento preventivo, para tal efecto se programara una reunión por medio del Outlook con los supervisores encargados de actualizar los registros de resúmenes de tareas de mantenimiento preventivos.

Los departamentos de producción Inyección y Mantenimiento se ponen de acuerdo con final de cada mes con la programación del mantenimiento preventivo de las máquinas.

La programación del mantenimiento de las máquinas de la planta de Soplado es enviada por Producción Soplado en los primeros días del mes. La frecuencia de las sesiones de mantenimiento por máquina debe ser de por lo menos una sesión bimestral.

Las actividades de mantenimiento preventivo de las instalaciones están programadas en el registro 201-R-MAN-21 Resumen de Tareas Mantenimiento Preventivo de Instalaciones, para lo cual se hará uso de personal de Inyectores de Plástico, S.A. o se contrataran empresas que presten el servicio en cuestión. Si el trabajo es realizado por personal propio quedara registrado en el sistema MP2 por medio de los registros Orden de trabajo para mantenimiento preventivo 201-R-MAN-05 y Tareas realizadas durante el mantenimiento preventivo 201-R-MAN-06, si es realizado por una empresa externa serán los registros de la empresa los que darán constancia del trabajo realizado. La programación será realizada utilizando el sistema de control de mantenimiento MP-2.

Una vez se tenga el calendario de fechas asignado por los departamentos de producción, y previo a la fecha estipulada para cada uno de los equipos, se procede a imprimir la Orden de trabajo para mantenimiento preventivo 201-R-MAN-05 con las tareas pendientes de realizar según lo programado en el sistema de control de mantenimiento MP-2. La prioridad de las actividades a realizar se deduce del funcionamiento de la maquinaria observado y reportado por los departamentos de producción mediante correos electrónicos o mediante órdenes de trabajo solicitadas de mantenimiento correctivo mediante registro Solicitud de intervención a mantenimiento 201-R-MAN-01. El registro Orden de trabajo para mantenimiento preventivo 201-R-MAN-05 será entregado al personal operativo asignado para dicha tarea.

El personal antes de iniciar la tarea asignada deberá de contar con su respectivo equipo de protección personal de acuerdo con el documento especial 202-E-HSI-002 Listado de equipo de protección personal y llenar la parte correspondiente de seguridad industrial en el registro 201-R-MAN-05 Orden de Trabajo para Mantenimiento Preventivo.

Si se necesita un trabajo de Corte / Soldadura fuera del área de taller, se utilizará el registro Permiso para operaciones de corte/soldadura y Herramientas Eléctricas 000-R-HSI- 001, y se solicitará la autorización del supervisor de producción encargado del área de trabajo.

Los trabajos realizados por el personal de mantenimiento deberán de ser identificados con rótulos y colocar conos de precaución alrededor del área a trabajar, al terminar la actividad deberán de colocar las guardas que pudieron haber removido para realizar el trabajo y entregar el área en las mismas condiciones de limpieza que fue recibida.

Durante el mantenimiento de máquinas, las partes que necesiten lubricación y pudieran estar en contacto con el producto serán lubricadas con grasas grado alimenticio, en los moldes o máquinas que generen productos de uso alimenticio

El personal operativo realiza las tareas previstas y procede a hacer un reporte de las tareas realizadas utilizando el registro Tareas realizadas durante el mantenimiento preventivo 201-R-MAN-06 en el cual detalla los mantenimientos realizados y de igual manera detalla las piezas que es necesario cambiar previo al próximo mantenimiento o durante la siguiente sesión de mantenimiento. Las tareas realizadas son ingresadas al sistema de control de mantenimiento MP-2 para que el mismo programe automáticamente la siguiente fecha de realización de la tarea. Dicho registro debe contener el sello "DIGITADO, DEPTO. DE

MANTENIMIENTO” para tomarse como ingresado en el sistema. Si existen actividades pendientes de realizar o piezas que cambiarse antes del próximo mantenimiento, se procede a llenar el registro Solicitud de intervención a mantenimiento 201-R-MAN-01 con el fin de poder atender la solicitud lo antes posible.

Al finalizar el mes, se procede a enviar el registro Cumplimiento de sesiones mantenimiento preventivo 201-R-MAN-07 a los departamentos de producción (Inyección, extrusión y soplado) en donde se detalla las máquinas a las cuales se les realizó mantenimiento preventivo durante el mes recién finalizado para que ellos determinen las máquinas a asignar durante el siguiente mes y poder cumplir con una sesión bimestral por lo menos en cada equipo. De igual manera se les hace llegar una copia a los jefes de departamento de producción del registro Reporte mensual de mantenimiento preventivo y correctivo 201-R-MAN-08 (inyección, soplado, extrusión) que detalla las actividades de mantenimiento realizadas a toda la maquinaria y moldes durante el mes.

Luego de finalizado el reporte se procede a realizar back up de la información de la base de datos del sistema de control de mantenimiento MP2, grabando la misma en un CD que será resguardado por el técnico responsable de la digitación de la información.

Necesidad de minimizar paros no programados en Moldes durante el proceso de producción.

2.2. Procedimiento para mantenimiento correctivo

- Propósito

Establecer un sistema para programar, ejecutar y auditar el mantenimiento correctivo de todas las máquinas y moldes, con el objetivo de garantizar la disponibilidad de estos en el proceso productivo en Inyectores de Plástico S.A., De igual manera se incluye en el presente documento el mantenimiento a las instalaciones físicas tanto operativas como administrativas de Inyectores de Plástico S.A.

- Alcance

El presente procedimiento se aplica a la maquinaria de producción (extrusión, soplado e inyección), moldes y servicios asociados, así como las instalaciones físicas de Inyectores de Plástico S.A.

- Responsabilidad

El responsable de la elaboración y actualización del presente procedimiento es el Gerente de mantenimiento

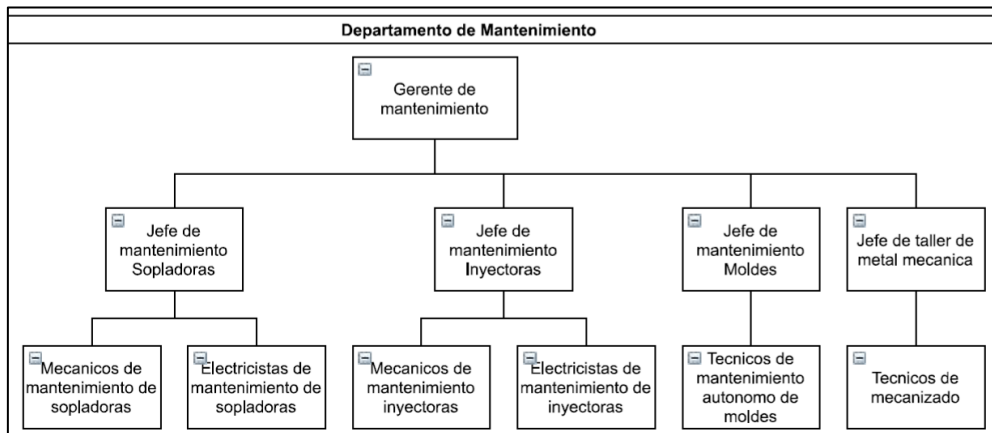
Los responsables del seguimiento del presente procedimiento son los “Jefes de mantenimiento, mecánicos, electricistas y técnicos de mecanizado” quienes pueden contar para el cumplimiento de este con los técnicos asignados a mantenimiento para llevar a cabo el procedimiento.

El responsable de verificar la realización y mejora de las distintas actividades de mantenimiento correctivo son los “Jefes de sección de mantenimiento y Jefe de taller de metal mecánica”.

El responsable de aprobar el presente documento es el representante de la dirección planta.

Todo el personal de Mantenimiento y taller tiene la responsabilidad de cumplir este procedimiento, así como de sugerir actividades que apoyen a la buena gestión o mejora de este.

Figura 7. Organigrama



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2016.

- Desarrollo

Falla o mejoras en la maquinaria de producción e instalaciones de Inyectores de Plástico

Este procedimiento inicia cuando un supervisor o jefe de departamento llena el registro Solicitud de intervención a mantenimiento 201-R-MAN-01, y es entregado al Supervisor I y II de mantenimiento o en el turno nocturno al técnico de mantenimiento de turno. En el caso de requerir mejoras a líneas de producción o instalaciones, el registro que debe ser entregado por el jefe del departamento solicitante al Jefe de Mantenimiento o al Jefe de Sección Mantenimiento, es el registro Solicitud de mejora al departamento de Mantenimiento 201-R-MAN-19.

En ambos casos le queda al solicitante un codo como constancia de haber solicitado la intervención del departamento de Mantenimiento.

La persona que recibe el registro verifica la necesidad requerida y asigna el técnico para atender la solicitud.

El técnico interviene la máquina o instalación.

El personal del departamento de mantenimiento que realice mantenimientos correctivos deberá llenar los siguientes requisitos:

El personal antes de iniciar la tarea asignada deberá de contar con su respectivo equipo de protección personal de acuerdo con el documento especial 202-E-HSI-002 Listado de equipo de protección personal.

Si se necesita un trabajo de Corte / Soldadura fuera del área de taller, se utilizará el registro Permiso para operaciones de corte/soldadura y Herramientas Eléctricas 000-R-HSI- 001, y se solicitará la autorización del supervisor de producción encargado del área de trabajo.

Los trabajos realizados por el personal de mantenimiento deberán de ser identificados con rótulos y colocar conos de precaución alrededor del área a trabajar, al terminar la actividad deberán de colocar las guardas que pudieron haber removido para realizar el trabajo y entregar el área en las mismas condiciones de limpieza que fue recibida.

Durante el mantenimiento de máquinas, las partes que necesiten lubricación y puedan estar en contacto con el producto serán lubricadas con grasas grado

alimenticio. La anterior disposición aplica únicamente para máquinas que generen productos de uso alimenticio.

Con base en la experiencia de la persona asignada, se soluciona el problema. Si se considera necesario, se consultan documentos de uso general listados en el registro Tabla de control de documentos generales 000-R-CUC-01, o se consulta con jefes inmediatos.

El supervisor I, supervisor II o técnico de mantenimiento encargado verifica en conjunto con el emisor de la solicitud de intervención o supervisor el buen funcionamiento de la maquinaria o instalación reparada o mejorada, se procede a completar la información requerida en el registro asociado Solicitud de intervención a mantenimiento 201-R-MAN-01 ó Solicitud de mejora al departamento de Mantenimiento 201-R-MAN-19 y se solicita la firma al supervisor o emisor como constancia de recibido y aceptado el trabajo.

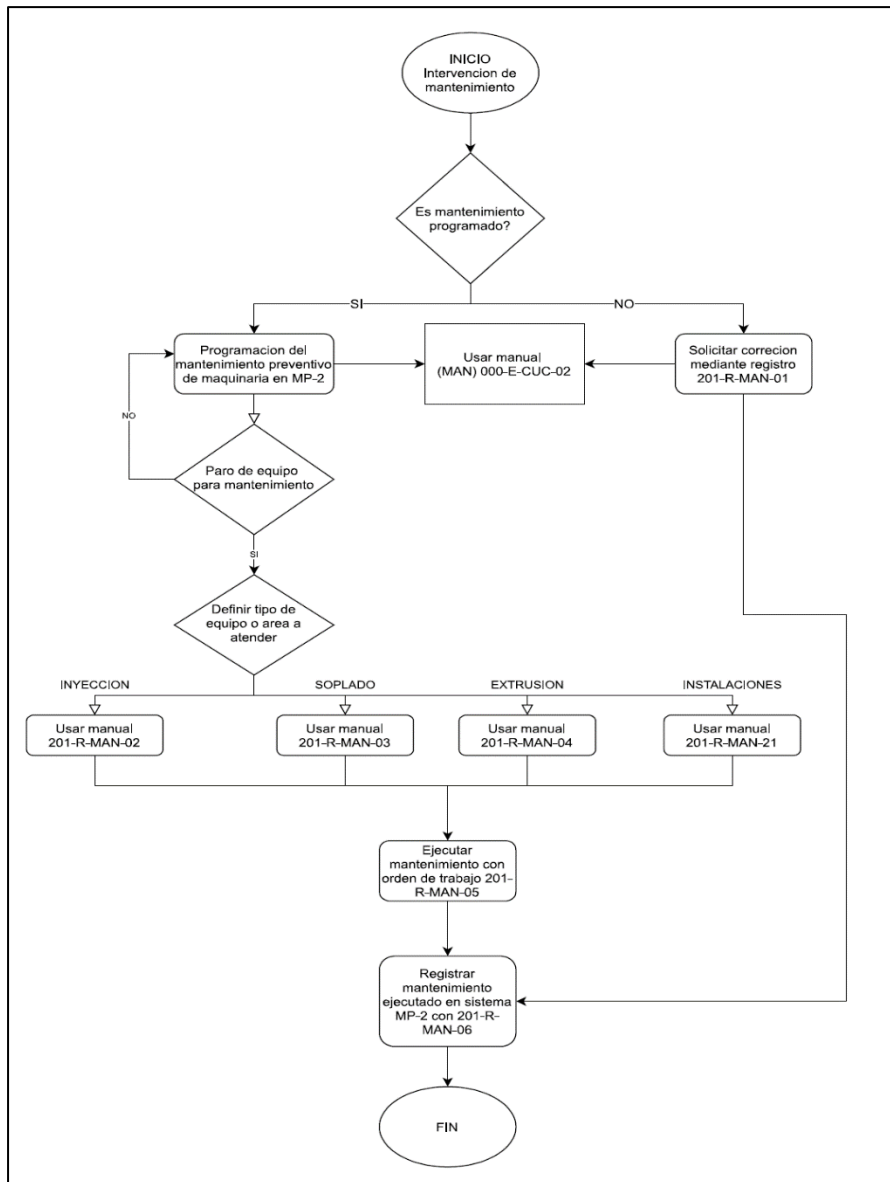
Adicionalmente se solicita al emisor de la solicitud o al supervisor que recibe el trabajo el codo que al inicio del proceso se entregó como constancia, para adjuntarlo al registro Solicitud de intervención a mantenimiento 201-R-MAN-01 o Solicitud de mejora al departamento de Mantenimiento 201-R-MAN-19 para dar por cerrado el registro en mención.

En caso de pérdida del codo, el solicitante de la intervención de Mantenimiento procederá a anotar en el reverso del registro la observación de la pérdida para dar por cerrado el registro.

Se ingresa la solicitud al sistema de control de mantenimiento MP-2 para llevar cuantificado el porcentaje de Mantenimiento Correctivo en planta y poder también tomar decisiones acerca del Mantenimiento Preventivo.

La máquina o instalación queda reparada o la mejora queda implementada.

Figura 8. Flujo de proceso del mantenimiento



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2016.

3. FASE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Capacitación a trabajadores del área de inyección de productos plásticos en normas de seguridad y cumplimiento de las normas de GMP's, HACCP e ISO 9001: 2008 a través del plan de mantenimiento.

3.1. Capacitación a operadores y mecánicos en normas de seguridad

Puntos vistos:

- Análisis de Seguridad
- Identificación de riesgos
- Uso correcto del equipo de protección personal y medidas preventivas

Figura 9. Capacitación seguridad



Fuente: elaboración propia. Inyectores de Plásticos, S.A.

3.2. Capacitación a operadores y mecánicos en GMP's

Puntos vistos:

- Materia prima
- Higiene del área
- Higiene personal
- Proceso, almacenamiento y transporte de materias primas y producto final
- Control de procesos y documentación

Figura 10. Capacitación GMPs



Fuente: elaboración propia. Inyectores de Plásticos, S.A.

3.3. Capacitación a operadores y mecánicos en plan de mantenimiento enfocado al cumplimiento de HACCP e ISO 9001:2008

Puntos vistos:

- Identificación de puntos críticos de control

- Monitoreo de puntos críticos de control
- Riesgos y acciones para mantener parámetros de puntos críticos de control
- Cumplimiento de manuales, procedimientos y estándares

Figura 11. **Capacitación Haccp e ISO 9001**



Fuente: elaboración propia. Inyectores de Plásticos, S.A.

CONCLUSIONES

1. Con base en un inventario general del estado de los equipos respecto a las averías mecánicas, hidráulicas y eléctricas que pueden causar riesgos de contaminación de los productos, se facilitó el punto de partida para la implementación del proyecto. Se generaron las ordenes de trabajo para el control de las averías relacionadas al incumplimiento, luego en se ejecutó el cierre de estas, llevando los equipos a condiciones de operación requeridas según los estándares.
2. El procedimiento de mantenimiento preventivo para mantener en condiciones correctas los equipos es críticos en plantas de manufactura para garantizar el cumplimiento de normas que rigen los procesos, esto para alcanzar un alto estándar de manufactura que debe competir en un mercado difícil en el que la calidad de los productos es crítica, por esto es importante que las empresas tengan dentro de su infraestructura sistemas gerenciales y rutinarios que se enfoquen al cuidado correcto de los equipos, al tener el apoyo de altas gerencias se facilitó el patrocinio para incluir en los planes de mantenimiento preventivo los recursos necesarios para velar por el sostenimiento sistemático de las condiciones que los estándares de ISO 9001, HACCP y GMPs requieren.
3. Al hacer el estudio del incumplimiento de los equipos en cuanto a las normas que rigen el proceso de esta fábrica (evidenciado en las fotografías adjuntas), se observa que, a pesar de tener un plan de mantenimiento formal, se tenían varios problemas de incumplimiento. Fue productiva la fase de investigación para que la empresa tuviera una perspectiva más

detallada de como las condiciones de los equipos pueden afectar el cumplimiento de las normas. Debido a que el personal técnico de mantenimiento no tiene una visión clara de cómo sus intervenciones pueden afectar las normas de proceso de la planta se sugirió se incluyó el personal dentro de las capacitaciones de gmps y haccp, obteniendo como resultado el cuidado correcto requerido en las correcciones así fueran provisionales o de solución permanente.

RECOMENDACIONES

Al jefe de planta:

1. Proveer a los trabajadores todo el equipo necesario para su protección y seguridad, para minimizar los riesgos a los que están expuestos.
2. Velar porque los trabajadores cuenten con una capacitación constante, ya que, si ellos cuentan con un alto conocimiento de las labores desempeñadas, estándares que rigen la operación para lograr un desempeño óptimo y se minimizarán los puntos críticos de control en cuanto al cumplimiento de normas.

Al técnico de mantenimiento:

3. Llevar a cabo todas las actividades descritas en el plan de mantenimiento y documentar su realización para así poder crear con el paso del tiempo un historial de mantenimiento.

Al personal de operarios:

4. Utilizar adecuadamente todos los equipos de protección personal, para minimizar los riesgos a los que están expuestos.
5. Realizar inspecciones rutinarias del equipo para garantizar su funcionamiento apropiado.

6. Verificar de manera rutinaria que los equipos no produzcan incumplimientos en las normas de proceso establecidas y en caso lo hagan solicitar el mantenimiento correctivo de la avería inmediatamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. CMC & FYQ. *Proceso de fabricación de plásticos: Inyección*. [En línea]. <<http://flipaperfapeno.blogspot.com/2012/06/proceso-de-fabricacion-de-plasticos.html>>. [Consulta: marzo de 2021].
2. Escuela Colombiana de Ingeniería “Julio Garavito”. Plásticos, protocolo. Curso de proceso de manufactura. [En línea]. <https://www.academia.edu/33674701/PL%C3%81STICOS_PROTOCOLO_Curso_de_Procesos_de_Manufactura>. [Consulta: enero de 2021].
3. Hacker Mecánico. *La inyección de plásticos 1 ¿qué es?* [En línea]. <<https://hackermecanico.com/category/ingenieria/page/15/>>. [Consulta: enero de 2021].
4. Hacker Mecánico. *La inyección de plásticos 3. El molde 1*. [En línea]. <<http://cadcamcae.wordpress.com/2007/07/16/la-inyeccion-de-plasticos-3-el-molde-1/>>. [Consulta: enero de 2021].
5. HERNANDO, Ignacio. *Investigación mantenimiento industrial*. [En línea]. <<http://www.monografias.com/trabajos16/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>>. [Consulta: agosto de 2019].

6. MailxMail. *Manual de inyección de plásticos*. [En línea].
<<http://www.mailxmail.com/curso-manual-inyeccion-plasticos/maquina-inyeccion>>. [Consulta: marzo de 2021].
7. MARTÍNEZ, Luis. *Organización y planificación de sistemas mantenimiento*. [En línea].
<https://www.academia.edu/16413310/ORGANIZACION_DE_SISTEMAS_DE_MANTENIMIENTO>. [Consulta: enero de 2021].
8. MIKAI. *Resistencias tipo Banda mica y núcleo de cerámica*. [En línea].
<<https://www.mikai.mx/resistencias-electricas-tipo-bandas/>>. [Consulta: marzo de 2021].
9. MOLINA, Jose. *Mantenimiento y seguridad industrial*. [En línea].
<<http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>>. [Consulta: agosto de 2019].
10. Plásticos. *Esquema de inyección de plásticos*. [En línea].
<<https://eleplasticos.blogspot.com/2014/03/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>>. [Consulta: mayo de 2021].
11. QuimiNet. *Inyectores de Plástico S.A.* [En línea].
<<https://www.quiminet.com/shr/es/inyectores-de-plastico-s-a-2330412643.htm>>. [Consulta: enero de 2021].

Apéndice 2. Plan de mantenimiento preventivo de equipo

| MAQUINA - i1 | | | | |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Descripción de la tarea | Próxima fecha/Ejecución | Última ejecución | Efectuar cada | Unidad de calendario |
| REVISION DEL CENTRADO DE LA UNIDAD DE INYECCION | | | 6 | M |
| REVISION Y LIMPIEZA DE FILTROS HIDRAULICOS | 07/10/2010 | 07/07/2010 | 3 | M |
| REVISION DE LA SEGURIDAD MECANICA/HIDRAULICA | 07/11/2010 | 07/07/2010 | 4 | M |
| REVISION DEL ANILLO DE PLASTIFICACION/REV. TORNILLOS | 15/11/2010 | 15/11/2009 | 12 | M |
| REVISION DEL PARELELISMO DE PLACAS PORTAMOLDE | 07/01/2011 | 07/07/2010 | 6 | M |
| ENGRASE DE LA MAQUINA | 15/01/2011 | 15/11/2010 | 2 | M |
| REVISION DE PUNTOS DE LUBRICACION | 15/01/2011 | 15/11/2010 | 2 | M |
| REVISION DE LAS MANGUERAS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | 15/02/2011 | 15/11/2010 | 3 | M |
| LIMPIEZA DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR | 15/02/2011 | 15/11/2010 | 3 | M |
| REVISION DE LA NIVELACION DE LA MAQUINA | 15/06/2011 | 15/12/2010 | 6 | M |
| CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS HIDRAULICO / WBK SI APLICA | 03/07/2011 | 03/07/2009 | 24 | M |
| REVISION UNIDAD MANT. TRAMPA AGUA/FILTRO | 11/07/2011 | 11/05/2011 | 2 | M |
| FILTRACION DE ACEITE PARKER Y LIMPIEZA DE TANQUE | 11/08/2011 | 11/05/2011 | 3 | M |
| REVISION DE CONTROL DE TEMPERATURA DEL MOLDE | 25/09/2011 | 25/07/2011 | 2 | M |
| REVISION DE LAS MANGUERAS HIDRAULICAS | 25/09/2011 | 25/07/2011 | 2 | M |
| REVISION DEL SISTEMA DE CALEFACCION | 25/09/2011 | 25/07/2011 | 2 | M |
| REVISION TOMAS ESPIGAS HARTING | 25/09/2011 | 25/07/2011 | 2 | M |
| REVISION Y LIMPIEZA DE ROTAMETROS | 25/09/2011 | 25/07/2011 | 2 | M |
| REVISION DEL BANCO DE CAPACITORES | 26/09/2011 | 26/07/2011 | 2 | M |
| REVISION DE MICROS Y SENSORES | 26/09/2011 | 26/07/2011 | 2 | M |
| REVISION DE TRANSDUCTORES DE POSICION | 26/09/2011 | 26/07/2011 | 2 | M |
| REVISION DE TRANSFORMADOR | 25/10/2011 | 25/07/2011 | 3 | M |
| REVISION DEL PANEL ELECTRICO | 26/10/2011 | 26/07/2011 | 3 | M |
| REV. COJINETES, ROTEX Y ACOPLER MOTORES ELECTRICOS | 12/11/2011 | 12/05/2011 | 6 | M |
| REVISION DEL MONITOR | 12/11/2011 | 12/05/2011 | 6 | M |
| ENGRASE MOTORES PRINCIPALES / AUXILIARES/APLICA | 12/11/2011 | 12/05/2011 | 6 | M |
| REVISION DE CILINDROS HIDRAULICOS | 26/11/2011 | 26/07/2011 | 4 | M |
| CAMBIO DE COJINETES MOTOR ELECTRICO PRINCIPAL | 14/12/2011 | 14/06/2010 | 18 | M |
| REVISION DE LA UNIDAD DE CIERRE. | 26/01/2012 | 26/07/2011 | 6 | M |
| REVISION DE ELECTROVALVULAS HIDRAULICAS | 26/01/2012 | 26/07/2011 | 6 | M |
| REVISION DE LA UNIDAD DE INYECCION | 26/03/2012 | 26/07/2011 | 8 | M |
| REVISION DE BOMBAS HIDRAULICAS | 11/10/2012 | 11/05/2011 | 17 | M |

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Apéndice 3. Formato de orden de intervención en mantenimiento

| REGISTRO SOLICITUD DE INTERVENCIÓN A MANTENIMIENTO | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| CÓDIGO: | | | | | | | | | | | |
| FECHA | DÍA | MES | AÑO | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | Correlativo: _____ | | | | | | | | |
| Nombre de máquina, molde o instalación: _____ | | | | | | | | | | | |
| Nombre de la persona que solicita el trabajo: _____ | | | Firma: _____ | | | | | | | | |
| Descripción de la falla o mejora: _____ | | | | | | | | | | | |
| _____ | | | | | | | | | | | |
| _____ | | | | | | | | | | | |
| El trabajo debe ser realizado en: | | Tiempo ofrecido de realización: | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> inmediatamente <input type="checkbox"/> días <input type="checkbox"/> semanas | | <input type="checkbox"/> inmediatamente <input type="checkbox"/> días <input type="checkbox"/> semanas | | | | | | | | | |
| Nombre y Firma de quien recibe: _____ | | Hora de recibido: _____ | | | | | | | | | |
| Reporte de Realización | | | | | | | | | | | |
| Fecha y hora: _____ | | Tiempo empleado en la reparación: _____ | | | | | | | | | |
| Trabajos realizados: _____ | | | | | | | | | | | |
| _____ | | | | | | | | | | | |
| Repuestos Utilizados: _____ | | | | | | | | | | | |
| _____ | | | | | | | | | | | |
| Técnico Responsable _____ | | Firma: _____ | | | | | | | | | |
| Nombre supervisor de mantenimiento que entrega: _____ | | Firma: _____ Fecha y hora: _____ | | | | | | | | | |
| Nombre supervisor de producción que recibe: _____ | | Firma: _____ Fecha y hora: _____ | | | | | | | | | |
| Esta de acuerdo con el tiempo de entrega del trabajo: | | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">100%</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">80%</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">60%</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">40%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> | | 100% | 80% | 60% | 40% | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 100% | 80% | 60% | 40% | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | |
| La calidad del trabajo cumple lo esperado: | | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | |
| Formato edición 02 del 11/09/08 aprobado por: Néstor Bujanda - Jefe de Ingeniería | | Se agraga medición de satisfacción de tiempo de entrega y calidad esperada | | | | | | | | | |
| REGISTRO SOLICITUD DE INTERVENCIÓN A MANTENIMIENTO | | | | | | | | | | | |
| CÓDIGO: | | | | | | | | | | | |
| FECHA | DÍA | MES | AÑO | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | Correlativo: _____ | | | | | | | | |
| Nombre de máquina, molde o instalación: _____ | | | | | | | | | | | |
| Descripción de la falla o mejora: _____ | | | | | | | | | | | |
| _____ | | | | | | | | | | | |
| _____ | | | | | | | | | | | |
| El trabajo debe ser realizado en: | | Tiempo ofrecido de realización: | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> inmediatamente <input type="checkbox"/> días <input type="checkbox"/> semanas | | <input type="checkbox"/> inmediatamente <input type="checkbox"/> días <input type="checkbox"/> semanas | | | | | | | | | |
| Nombre y Firma de quien recibe: _____ | | Hora de recibido: _____ | | | | | | | | | |
| Formato edición 02 del 11/09/08 aprobado por: Néstor Bujanda - Jefe de Ingeniería | | Se agraga medición de satisfacción de tiempo de entrega y calidad esperada | | | | | | | | | |

Continuación del apéndice 3.

| | |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1. Actividades, 47 | 30. Organización del mantenimiento de las máquinas, 33 |
| 2. Análisis de riesgo en la institución, 57 | 31. Otra indumentaria de protección, 41 |
| 3. Análisis de riesgo en mantenimiento, 35 | 32. Plan de corrección de averías, 67 |
| 4. Averías encontradas, 48 | 33. Plan de Mantenimiento, 31 |
| 5. Bancada, 59 | 34. Procedimiento de mantenimiento preventivo, 67 |
| 6. Boquilla, 61 | 35. |
| 7. Breve Historia de la Organización del Mantenimiento, 19 | 36. Procedimiento para mantenimiento correctivo, 72 |
| 8. Buenas prácticas de manufactura, 43 | 37. Protección para brazos, 40 |
| 9. Calzado de protección, 41 | 38. Protección para el sistema respiratorio, 39 |
| 10. Cilindro de plastificación, 62 | 39. Protección para el tronco, 39 |
| Controles, 58 | 40. Protección para manos, 40 |
| 11. Equipo de protección personal, 38 | 41. Protección para oídos, 38 |
| 12. Equipo periférico para inyección, 23 | 42. Protección para ojos, 39 |
| 13. Equipos completos, 42 | 43. Protección para piernas, 40 |
| 14. FASE TÉCNICA PROFESIONAL, 67 | 44. Reseña del Mantenimiento, 77 |
| 15. HACCP, 44 | 45. Riesgos Electricos, 36 |
| 16. Instalaciones deficientes de los componentes de las máquinas, 55 | 46. Riesgos Fisicos, 36 |
| 17. Mantenimiento, 20 | 47. Riesgos Mecanicos, 36 |
| 18. Mantenimiento completo, 22 | 48. Riesgos Quimicos, 38 |
| 19. Mantenimiento Hidráulico, 21 | 49. Riesgos Termicos, 37 |
| 20. Mantenimiento Neumático, 22 | 50. Sistema expulsión, 64 |
| 21. Mantenimiento parcial, 21 | 51. Sistemas de calefacción, 59 |
| 22. Manual de Mantenimiento, 34 | 52. Tipos de riesgo de mantenimiento, 35 |
| 23. Maquinaria de Inyección, 57 | 53. Tolva, 59 |
| 24. MARCO TEÓRICO, 77 | 54. Tolva:, 59 |
| 25. Moldes, 24 | 55. Tolvas receptoras inadecuadas, 56 |
| 26. Normativa ISO9001:2008, 43 | 56. Tornillo de Inyección, 62 |
| 27. NSF, 44 | 57. Ubicación, 47 |
| 28. Objetivos del Mantenimiento, 19, 20 | 58. Unidad de cierre, 58 |
| 29. Órdenes de Trabajo, 26 | 59. Unidad de Cierre, 63 |
| | 60. Unidad de inyección, 58 |

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.