

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS
INYECTORAS DE ALUMINIO DE LA LINEA DE PRODUCCION DE LA
COMPAÑÍA INDUASRO LTDA

MIGUEL ESTEBAN ARANA PERDOMO
JOHN HELBERT CAMPOS MOLINA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2014

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS
INYECTORAS DE ALUMINIO DE LA LINEA DE PRODUCCION DE LA
COMPAÑÍA INDUASRO LTDA

MIGUEL ESTEBAN ARANA PERDOMO
JOHN HELBERT CAMPOS MOLINA

Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: GILBERTO RONCANCIO
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2014

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	17
1.1 Objetivos Generales:	17
1.2 Objetivos Específicos:	17
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. INDUASRO LTDA	19
3.1 HISTORIA	19
3.2 ACTIVIDAD ECONOMICA	19
3.3 MARCO ESTRATEGICO	20
3.3.1 Misión	20
3.3.2 Visión	20
3.3.3 Política de calidad	20
3.3.4 Valores corporativos	21
3.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	22
3.5. MANTENIMIENTO APLICADO A LAS MAQUINAS INYECTORAS DE ALUMINIO	22
4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	24
4.1 Definición	24
4.2 Alcance	27
4.3 Ventajas	28

4.4 Desventajas	28
4.5 Implementación	29
5. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	30
5.1 PLANEACIÓN	30
5.1.1 Recursos	31
5.1.2 Procedimientos	32
5.2 PROGRAMACIÓN	32
5.2.1 Ordenes de trabajo	34
6. ANÁLISIS DE CRITICIDAD	36
6.1 Criterios de Criticidad.	37
6.1.1 Frecuencia de fallas.	38
6.1.2 Impacto operacional.	39
6.1.3 Flexibilidad operacional.	39
6.1.4 Costo de mantenimiento.	40
6.1.5 Impacto en Seguridad Ambiente Higiene.	40
6.2 CALCULO DE CRITICIDAD.	41
6.2.1 Jerarquización de los equipos.	42
7. MANEJO DE INFORMACIÓN	43
7.1 CODIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS	43
7.1.1 Criterios de codificación	44
7.1.2 Codificación de equipos	45
7.2 REGISTROS HISTORICOS DE MANTENIMIENTO	46

7.2.1 Descripción de la base de datos	46
7.3 ORDEN DE TRABAJO	48
7.3.1 Descripción del formato orden de trabajo.	48
7.4 HOJA DE VIDA	50
8. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INYECTORAS DE ALUMINIO	51
8.1 INYECTORAS DE ALUMINIO	51
8.1.1 Descripción	52
8.1.2 Fichas técnicas	55
8.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	61
8.2.1 Manuales de procedimiento	62
9. INDICADORES DE GESTION DE MANTENIMIENTO	67
9.1 CALCULO INICIAL DE INDICADORES	69
10. ESTRATEGIA METODOLOGICA	75
11. EVALUACION FINANCIERA Y COSTOS DE IMPLEMENTACION	76
12. CRONOGRAMA	79
13. COSTOS	80
CONCLUSIONES	81
BIBLIOGRAFIA	83
ANEXOS	84

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Estructura Organizacional.....	22
Figura 2. Diagrama del Proceso de Inyección de Metales No Ferrosos con Máquinas en Sistema de Cámara Fría	23
Figura 3 Mantenimiento Preventivo	26
Figura 4 Análisis de Criticidad.....	41
Figura 5 Matriz de criticidad.....	42
Figura 6 Codificación de Equipos	45
Figura 7 Pistón de Inyección.....	52
Figura 8 Inyección de aluminio	53
Figura 9 Adición de Aluminio a Inyección	53
Figura 10 Aluminio Inyectado a Molde.....	54
Figura 11 Representación gráfica de los tiempos.....	69
Figura 12 Grafica indicadores de fallas maquina 615-01-01-02	70
Figura 13 Grafica indicadores de fallas maquina 615-01-01-03	71
Figura 14 Grafica indicadores de fallas maquina 615-01-01-04	72
Figura 15 Grafica indicadores de fallas maquina 615-01-01-05	73

Figura 16 Grafica indicadores de fallas maquina 615-01-01-0674

Figura 17 Cronograma de actividades79

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Modelo de orden de trabajo	35
Tabla 2 Criterios de Criticidad.....	37
Tabla 3 Frecuencia de fallas	38
Tabla 4 Impacto Operacional	39
Tabla 5 Flexibilidad Operacional.....	40
Tabla 6 Costo de Mantenimiento	40
Tabla 7 impacto de seguridad e higiene	41
Tabla 8 Mantenimiento de inyectoras INDUASRO	47
Tabla 9 Orden de Trabajo.....	49
Tabla 10 Hoja de Vida de equipos	50
Tabla 11 Especificaciones técnicas inyectora 615-01-01-02	56
Tabla 12 Especificaciones técnicas inyectora 615-01-01-03	57
Tabla 13 Especificaciones técnicas inyectora 615-01-01-04	58
Tabla 14 Especificaciones técnicas inyectora 615-01-01-05	59
Tabla 15 Especificaciones técnicas inyectora 615-01-01-06	60

Tabla 16 Códigos de procedimiento	64
Tabla 17 Lubricantes utilizados en INDUASRO LTDA.....	66
Tabla 18 Indicadores de falla maquina 615-01-01-02.....	70
Tabla 19 Indicadores de falla maquina 615-01-01-03.....	71
Tabla 20 Indicadores de falla maquina 615-01-01-04.....	72
Tabla 21 Indicadores de falla maquina 615-01-01-05.....	73
Tabla 22 Indicadores de falla maquina 615-01-01-06.....	74
Tabla 23 Cuadro costos mantenimiento correctivo actual y rutas de lubricación...	76
Tabla 24 Cuadro de implementación de plan de mantenimiento preventivo.....	78
Tabla 25 Cuadro de presupuesto.....	80

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A Planta de inyección INDUASRO LTDA	84
ANEXO B Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-06 Fotografía 1	84
ANEXO C Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-06 Fotografía 2.....	85
ANEXO D Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-06 Fotografía 3.....	85
ANEXO E Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-06 Fotografía 4.....	86
ANEXO F Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-06 Fotografía 5.....	86
ANEXO G Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-03 Fotografía 1	87
ANEXO H Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-04 Fotografía 1.....	87
ANEXO I Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-05 Fotografía 1	88

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS INYECTORAS DE ALUMINIO DE LA LINEA DE PRODUCCION DE LA COMPAÑÍA INDUASRO LTDA.

AUTORES: MIGUEL ESTEBAN ARANA PERDOMO Y JOHN HELBERT CAMPOS MOLINA.

PALABRAS CLAVE: MANTENIMIENTO, INYECTORA, HOJA DE VIDA, PREVENTIVO, INFORMACION, PLANEACION, PROGRAMACION.

DESCRIPCION O CONTENIDO: La monografía desarrollada se encauzó en el desarrollo de un plan de mantenimiento de una empresa dedicada a la fabricación de piezas inyectadas en aluminio como complemento de estas actividades ofrece el servicio de diseño y fabricación de moldes según sus requerimientos y necesidades, apoyados en los amplios conocimientos en estos temas. El mantenimiento preventivo que se realizaba a los equipos de la planta de producción era mínimo, se basaba en lubricación y limpieza periódica, la gestión de mantenimiento que se realizaba era básicamente de mantenimiento reactivo, teniendo en cuenta la importancia de la planta, los tiempos fuera de servicio utilizado para realizar las intervenciones de mantenimiento tenían alta incidencia en el proceso productivo, lo que afectaba económicamente a la compañía.

El plan de mantenimiento preventivo implementado permitió manejar la información de todas las inyectoras de aluminio de la empresa y así realizar los mantenimientos con una buena planeación y programación ofreciendo un mejor servicio al cliente que en este caso es el departamento de producción.

Con toda la información recopilada de los historiales de las máquinas se crearon los formatos para la gestión del mantenimiento como hojas de vida de los equipos, fichas técnicas, procedimientos, ordenes de trabajo, y una programación adecuada para el óptimo desempeño y mejoramiento de los tiempos de entrega en los mantenimientos de las inyectoras.

*Monografía

**Facultad de Ingeniería Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Gilberto Roncancio

SUMMARY

TITLE: DESIGN OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR INJECTION ALUMINUM PRODUCTION LINE COMPANY INDUASRO LTDA.

AUTHORS: MIGUEL ESTEBAN ARANA PERDOMO Y JOHN HELBERT CAMPOS MOLINA.

KEY WORDS: MAINTENANCE, INJECTION, RESUME, PREVENTIVE, INFORMATION, PLANNING, PROGRAMMING.

DESCRIPTION OR CONTENT: The monograph was developed channeled into the development of a maintenance plan of a company dedicated to the manufacture of aluminum injected parts to complement these activities offers the service of designing and manufacturing molds according to your requirements and needs, supported on the extensive expertise in these areas.

Preventive maintenance is performed on equipment production plant was minimal, was based on lubrication and regular cleaning, maintenance management that was made was basically reactive maintenance, taking into account the importance of the plant, time out service used to perform maintenance work had high impact on the production process, which affected the company financially.

The maintenance plan implemented allowed data managing all injectors aluminum company and thus make a good maintenance planning and scheduling offering the customer in this case is the production department for better service.

With all the information gathered from the records of the formats for machine maintenance management as the resumes of equipment, technical specifications, procedures, work orders, and appropriate programming for optimal performance and improvement of time created delivery in the maintenance of the injectors.

Monograph

**Faculty of Mechanical Engineering - Physical. Specialization in maintenance management

Director:Gilberto Roncancio

INTRODUCCIÓN

La compañía Induasro Ltda. Cuenta con diferentes líneas y procesos dentro de su proceso productivo, la planta de producción es la de mayor importancia dentro del proceso productivo y económico de la compañía, está conformada por la sección de inyección de metales no ferrosos y la sección de acabados.

El mantenimiento preventivo que se realiza actualmente a los equipos de la planta de producción es mínimo, se basa en lubricación y limpieza periódica, la gestión de mantenimiento que se realiza es básicamente de mantenimiento reactivo, teniendo en cuenta la importancia de la planta, los tiempos fuera de servicio utilizados para realizar las intervenciones de mantenimiento tienen alta incidencia en el proceso productivo, lo que afecta económicamente a la compañía.

La planta de inyección es el proceso inicial de la línea de producción de la compañía, desde allí se generan los materiales y productos para los procesos posteriores, las fallas que se presenten en estos equipos retrasan directamente las líneas de producción asociadas, esto conlleva a equipos y personal sin ocupación, además se debe tener en cuenta que cada uno de los equipos de esta planta de inyección tiene capacidad de moldear 250kg/turno (9 horas).

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivos Generales:

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para las inyectoras de la línea de producción de compañía Induasro Ltda. e Implementar la fase inicial en la planta de producción.

1.2 Objetivos Específicos:

- Realizar un diagnóstico del plan actual de mantenimiento actual, determinando estado actual de los equipos, documentación, sistemas de información, manejo de repuestos y talento humano.
- Evaluar y ajustar la documentación necesaria para el nuevo plan de mantenimiento propuesto: Hojas de vida, ordenes de trabajo, y fichas técnicas.
- Realizar un análisis de criticidad a los equipo de la planta de producción.
- Elaborar manuales de procedimiento para las intervenciones del plan de mantenimiento preventivo.
- Elaborar un plan de capacitación al personal involucrado en la producción y mantenimiento, con el fin de involucrarlos en el proyecto.
- Diseñar y aplicar indicadores de gestión necesarios para el control y seguimiento de la evolución del plan de mantenimiento implementado.
- Evaluar los datos obtenidos durante la fase inicial de implementación, con el fin de estudiar la proyección y comportamiento del plan propuesto, para realizar ajustes y reprogramaciones necesarias.
- Realizar evaluación financiera y estimar los costos de implementación.

2. JUSTIFICACIÓN

El mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos.

Induasro Ltda. En su voluntad de mejorar y debido a la importancia de la planta de producción dentro del proceso productivo y económico de la compañía, requiere implementar mantenimiento a sus equipos, de esta manera disminuir los mantenimientos reactivos, además disminuir el riesgo de paradas no programadas y tiempo no programados fuera de servicio.

3. INDUASRO LTDA

3.1 HISTORIA

Induasro Ltda. Fue fundada en el año de 1984 por el Ingeniero Alemán Roland Wuesthoff en una bodega en el sector del municipio de La Calera, contaba con una maquina inyectora de cámara fría, diseñada y fabricada por el Ingeniero Wuesthoff, años después se trasladó al barrio Carvajal al sur occidente de la ciudad de Bogotá, donde al día de hoy cuenta con dos áreas de inyección; inyección de no ferrosos con cinco maquinas inyectoras con sistema de cámara fría (cold chamber), área de inyección de plástico con cinco maquinas inyectoras de plástico con sistema de tornillo sinfín, área de acabados y taller de máquinas herramientas. Alrededor de 50 empleados, 20 % en el área de administración y 80% en el área de producción y diseño.

3.2 ACTIVIDAD ECONOMICA

Es una empresa especializada en la fabricación de piezas inyectadas en aluminio y materiales termoplásticos, como complemento de estas actividades ofrece el servicio de diseño y fabricación de moldes según sus requerimientos y necesidades, apoyados en los amplios conocimientos en estos temas.

El desarrollo de actividades de la compañía se divide en dos ramas:

- Línea de productos propios para la construcción: Rejillas para desagüe en aluminio inyectado en sistema de cámara fría (cold chamber) con o sin sosco, combinadas con otros materiales mejorando el desempeño tales como el bronce, acero inoxidable y algunos termoplásticos. Además tiene cuenta con una línea completa de rejillas de desagüe y ventilación en plástico inyectado.

- Todos los productos son fabricados con materiales certificados, con lo cual obtiene una excelente calidad, acabado, durabilidad y total precisión en cuanto a dimensiones.
- Prestación de servicio de inyección de piezas y partes para la industria: Inyección de piezas para la industria automotriz, reguladores para la industria del gas, cerraduras y requerimientos de la industria en general de piezas y partes en metales no ferrosos.

3.3 MARCO ESTRATEGICO

3.3.1 Misión

Ser una empresa industrial, comercial, innovadora y competitiva, concebida para satisfacer las necesidades de una amplia gama de clientes a nivel nacional e internacional, brindando excelencia y calidad en cada uno de nuestros productos y procesos a desarrollar, permitiendo así impulsar nuestro desarrollo y crecimiento.

3.3.2 Visión

Ser una empresa líder en los diferentes procesos de fabricación, garantizando la calidad en los productos y servicios que ofrecemos para el ramo de la construcción e industria en general a nivel nacional e internacional, apoyados para ello en un permanente desarrollo tecnológico, experiencia y capacitación de nuestros colaboradores.

3.3.3 Política de calidad

INDUASRO LTDA es una empresa con un firme direccionamiento de la gerencia, quien proporciona los lineamientos para entregar oportunamente productos y

servicios de excelente calidad, desarrollados y diseñados en busca de cumplir con las necesidades de nuestros clientes.

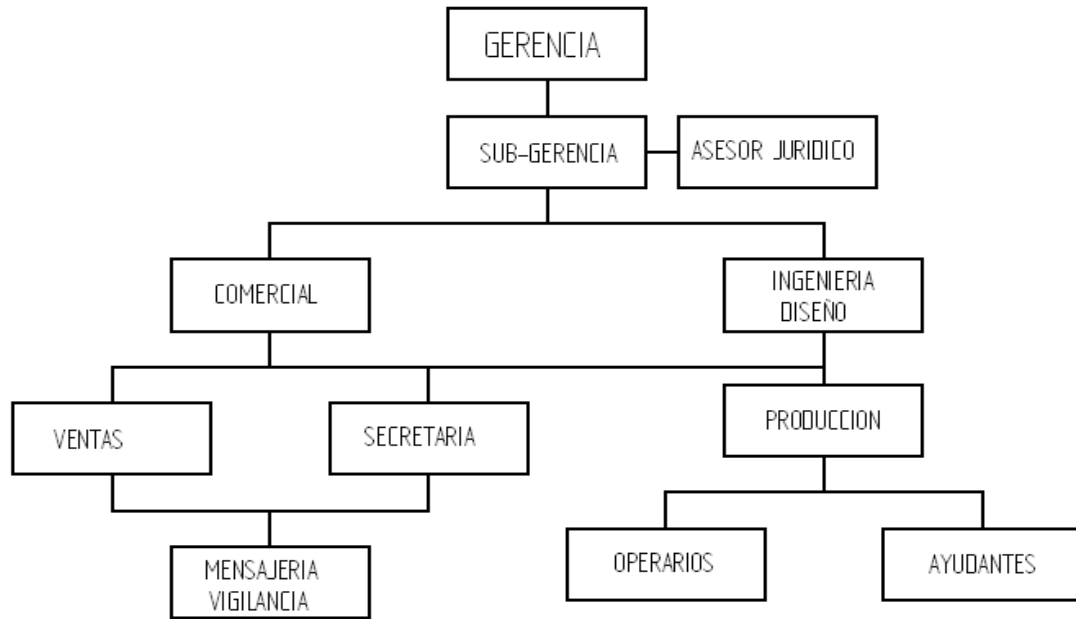
Desarrollamos productos buscan la satisfacción total de nuestros clientes, basados en la mejora continua de nuestros procesos, contribuyendo con el crecimiento de la empresa, de la mano con el crecimiento personal de nuestros empleados, garantizando el cumplimiento de las normas de seguridad y ambientales.

3.3.4 Valores corporativos

- Compromiso: Teniendo sentido de pertenencia por nuestra empresa, así como en los procesos y productos desarrollados.
- Honestidad: Velando por el buen estado y permanencia de los equipos de la empresa, además buscando ofrecer un producto que llene las expectativas de nuestros clientes.
- Trabajo en equipo: Visualizando y encaminando a todos los trabajadores hacia una misma meta, colaborando y facilitando las actividades a desarrollar.
- Responsabilidad: desarrollando las actividades de manera eficaz y eficiente.

3.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

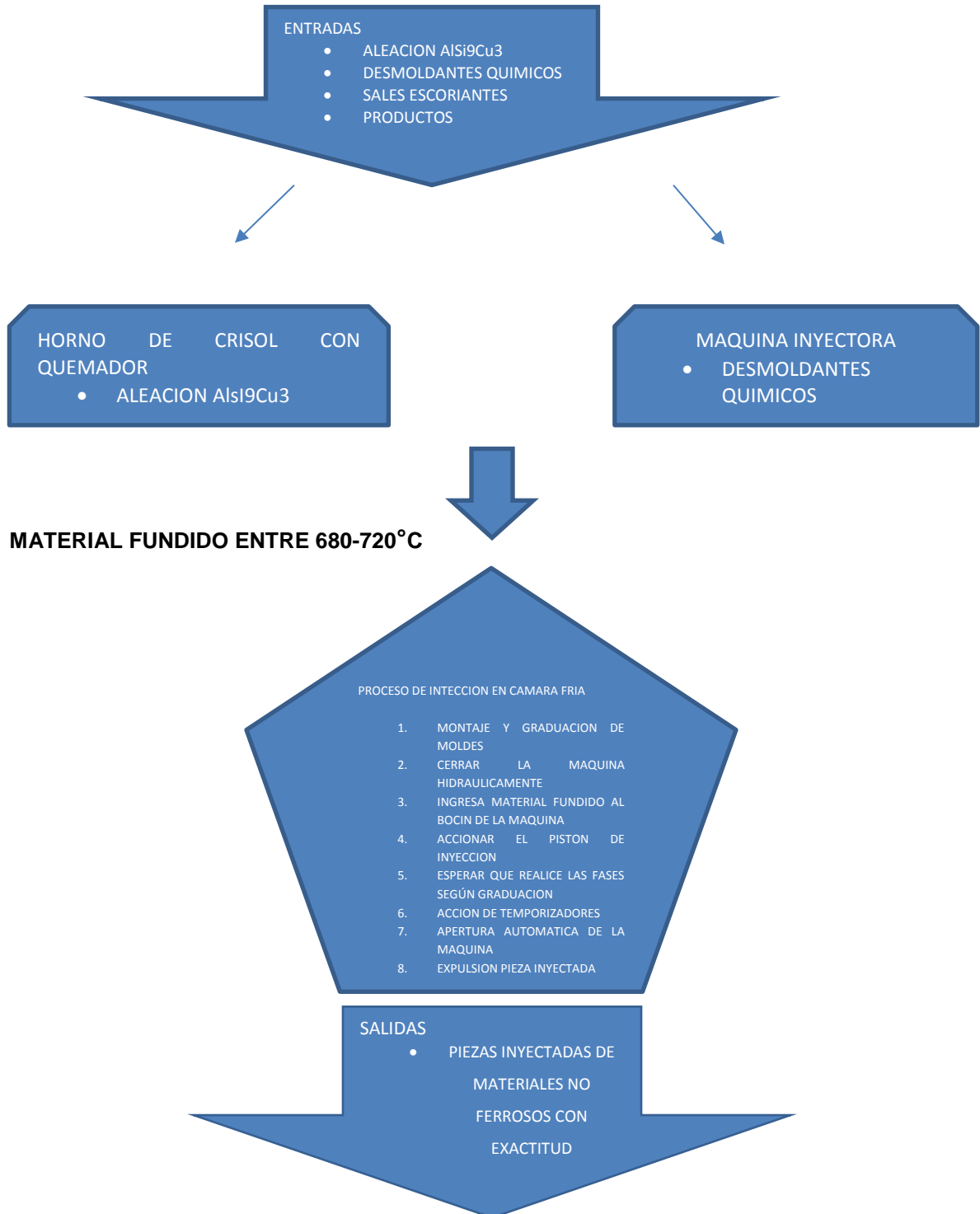
Figura 1: Estructura Organizacional



3.5. MANTENIMIENTO APLICADO A LAS MAQUINAS INYECTORAS DE ALUMINIO

El mantenimiento realizado a las maquinas inyectoras de aluminio de la empresa Induasro Ltda. Es esencialmente mantenimiento correctivo, pues se intervienen las maquinas cuando presentan fallas o efectos que interfieran en su normal desempeño. En cuanto a mantenimiento preventivo se realiza un engrase semanal a las partes mecánica que presentan fricción metal-metal, particularmente en la parte móvil de la maquina (Rotulas, correderas y guías), el control en cuanto a cantidad se realiza de manera visual.

Figura 2. Diagrama del Proceso de Inyección de Metales No Ferrosos con Máquinas en Sistema de Cámara Fría



4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1 Definición

Desde el principio de los tiempos, el Hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad. Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura o Reactivo"

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos.

Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo". Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo.

El mantenimiento preventivo se define como “la conservación planeada de fábrica y equipos, producto de inspecciones periódicas que descubren condiciones defectuosas, siendo su finalidad reducir al mínimo las interrupciones y una depreciación excesiva resultante de negligencias. No debería permitirse que ninguna máquina o instalación llegase al punto de ruptura”¹

El objetivo del Mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los activos de la empresa, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible.

¹ NEWBROUGHT, E.T. Administración de Mantenimiento Industrial, México, Editorial DIANA. 1979. P. 79.

“Para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de un equipo se trabaja sobre el mantenimiento, donde se define disponibilidad como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre que sea requerido, mientras tanto la confiabilidad está definida por la probabilidad de que el equipo funcione en el momento t. si se aumentan al máximo estos dos factores teniendo en cuenta un mantenimiento planeado, estaremos cumpliendo el objetivo del mantenimiento preventivo”²

El mantenimiento preventivo es considerado como una actividad “planeada”, es así que para que esta funcione en una instalación debe haber una distribución de los recursos humanos adecuada.

Para asegurar la disponibilidad de un equipo se trabaja sobre el mantenimiento preventivo, donde se define disponibilidad como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre que sea requerido, mientras tanto la confiabilidad está definida por la probabilidad de que el equipo funcione en el tiempo t. Si se aumenta al máximo estos dos factores teniendo en cuenta un mantenimiento planeado, se está cumpliendo e objetivo del mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo se puede retroalimentar con el diseño de los equipos para mejorar la facilidad del mantenimiento. Este se puede basar en las condiciones o en la estadística y confiabilidad.

² BORRAS PINILLA CARLOS, Mantenimiento Preventivo, Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2012. P.9.

Figura 3 Mantenimiento Preventivo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
Basado en las condiciones: <ul style="list-style-type: none"> - Fuera de línea - En línea 	Con base en la estadística y la confiabilidad: <ul style="list-style-type: none"> - Con base en el tiempo - Con base en el uso

La preferencia de las empresas para aplicar el mantenimiento preventivo frente a otros tipos de mantenimiento se describen a continuación:

- a) Reducción de las fallas prematuras por medio de limpiezas, ajustes y lubricaciones adecuadas.
- b) En caso de que la falla no se pueda mitigar, las revisiones periódicas y las mediciones pueden ayudar a reducir el impacto de la falla.
- c) Se puede controlar la degradación gradual de una función o un parámetro.
- d) Los costos de mantenimiento pueden ser controlados y disminuidos así como los indirectos en las paradas de producción.

Los objetivos principales del mantenimiento preventivo son los siguientes:

- a) Garantizar la seguridad de los equipos y/o instalaciones para el personal.
- b) Reducir la gravedad de las averías.
- c) Evitar la parada productiva.
- d) Reducir los costes que se derivan del mantenimiento, optimizando los recursos.
- e) Mantener los equipos en condiciones de seguridad y productividad.
- f) Alargar la vida útil de las instalaciones y equipos.
- g) Mejorar los procesos productivos.

Los pasos para un efectivo mantenimiento preventivo son los siguientes:

- a) Determinar los objetivos y metas. Se debe tener en cuenta que resultado se requiere del plan de mantenimiento preventivo, hay que ir despacio en este punto y tener unos objetivos limitados e ir incrementándolos a medida que se va implementando el programa en la empresa.
- b) Establecer los requerimientos para el mantenimiento preventivo. En este punto hay que decidir qué tan largo va a ser el mantenimiento preventivo, que debe incluir y en donde inicia el mismo (máquinas, equipos y áreas de trabajo y de operación). Se debe decidir si se van a incluir más disciplinas en el programa de mantenimiento (rutas de lubricación, cambios frecuencias, ajustes y calibraciones de los equipos.)
- c) Crear conciencia en los demás departamentos de la importancia del mantenimiento preventivo e involucrarlos en el mismo.
- d) Medición de los resultados del mantenimiento. Al implementar el mantenimiento preventivo se debe tener en cuenta que no solo se trata de implementarlo sino que se debe hacer un seguimiento adecuado para verificar el progreso del mismo.
- e) Desarrollar un plan de entrenamiento al personal de planta es importante para tener un mejor desarrollo del mantenimiento, este punto es importante ya que una vez todo el personal se empape de lo que se quiere se trabajara de mejor forma en la implementación del mismo.

4.2 Alcance

El mantenimiento preventivo se debe hacer en todo el centro de trabajo, servirá para tener el control de todas sus revisiones, este tiene excepciones como por ejemplo la maquinaria que se encuentra en garantía, también la que cuenta con un servicio externo. No debe haber ningún equipo y maquinaria sin revisar y tener

bajo control. Se debe inventariar todo el equipo de producción para poder diseñar un plan de mantenimiento adecuado a las necesidades de la empresa, que permita obtener datos reales entre los departamentos de mantenimiento y producción.

4.3 Ventajas

El mantenimiento preventivo presenta ventajas ante el resto de mantenimientos, dentro de las más relevantes podemos encontrar:

- Los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

4.4 Desventajas

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra
- Si no se hace un análisis adecuado para su implementación, se puede sobrecargar el costo del mantenimiento si llegar a un mejoramiento óptimo en la disponibilidad de los equipos.
- Los trabajos rutinarios al ser tan prolongados provocan falta de motivación en el personal de mantenimiento.

4.5 Implementación

Para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo se deben seguir varios pasos que irán en un orden específico y de acuerdo al tipo de empresa en la cual se vaya a poner en marcha.

- a. Listar el equipo a inspeccionar
- b. Establecer rutas y frecuencias de cada mantenimiento
- c. Se definen estándares de tiempo y límites de los mismos para agilizar las tareas y jerarquizarlas.
- d. Determinar qué cantidad de personal se necesita para cada una de las actividades.
- e. Realizar los procedimientos para cada uno de los mantenimientos siguiendo los pasos y cumpliendo los mismos para entregar maquinas a tiempo a producción.
- f. Revisar los métodos de inspección, verificando si las reparaciones cumplen con los estándares consignados en el plan de mantenimiento.
- g. Llevar registro y control de los indicadores.

5. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

5.1 PLANEACIÓN

En aras de optimizar los recursos disponibles es importante planificar y los trabajos, como en cualquier otra actividad empresarial. En mantenimiento hay una dificultad principal y quizás es un punto álgido y es que todas las actividades deben estar ligadas a la planificación y programación de la producción de la empresa.

La planificación de los trabajos consiste en poner al ejecutor en disposición de realizar el trabajo dentro del tiempo previsto, con buena eficiencia y según un método optimizado; es lo que también se denomina proceso de preparación de trabajos.

Para que los trabajos se puedan realizar con la eficiencia deseada es preciso:

- a) .Concretar el trabajo a realizar.
- b) .Estimar los medios necesarios (mano de obra, materiales)
- c) .Definir las normas de Seguridad y Procedimientos aplicables.
- d) .Obtener el permiso de trabajo.

El mantenimiento se trata de hacer la preparación tanto de la mano de obra como de los materiales, por esto podemos decir que es una actividad imprescindible para una adecuada programación.

- a) Preparación de la mano de obra.

Normas, Procedimientos, Guías de trabajo aplicables. Sobre todo debe estar detallado en trabajos muy repetitivos (Procedimientos y Normas-Guía)
Calificación y formación necesaria de los ejecutores. Número.

Horas de trabajo necesarias.

Permisos de trabajo a obtener. Condiciones a reunir por la instalación para obtener el permiso para trabajar.

b) Preparación de Materiales

Repuestos necesarios. Su disponibilidad.

Vale de salida del almacén.

Materiales de consumo y otros no almacenados. Propuesta de compra.

Transportes, grúas, carretillas necesarias.

Andamios y otras actividades auxiliares.

No todos los trabajos requieren igual preparación. Se aceptan los siguientes grados de preparación en mantenimiento, para justificarla económicamente:

10% de los trabajos no requiere ninguna preparación (pequeños, no repetitivos).

60% de los trabajos se hará una preparación general, incidiendo más en los materiales que en la mano de obra (trabajos normales).

30% de los trabajos se hará una preparación exhaustiva (grandes reparaciones, larga duración, parada de instalaciones).

5.1.1 Recursos

Para optimizar los mantenimientos dentro de una empresa se deben tener recursos tanto físicos como tecnológicos que permitan agilizar y dar un mejor trámite a los trabajos solicitados por el cliente. Dentro de estos recursos podemos encontrar tal y como se dijo al inicio, físicos y tecnológicos, siendo los más importantes:

- Herramientas
- Repuestos

- Áreas específicas para los trabajos
- Materiales
- Mano de obra calificada, entrenada y especializada
- Manuales
- Software especializado

5.1.2 Procedimientos

Deben ser útiles y fáciles de manejar por los interesados (no son manuales para técnicos sino guías para operarios). Deben contener:

- a) Las operaciones necesarias y su orden de ejecución.
- b) Los instrumentos, útiles y herramientas especiales necesarias.
- c) El número de personas necesarias para cada operación.
- d) Gestión de Trabajos.
- e) Las indicaciones de seguridad en las tareas que revisten un cierto riesgo.
- f) Un esquema de procedimiento tipo se presenta a continuación.
- g) Es el procedimiento de revisión en taller de un motor eléctrico.

5.2 PROGRAMACIÓN

Una vez planificados los trabajos, se establecen las fechas y el orden de ejecución de las actividades. Por esto se debe tener un programa adecuado para generar adecuadamente los trabajos en el orden jerárquico que se necesiten.

- a) Localización del fallo, avería.
- b) Diagnóstico del fallo
- c) Determinar la acción correctiva

- d) Decidir la prioridad correcta del trabajo
- e) Planificar las actividades de mantenimiento
- f) Programar la actividad.

Todas las estrategias de mantenimiento, las técnicas de planeación y programación de órdenes de trabajo, el monitoreo de las actividades de mantenimiento y en general toda actividad que tenga que ver con la planeación las estrategias de mantenimiento se pueden administrar sistemáticamente y organizada en programas desarrollados para este fin.

Para este fin se han desarrollado los sistemas computarizados para la administración del mantenimiento (SCAM)

Existen en el mercado programas de mantenimiento de todo orden, unos fáciles de usar y a bajo costo y también se encuentran otros más complejos y costosos, algunos de los programas son los abajo listados:

- a) SAP
- b) SAP R/3
- c) PRIMAVERA
- d) PLANVIEW
- e) OPEN PLAN PROFESSIONAL
- f) PROJECT SCHEDULER
- g) ARTEMIS

El Mantenimiento Preventivo es una alternativa costosa si no se tiene un control y programación adecuados, pues muchas partes se reemplazan basándose en el tiempo de operación.

5.2.1 Ordenes de trabajo

Se sabe de la importancia de este documento pues es una de las herramientas dentro del mantenimiento que nos permite ver los datos de intervención a cada una de las máquinas.

Cada orden de trabajo debe contener principalmente los siguientes datos:

- Numero de orden de trabajo.
- Nombre del equipo a intervenir.
- Trabajo a realizar.
- Materiales, herramientas y repuestos a usar durante la operación.
- Prioridad del trabajo.
- Un análisis de riesgos en el trabajo.
- Fecha y hora a realizar el trabajo.

En el caso de realizar un mantenimiento preventivo se utiliza un tipo de OT llamada **OT Preventiva**, esta OT es más definida ya que los trabajos se han realizado rutinariamente y tiene una ruta y una trazabilidad en la cual se encuentran los pasos a seguir para cada mantenimiento. Estas OT tienen los pasos abajo listados:

- Código de ruta.
- Periodicidad.
- Fechas de intervención.
- Nombre de los técnicos y personal de mantenimiento.
- Riesgos y precauciones.
- Herramientas y materiales a usar.
- Repuestos.

- Lista de actividades a realizar en cada operación.
- Parámetros de referencia.
- Resultados.
- Observaciones.

Esta información nos sirve para poder hacer un seguimiento de indicadores una vez terminadas las actividades de mantenimiento.

Tabla 1. Modelo de orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO		No.
PRIORIDAD		
REQUERIDO POR	APROBADO POR	FECHA
EQUIPO		
DESCRIPCION DEL PROBLEMA		
MATERIAL Y HERRAMIENTAS NECESARIAS		
OPERARIO DE MANTENIMIENTO		
FECHA DE ENTREGA DE LA MAQUINA A MANTENIMEINTO		
FECHA DE ENTREGA DE MAQUINA A PRODUCCION		
RIESGOS DEL TRABAJO		
PARAMETROS INICIALES DE EQUIPO		
RESULTADOS		
OBSERVACIONES		

Fuente. Los autores

6. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de optimizar el proceso de programación de tareas y asignación de recursos. El análisis de criticidad permite identificar los equipos que requieren mayor atención por parte de las áreas de mantenimiento y producción.

Los resultados del análisis de criticidad sirven para:

- Priorizar ordenes de trabajo de mantenimiento.
- Jerarquizar las inversiones según su importancia.
- Plantear el manejo de las actividades de mantenimiento.
- Facilitar la gestión de materiales y repuestos.
- Enfocar las estrategias de mantenimiento hacia los sistemas y equipos críticos.

Para realizar el análisis de criticidad se debe:

- Identificar los equipos.
- Definir el objetivo del análisis.
- Recolectar información de los equipos.
- Consultar al personal relacionado con los equipos.

El análisis de criticidad genera resultados semicuantitativos, basados en la teoría del riesgo (Frecuencia de fallas x Consecuencias).

$$\text{Críticidad Total} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Dónde:

$$\text{Frecuencia} = \# \text{ de fallas en un tiempo determinado}$$

$$\text{Consecuencia} = ((\text{Impacto operacional} \times \text{flexibilidad}) + \text{Costos de mantenimiento} + \text{impacto SAH})$$

6.1.1 Frecuencia de fallas.

La frecuencia de fallas como su nombre lo indica es la cantidad de fallas que se presentan en un periodo determinado de tiempo.

Tabla 3 Frecuencia de fallas

FRECUENCIA DE FALLAS		
POBRE	MAYOR A 4 FALLAS AL AÑO	4
PROMEDIO	DE 2 A 4 FALLAS AL AÑO	3
BUENA	DE 1 A 2 FALLAS AL AÑO	2
EXCELENTE	MENOS DE UNA FALLA AL AÑO	1

Fuente. Carlos Parra

6.1.2 Impacto operacional.

El impacto operacional se refiere a las consecuencias que ocasiona una falla en el proceso productivo.

Tabla 4 Impacto Operacional

<i>IMPACTO OPERACIONAL</i>	
PARADA INMEDIATA DE TODA LA PLANTA DE DETERGENTES	10
PARADA DEL SISTEMA O PLANTA DE SULFONACION (SULPHUREX)	6
IMPACTA LOS NIVELES DE PRODUCCION Y CALIDAD	4
REPERCUTE EN COSTOS DE OPERACIÓN ADICIONALES POR LA INSDISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	2
NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO EN LA OPERACIÓN Y PRODUCCIÓN	1

Fuente. Carlos Parra

6.1.3 Flexibilidad operacional.

La flexibilidad operacional se refiere a la alternativa que se tiene para reanudar la función del activo al ocurrir una falla

Tabla 5 Flexibilidad Operacional.

<i>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</i>	
No existe opcion de produccion y no hay opcion de repuesto	4
Hay opcion de repuesto compartido	2
Funcion de repuesto disponible	1

Fuente. Carlos Parra

6.1.4 Costo de mantenimiento.

Se refiere a un costo promedio asociado a las actividades de mantenimiento realizadas al equipo.

Tabla 6 Costo de Mantenimiento

<i>COSTO DE MANTENIMIENTO</i>	
MAYOR O IGUAL A \$ 1.000.000 PESOS	2
MENOR A \$ 1.000.000 PESOS	1

Fuente. Carlos Parra

6.1.5 Impacto en Seguridad Ambiente Higiene.

Hace referencia a las consecuencias ambientales y de seguridad ocasionada por una falla

Tabla 7 impacto de seguridad e higiene

IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTAL E HIGIENE	
AFECTA LA SEGURIDAD HUMANA TANTO EXTERNA COMO INTERNA Y SE PRESENTAN INFORMES A ENTES DEL GOBIERNO LOCAL	8
AFECTA EL AMBIENTE PROVOCANDO DAÑOS IRREVERSIBLES	6
AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	4
PROVOCA ACCIDENTES E INCIDENTES AL PERSONAL	2
PROVOCA UN IMPACTO AMBIENTAL CUYO EFECTO NO VIOLA LA LEYES AMBIENTALES	1
NO PROVOCA NINGUN TIPO DE DAÑOS EN PERSONAS, INSTALACIONES Y MEDIO AMBIENTE	0

Fuente. Carlos Parra

6.2 CALCULO DE CRITICIDAD.

El primer paso para efectuar el análisis de criticidad para los equipos de la planta de Inyección fue consultar en las hojas de vida de cada uno de ellos la frecuencia de fallas. Luego se discutió con el personal de mantenimiento y producción acerca de la cuantificación de los criterios de costo de mantenimiento, impacto operacional y ambiental y se registraron en la tabla que aparece a continuación.

Figura 4 Análisis de Criticidad

ANALISIS DE CRITICIDAD INYECTORAS DE ALUMINIO INDUASRO LTDA									
EQUIPO	CODIGO	PROBABILIDAD DE FRECUENCIA	CONSECUENCIAS DE FALLA				CONSECUENCIA	NIVEL DE CRITICIDAD	JERARQUIZACION
			IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE MANTENIMIENTO	IMPACTO SAH			
MAQUINA INYECTORA # 2	615-01-01-02	4	4	4	2	2	20	80	CRITICO
MAQUINA INYECTORA # 3	615-01-01-03	4	4	4	2	2	20	80	CRITICO
MAQUINA INYECTORA # 4	615-01-01-04	4	4	4	2	2	20	80	CRITICO
MAQUINA INYECTORA # 5	615-01-01-05	4	4	4	2	2	20	80	CRITICO
MAQUINA INYECTORA # 6	615-01-01-06	4	4	4	2	2	20	80	CRITICO

Fuente. Los Autores

6.2.1 Jerarquización de los equipos.

De acuerdo a la información obtenida en la tabla de resultados y basados en el nivel de criticidad, se jerarquizo cada equipo utilizando la matriz de criticidad, la cual se ilustra en la Figura 5.

Figura 5 Matriz de criticidad.

F R E C U E N C I A	4	SC	SC	C	C	C	Matriz de Criticidad Leyenda: C : Crítico SC : Semi- Crítico NC : No crítico Valor máximo: 200.
	3	SC	SC	SC	C	C	
	2	SC	SC	SC	SC	C	
	1	NC	NC	SC	SC	C	
		NC	NC	NC	SC	C	
		10	20	30	40	50	
		CONSECUENCIAS					

Fuente. Carlos Parra

Después de realizar el análisis de criticidad se obtuvieron como críticos los todos los equipos de la planta de inyección:

- **MAQUINA INYECTORA # 2 615-01-01-02**
- **MAQUINA INYECTORA # 3 615-01-01-03**
- **MAQUINA INYECTORA # 4 615-01-01-04**
- **MAQUINA INYECTORA # 5 615-01-01-05**
- **MAQUINA INYECTORA # 6 615-01-01-06**

7. MANEJO DE INFORMACIÓN

Induasro Ltda. No contaba con ningún tipo de manejo de información acerca de los equipos y las intervenciones de los mismos. Se basaba únicamente en las especificaciones técnicas brindadas por el fabricante, tales como:

- Marca
- Potencia motor
- Tensión de trabajo
- Rango máximo y mínimo de presión de trabajo
- Presión de trabajo
- Presión de cierre

Al encontrar falencias en el manejo de información se desarrolló un sistema de codificación para los equipos de la compañía y se diseñó pequeña base de datos en Excel donde se lleva un registro histórico de las intervenciones de mantenimiento preventivo y correctivo, referenciando fecha, código, nombre del equipo, procedimiento, descripción y tipo de intervención.

Como complemento se desarrollaron formatos de hojas de vida y orden de trabajo con el fin de brindar herramientas para facilitar el manejo y garantizar la veracidad de la información recopilada.

7.1 CODIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

La empresa INDUASRO LTDA no contaba con codificación de los equipos, se basaban en la identificación visual y espacial. Lo que no colaboraba con el manejo de la información asociada a los equipos, por esta razón se realizó un estudio donde se evaluaba la ubicación, funcionamiento y desempeño relacionados con los equipos de la empresa.

Maquinas herramienta	06
Tableros eléctricos	07
Locativos	08

- **00**, Numero de dos cifras (2) para asignarle un consecutivo al equipo.

7.1.2 Codificación de equipos

Se realizó la codificación a los equipos críticos aplicando los criterios establecidos, dada la cantidad de equipos y el tema de estudio del proyecto, se hará enfoque en los equipos que aplican los siguientes criterios.

615: Inyección de aluminio

01: Inyección

01: Equipos de proceso

00: Consecutivo respectivo

Figura 6 Codificación de Equipos

<i>CODIFICACIÓN EQUIPOS DEL AREA DE INYECCIÓN</i>	
CODIGO	NOMBRE EQUIPO
615-01-01-02	MAQUINA INYECTORA # 2
615-01-01-03	MAQUINA INYECTORA # 3
615-01-01-04	MAQUINA INYECTORA # 4
615-01-01-05	MAQUINA INYECTORA # 5
615-01-01-06	MAQUINA INYECTORA # 6

Fuente. Los autores

7.2 REGISTROS HISTORICOS DE MANTENIMIENTO

Se creó una base de datos en Microsoft Excel donde se registra año, mes, día, código de equipo, nombre de equipo, procedimiento realizado, descripción u observaciones del procedimiento, tipo de intervención, para las intervenciones de mantenimiento correctivo se creó una casilla donde se ubica el procedimiento de mantenimiento preventivo diseñado a la falla que se presentó.

7.2.1 Descripción de la base de datos

A continuación se realiza una descripción de cada una de las columnas de la base de datos, brindando una mayor claridad de los conceptos y un instructivo de cómo se deben ingresar los datos.

- AÑO: En el que se realiza la intervención de mantenimiento
- MES: En el que se realiza la intervención de mantenimiento
- DIA: En el que se realiza la intervención de mantenimiento
- CODIGO EQUIPO: En esta casilla se ingresa el código asignado por la empresa al equipo.
- NOMBRE DEL EQUIPO: Al ingresar el código en la casilla inmediatamente anterior automáticamente aparece el nombre del equipo.
- PROCEDIMIENTO: En esta casilla se ingresa el código del procedimiento cuando es mantenimiento preventivo, cuando es mantenimiento correctivo se registra una breve explicación de la intervención.
- DESCRIPCION: Cuando son procedimientos preventivos, al ingresar el código del procedimiento de mantenimiento preventivo en la casilla anterior, en esta casilla aparece el nombre del procedimiento. Cuando es intervención de mantenimiento correctivo, se realiza una descripción de la misma.

- TIPO DE INTERVENCION: Si una actividad de mantenimiento preventivo o correctivo.
- PROCEDIMIENTO PROPUESTO: Para las intervenciones de mantenimiento correctivo se creó una casilla donde se referencia el procedimiento de mantenimiento preventivo que está asociado a la falla que se presentó, los cuales serán estudiados en el Capítulo 8.

Tabla 8 Mantenimiento de inyectoras INDUASRO

MANTENIMIENTO INYECTORAS INDUASRO								
AÑO	MES	DIA	CÓDIGO EQUIPO	NOMBRE EQUIPO	PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE INTERVENCION	PROCEDIMIENTO PROPUESTO
2013	junio	4	615-01-01-02	MAQUINA INYECTORA # 2	Graduacion valvula de descarga	N/A	CORRECTIVO	H07
2013	junio	6	615-01-01-05	MAQUINA INYECTORA # 5	Daño en el micro del presostato de descarga	N/A	CORRECTIVO	H07
2013	junio	7	615-01-01-02	MAQUINA INYECTORA # 2	M01	Limpieza y verificación de estado de la maquina	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-03	MAQUINA INYECTORA # 3	M01	Limpieza y verificación de estado de la maquina	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-04	MAQUINA INYECTORA # 4	M01	Limpieza y verificación de estado de la maquina	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-05	MAQUINA INYECTORA # 5	M01	Limpieza y verificación de estado de la maquina	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-06	MAQUINA INYECTORA # 6	M01	Limpieza y verificación de estado de la maquina	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-02	MAQUINA INYECTORA # 2	L01	Lubricacion de columnas	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-03	MAQUINA INYECTORA # 3	L01	Lubricacion de columnas	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-04	MAQUINA INYECTORA # 4	L01	Lubricacion de columnas	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-05	MAQUINA INYECTORA # 5	L01	Lubricacion de columnas	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-06	MAQUINA INYECTORA # 6	L01	Lubricacion de columnas	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-02	MAQUINA INYECTORA # 2	LO2	Engrasar rolerias	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-03	MAQUINA INYECTORA # 3	LO2	Engrasar rolerias	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-04	MAQUINA INYECTORA # 4	LO2	Engrasar rolerias	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-05	MAQUINA INYECTORA # 5	LO2	Engrasar rolerias	PREVENTIVO	
2013	junio	7	615-01-01-06	MAQUINA INYECTORA # 6	LO2	Engrasar rolerias	PREVENTIVO	
2013	junio	11	615-01-01-03	MAQUINA INYECTORA # 3	Cambio pulsador de machos laterales	N/A	CORRECTIVO	E07
2013	junio	11	615-01-01-04	MAQUINA INYECTORA # 4	Daño en bobina electrovalvula	N/A	CORRECTIVO	E04
2013	junio	14	615-01-01-02	MAQUINA INYECTORA # 2	M01	Limpieza y verificación de estado de la maquina	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-03	MAQUINA INYECTORA # 3	M01	Limpieza y verificación de estado de la maquina	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-04	MAQUINA INYECTORA # 4	M01	Limpieza y verificación de estado de la maquina	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-05	MAQUINA INYECTORA # 5	M01	Limpieza y verificación de estado de la maquina	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-06	MAQUINA INYECTORA # 6	M01	Limpieza y verificación de estado de la maquina	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-02	MAQUINA INYECTORA # 2	L01	Lubricacion de columnas	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-03	MAQUINA INYECTORA # 3	L01	Lubricacion de columnas	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-04	MAQUINA INYECTORA # 4	L01	Lubricacion de columnas	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-05	MAQUINA INYECTORA # 5	L01	Lubricacion de columnas	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-06	MAQUINA INYECTORA # 6	L01	Lubricacion de columnas	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-02	MAQUINA INYECTORA # 2	LO2	Engrasar rolerias	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-03	MAQUINA INYECTORA # 3	LO2	Engrasar rolerias	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-04	MAQUINA INYECTORA # 4	LO2	Engrasar rolerias	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-05	MAQUINA INYECTORA # 5	LO2	Engrasar rolerias	PREVENTIVO	
2013	junio	14	615-01-01-06	MAQUINA INYECTORA # 6	LO2	Engrasar rolerias	PREVENTIVO	

7.3 ORDEN DE TRABAJO

La orden de trabajo es un formato utilizado por el área de mantenimiento para registrar la información sobre las intervenciones que se van a realizar a los equipos, esta información tiene un mayor grado de detalle y precisión de las actividades. Estas órdenes permiten ordenar las actividades que están previamente programadas por el área de mantenimiento según la prioridad.

La orden de trabajo debe ser revisada tanto por personal del área de mantenimiento, como personal involucrado con el equipo del área del área de producción, antes y después de la intervención.

7.3.1 Descripción del formato orden de trabajo.

El formato de orden de trabajo diseñado para la empresa INDUASRO LTDA contiene la siguiente información:

- Numero de consecutivo
- Área solicitante
- Código de equipo
- Fecha de solicitud
- Descripción
- Prioridad de intervención
- Elemento del equipo a intervenir
- Duración de la intervención
- Mano de obra
- Materiales
- Consideraciones de seguridad y salud ocupacional

Tabla 9 Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO						
INDU ASRO Ltda.						No
PLANTA SOLICITANTE	_____			FECHA DE SOLICITUD _____		
SECCIÓN	_____					
MAQUINA O EQUIPO	_____			NORMAL	<input type="checkbox"/>	
DESCRIPCION	_____			URGENTE	<input type="checkbox"/>	
				CRITICO	<input type="checkbox"/>	
SEGUIMIENTO						
ELEMENTO	INICIACION	FINALIZACION	MANO DE OBRA ESTIMADA	MANO DE OBRA REAL	MATERIAL ESTIMADO	MATERIAL REAL
COSTO MATERIALES	_____		COSTO M.O	_____		COSTO TOTAL _____
AUTORIZACION SOLICITANTE	_____			AUTORIZACION MANTENIMIENTO	_____	

Fuente. Los autores

8. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INYECTORAS DE ALUMINIO

Las maquinas inyectoras son el inicio y la base del proceso productivo de INDUASRO LTDA, de estas resulta el material que se va a los siguientes proceso de producción, una parada de cualquier maquina inyectora impacta el proceso de producción retrasa las producciones y las entregas dado que no se tienen grandes cantidades en stock de los productos fabricados, lo que indirectamente afecta las finanzas de la compañía, por esta razón es importante que se encuentre siempre en óptimas condiciones de servicio y cumpliendo las funciones asociadas.

Dado que el mantenimiento que se realiza a las maquinas inyectoras es prácticamente correctivo, solo se realiza una pequeña ruta de lubricación y engrase frecuencia semanal, con el fin de mitigar los tiempos fuera de operación no programados de las maquinas inyectoras es necesario iniciar el diseño y la posterior implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

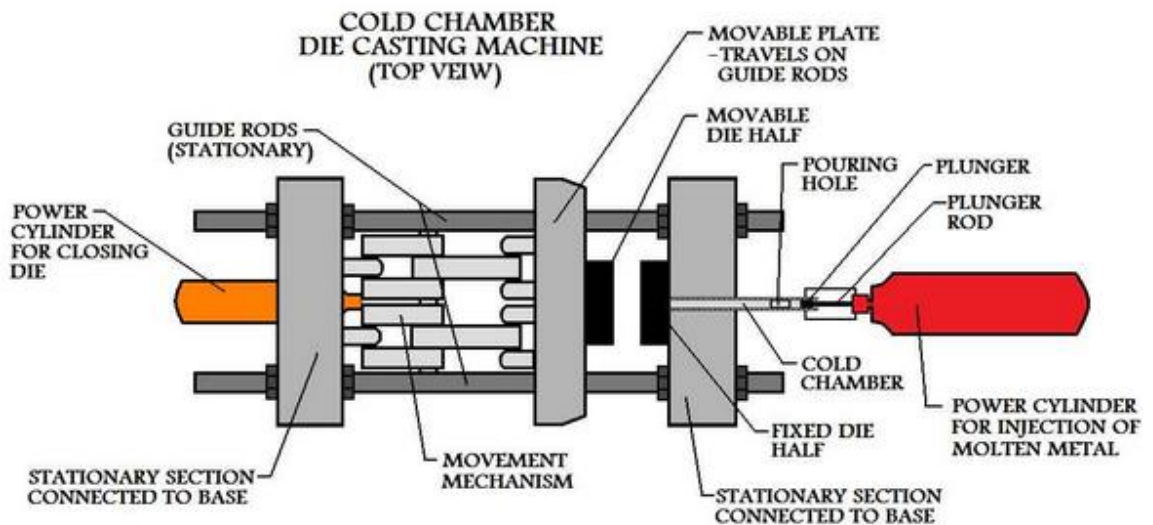
8.1 INYECTORAS DE ALUMINIO

Las maquinas inyectoras de materiales no ferrosos con las que cuenta INDUASRO LTAD son de sistema de cámara fría (Cold Chamber), trabajan con una presión que oscila entre 100 y 120 Bar, con una fuerza de cierre de 100 ton aproximadamente, trabajan un conjunto con un sistema de fundición que está conformado por un horno en material cerámico, un quemador de gas natural marca Joannes y crisol en fundición gris. Se denomina cámara fría porque no tiene contacto permanente con el material fundido, el material fundido es llevado del crisol a la maquina en cucharas hechas en fundición, en este proyecto está enfocado en la maquinas inyectoras, las cuales son vitales en el proceso productivo.

8.1.1 Descripción

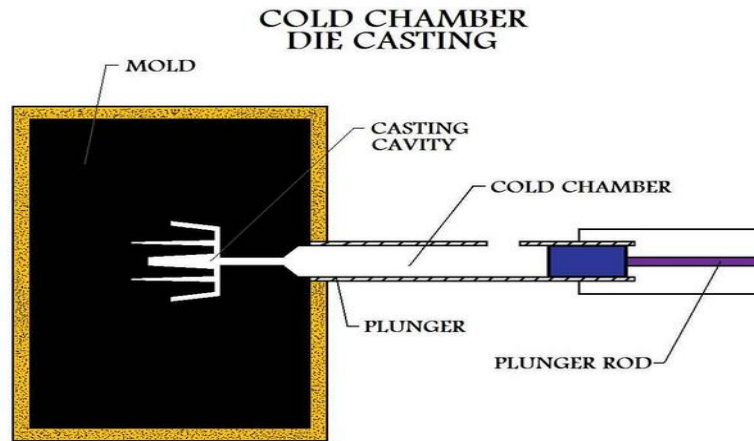
Las inyectoras de cámara fría es la segunda de las dos ramas principales de fundición a presión, es un proceso de fundición de molde metálico permanente, se trata de un proceso del moldeamiento en dos bloques de acero. Ejerce una gran fuerza de sujeción necesaria para mantener las dos mitades del molde juntos con tremendas presiones ejercer durante el proceso de fabricación.

Figura 7 Pistón de Inyección



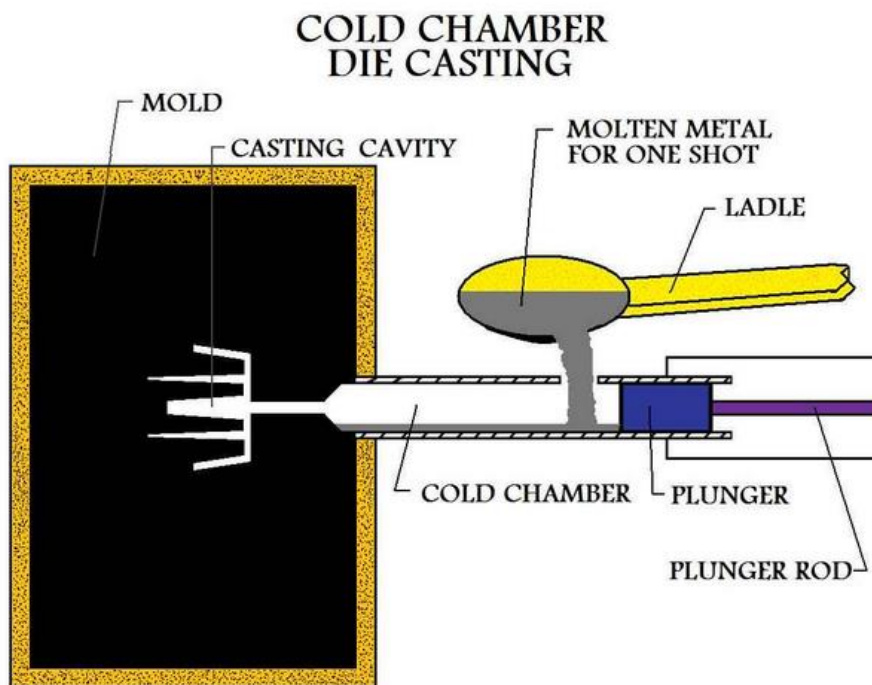
El pistón de inyección está localizado en la entrada del molde, este se encuentra conectado con la cámara, a la vez conectado con el cilindro de poder.

Figura 8 Inyección de aluminio



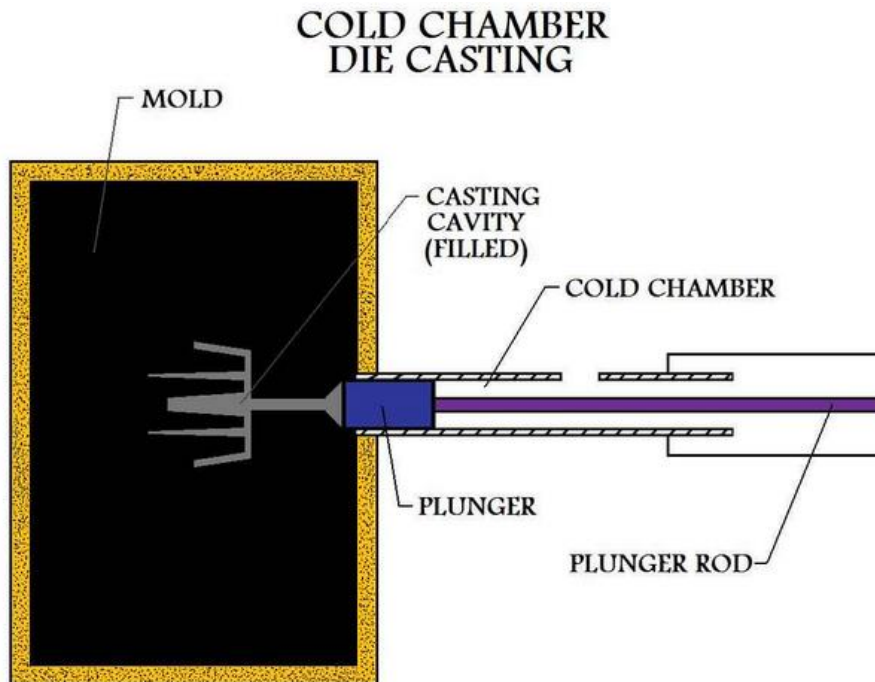
En el inicio de la fabricación en serie, la cantidad correcta de material a moldear se coloca en el bocín, que es una pieza externa que contiene el material a fundido, hecha en acero para trabajo en caliente H13.

Figura 9 Adición de Aluminio a Inyección



El cilindro de poder ejerce una gran fuerza hacia el orificio de entrada del bocín, de esta manera mueve el material fundido hacia el molde con gran presión, aproximadamente 100 bar. La presión hace que el material en estado líquido llene los espacios que están libre en el molde, además que se ejerce sobre la paredes del molde garantizan un excelente acabado y precisión dimensional. La presión es mantenida durante un periodo de tiempo después de la fase de inyección en el proceso de fabricación en fundición.

Figura 10 Aluminio Inyectado a Molde



Cada metal moldeado inicia solidificación, la presión del sistema se retira, segundos después el molde se abre, la pieza se puede sacar empleando un sistema de expulsión. Antes de cada inyección se aplica al molde desmoldantes y el bocín se lubrica, esto se repite en cada ciclo de inyección. En cámara caliente el material fundido siempre está en contacto con la maquina inyectora

La principal diferencia entre el sistema de cámara fría y cámara caliente en proceso de moldeo, es el sistema de alimentación de material, en el sistema de cámara fría el material fundido se coloca en el bocín proveniente de una fuente de material fundido externa, en el caso de INDUASRO LTDA el material se funde en crisoles, que alcanzan la temperatura mediante quemadores de gas, en el proceso de inyección de cámara caliente el material es fundido dentro de la misma máquina, en cámara caliente el material fundido siempre está en contacto con la maquina inyectora. Por esta razón se pueden causar mayores problemas en las maquinas, pues es mayor el punto de fusión de los materiales, está en contacto con material desde que se funde hasta que se moldea, la maquina permanece en altas temperaturas, el sistema de cámara fría trabaja más refrigerado.

Para materiales como el aluminio que tiene un alto punto de fusión, es favorable trabajar con sistema de cámara fría, este sistema también puede trabajar con materiales con bajo punto de fusión. En cuanto a procesos de fabricación en serie la ventaja del sistema de cámara caliente es que el tiempo del ciclo es menor.

8.1.2 Fichas técnicas

Las fichas tecnicas de las maquinas inyectoras de la compañía INDUASRO LTDA, fueron diseñadas por el Sr Roland Wuesthoff, construidas bajo su indicación en los talleres propios, utilizando diferentes tipo de máquinas herramientas, por esta razón la información consignada en la fichas tecnicas se obtuvo de los correspondientes planos y de los archivos suministrados por el diseñador, a continuación se muestra las fichas tecnicas de los equipos en estudio.

Tabla 11 Especificaciones técnicas inyectora 615-01-01-02

615-01-01-02

MAQUINA - INYECTORA DE CAMARA FRIA No.2

ALTURA MAX.SEMIMOLDE FIJO	mm	75
SALIDA MAX.PISTON DE INYECCION	mm	95
ALTURA MAX.MOLDE	mm	300
ALTURA MIN. MOLDE	mm	160
CARRERA APERTURA PLATO MOVIL	mm	160
CARRERA EXPULSOR CENTRAL	mm	60
FUERZA DE CIERRE	to	60
FUERZA DE INYECCION	to	8,80
SISTEMA EXPULSOR CENTRAL		Hidraul.
FUERZA EXTRACTOR CENTRAL	to	4,50
PRESION MAX SISTEMA HIDRAULICO	bar	110

EXPULSORES:

CENTRO BOCIN - CENTRO EXPULSION:
EJE Y: 129 - 86 - 172
EJE X: 45 - 55 + -

(CON MULTIPLICADOR)

FUERZA EXTRACTORES LATERALES/100 bar

50,8	57,15	63,5	69,85	76,2
2"	2¼"	2½"	2¾"	3"
2026	2564	3165	3830	4558

CAPACIDAD DE TRABAJO:

** LLENADO DEL CONTENEDOR AL 50%

DIAMETRO PISTON	mm	30	35	38	40	47	50
VOLUMEN Al/Zn **	cm ³	67	91	108	119	165	186
PESO MAX. Al g	(2,7g/cm ³)	181	247	291	322	445	503
PESO MAX. Zn. g	(6,8g/cm ³)	456	621	732	811	1120	1268
AREA DE MOLDEO MAX.	cm ²	48	66	77	86	118	134
PRESION ESPECIFICA	kp/cm ²	1246	915	776	701	507	448

Tabla 12 Especificaciones técnicas inyectora 615-01-01-03

615-01-01-03

MAQUINA - INYECTORA DE CAMARA FRIA No.3

ALTURA MAX.SEMIMOLDE FIJO	mm	100
SALIDA MAX.PISTON DE INYECCION	mm	120
ALTURA MAX.MOLDE	mm	280
ALTURA MIN. MOLDE	mm	140
CARRERA APERTURA PLATO MOVIL	mm	155
CARRERA EXPULSOR CENTRAL	mm	55
FUERZA DE CIERRE	to	60
FUERZA DE INYECCION	to	8,80
SISTEMA EXPULSOR CENTRAL		Hidraul.
FUERZA EXTRACTOR CENTRAL	to	4,50
PRESION MAX SISTEMA HIDRAULICO	bar	100

EXPULSORES:
 CENTRO BOCIN - CENTRO EXPULSION:
 EJE Y: 86 - 43 - 129
 EJE X: 45 - 55 + -
 (CON MULTIPLICADOR)
FUERZA EXTRACTORES LATERALES/100 bar

50,8	57,15	63,5	69,85	76,2
2"	2¼"	2½"	2¾"	3"
2026	2564	3165	3830	4558

 ** LLENADO DEL CONTENEDOR AL 50%

CAPACIDAD DE TRABAJO:

DIAMETRO PISTON	mm	30	35	38	40	47	50
VOLUMEN Al/Zn **	cm ³	76	103	122	135	186	211
PESO MAX. Al g	(2,7g/cm ³)	205	279	329	365	503	570
PESO MAX. Zn. g	(6,8g/cm ³)	516	703	829	918	1268	1435
AREA DE MOLDEO MAX.	cm ²	48	66	77	86	118	134
PRESION ESPECIFICA	kp/cm ²	1246	915	776	701	507	448

--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 13 Especificaciones técnicas inyectora 615-01-01-04

615-01-01-04

MAQUINA - INYECTORA DE CAMARA FRIA No.4

ALTURA MAX.SEMIMOLDE FIJO	mm	110
SALIDA MAX.PISTON DE INYECCION	mm	125
ALTURA MAX.MOLDE	mm	280
ALTURA MIN. MOLDE	mm	120
CARRERA APERTURA PLATO MOVIL	mm	150
CARRERA EXPULSOR CENTRAL	mm	60
FUERZA DE CIERRE	to	60
FUERZA DE INYECCION	to	3,85
SISTEMA EXPULSOR CENTRAL		Mecan.
FUERZA EXTRACTOR CENTRAL	to	3,00
PRESION MAX SISTEMA HIDRAULICO	bar	100

EXPULSORES:

CENTRO BOCIN - CENTRO EXPULSION:
EJE Y: 86 - 43 - 129
EJE X: 45 - 55 + -

FUERZA EXTRACTORES LATERALES/100 bar

50,8	57,15	63,5	69,85	76,2
2"	2¼"	2½"	2¾"	3"
2026	2564	3165	3830	4558

** LLENADO DEL CONTENEDOR AL 50%

CAPACIDAD DE TRABAJO:

		30	35	38	40	47	50
DIAMETRO PISTON	mm						
VOLUMEN Al/Zn **	cm ³	79	108	128	141	195	221
PESO MAX. Al g	(2,7g/cm ³)	215	292	344	382	527	596
PESO MAX. Zn. g	(6,8g/cm ³)	540	736	867	961	1327	1501
AREA DE MOLDEO MAX.	cm ²	110	150	177	196	270	306
PRESION ESPECIFICA	kp/cm ²	545	400	340	307	222	196

Tabla 14 Especificaciones técnicas inyectora 615-01-01-05

615-01-01-05

MAQUINA - INYECTORA DE CAMARA FRIA No.5

ALTURA MAX.SEMIMOLDE FIJO	mm	120
SALIDA MAX.PISTON DE INYECCION	mm	125
ALTURA MAX.MOLDE	mm	235
ALTURA MIN. MOLDE	mm	140
CARRERA APERTURA PLATO MOVIL	mm	155
CARRERA EXPULSOR CENTRAL	mm	55
FUERZA DE CIERRE	to	60
FUERZA DE INYECCION	to	8,80
SISTEMA EXPULSOR CENTRAL		Hidraul.
FUERZA EXTRACTOR CENTRAL	to	4,50
PRESION MAX SISTEMA HIDRAULICO	bar	100

EXPULSORES:
 CENTRO BOCIN - CENTRO EXPULSION:
 EJE Y: 86 - 43 - 129
 EJE X: 45 - 55 + -
 (CON MULTIPLICADOR)
FUERZA EXTRACTORES LATERALES/100 bar

50,8	57,15	63,5	69,85	76,2
2"	2¼"	2½"	2¾"	3"
2026	2564	3165	3830	4558

 ** LLENADO DEL CONTENEDOR AL 50%

CAPACIDAD DE TRABAJO:

	mm	30	35	38	40	47	50
DIAMETRO PISTON	mm	30	35	38	40	47	50
VOLUMEN Al/Zn **	cm ³	83	113	133	148	204	231
PESO MAX. Al g	(2,7g/cm ³)	224	305	360	398	550	623
PESO MAX. Zn. g	(6,8g/cm ³)	564	768	906	1004	1386	1568
AREA DE MOLDEO MAX.	cm ²	48	66	77	86	118	134
PRESION ESPECIFICA	kp/cm ²	1246	915	776	701	507	448

Tabla 15 Especificaciones técnicas inyectora 615-01-01-06

615-01-01-06

MAQUINA - INYECTORA DE CAMARA FRIA No.6

ALTURA MAX.SEMIMOLDE FIJO	mm	120	
SALIDA MAX.PISTON DE INYECCION	mm	140	
ALTURA MAX.MOLDE	mm	375	
ALTURA MIN. MOLDE	mm	190	
CARRERA APERTURA PLATO MOVIL	mm	170	
CARRERA EXPULSOR CENTRAL	mm	60	
FUERZA DE CIERRE	to	80	
FUERZA DE INYECCION	to	9,8	100 bar
FUERZA DE INYECCION	to	8,52	87 bar
SISTEMA EXPULSOR CENTRAL		hidraul.	
FUERZA EXTRACTOR CENTRAL	to	4,4/3,85	100/87 bar
PRESION MAX SISTEMA HIDRAULICO	bar	100	

EXPULSORES:

CENTRO BOCIN - CENTRO EXPULSION:

EJE Y: 129 - 86 - 172

EJE X: 45 - 55 + -

CAPACIDAD DE TRABAJO:

** LLENADO DEL CONTENEDOR AL 50%

DIAMETRO PISTON	mm	30	35	38	40	47	50
VOLUMEN Al/Zn **	cm ³	83	113	133	148	204	231
PESO MAX. Al g	(2,7g/cm ³)	224	305	360	398	550	623
PESO MAX. Zn. g	(6,8g/cm ³)	564	768	906	1004	1386	1568
AREA DE MOLDEO MAX	cm ²	58	79	93	103	142	160
PRESION ESPECIFICA	kp/cm ²	1387	1019	865	780	565	499

8.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La frecuencia con que se realiza cada una de las actividades de mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo está definida en la respectiva “Hoja de vida de máquina” HV-500-001, así:

- Diario (D)
- Semanal (SM)
- Quincenal (Q)
- Mensual (M)
- Bimestral (B)
- Trimestral (T)
- Semestral (S)
- Anual (A)

La programación del mantenimiento preventivo mecánico, eléctrico y de lubricación se realiza teniendo en cuenta:

- Actividades
- Recursos
- Frecuencias
- Duración
- Costo asociado

Las actividades están compuestas por 5 rutas específicas y se programan semestralmente por el Subjefe de Ingeniería y Mantenimiento, basándose en las especificaciones técnicas de los fabricantes de cada equipo y sus recomendaciones para preservar la integridad de los mismos y publicada a través de la “Matriz de programación de mantenimiento preventivo”.

- Inspección
- Limpieza
- Ajuste
- Lubricación
- Reparación

En la matriz de programación de mantenimiento únicamente se identifica el código del procedimiento de mantenimiento a realizar, y la semana en que se debe efectuar, para un periodo de seis meses.

8.2.1 Manuales de procedimiento

En la compañía existen códigos de procedimientos de mantenimiento los cuales se encuentran explícitos en el “Instructivo de mantenimiento preventivo”, instructivo creado por el departamento de mantenimiento, definiendo el paso a paso del procedimiento ya sea Mecánico, hidráulico, lubricación, eléctrico o de refrigeración.

M-02

Máquina: Bomba centrífuga

Parte de la máquina: Toda

Actividad: Verificación de estado

Herramientas: Antes de realizar este trabajo es necesario tener los siguientes elementos:

- ❖ Llaves dimensionadas de acuerdo a la bomba a revisar.

❖ Trapo o estopa.

Precauciones: Para evitar accidentes se debe realizar este trabajo con el motor de la bomba parado, para esto se baja el interruptor general en el tablero principal.

Procedimiento:

1. Verificar el estado del acople, polea o respectivo accionamiento.
2. Verificar la alineación entre la bomba y el acople o del sistema de transmisión de potencia.
3. Verificar el estado del prensa-estopa o del sello mecánico.
4. Revisar el cuerpo de la bomba (buscar posibles fisuras de la carcasa).
5. Verificar, de forma auditiva el estado en que se encuentra el impulsor, rodamientos y fijación a su base.
6. Revisar los anclajes de la bomba al piso o base en concreto.

Donde M, corresponde a un procedimiento de mantenimiento mecánico, y 02, a un consecutivo de actividades.

Cada uno de los procedimientos tiene una frecuencia de intervención, una duración aproximada y recursos necesarios para la ejecución.

Los demás manuales de procedimiento se encuentran en los anexos, correspondiente a la tabla que se muestra a continuación, donde se encuentran los manuales de procedimiento:

- Mecánico (M)
- Hidráulico (H)
- Lubricación (L)
- Eléctrico (E)
- Refrigeración (C)

Con su respectivo consecutivo

Tabla 16 Códigos de procedimiento

Cod. Procedimiento	Actividad	Frecuencia (días)	Simbolo frecuencia	Recursos	Recomendaciones de seguridad	Duración (min)
M01	Limpieza y verificación de estado de la maquina	7	SM	Operario,desengrasante industrial y un trozo de tela limpio	Utilizar tapabocas y galas de proteccion. Equipo desenergizado y sin presion del	20
M02	Verificación de estado bomba centrífuga	30	M	Operario, llaves dimensionadas, llaves bristol milimétricas	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	30
M03	Cambio de empaque bomba centrífuga	360	A	Operario, llaves mixtas, empaque y destornillador de pala # 3	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	30
M04	Verificación estado funcionamiento transmisión por acople	30	M	Operario, llaves dimensionadas, llaves bristol milimétricas	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	30
M05	Verificación de estado de las rodilleras	7	SM	Operario, llaves mixtas, puntero en aluminio y martillo de bola	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	25
H01	Revisión general del sistema hidraulico	90	T	Operario, llaves dimensionadas, llaves bristol milimétricas, destornillador de pala # 3	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	120
H02	Revisión de estado de o-rings del sistema	90	T	Operario, llaves dimensionadas, llaves bristol milimétricas	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	60
H03	Limpieza del spull de las valvula de apertura y cierre	180	S	Operario, llaves dimensionadas, llaves bristol milimétricas, destornillador de pala # 2	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	60
H04	Limpieza del spull de la valvula de carga de presion	180	S	Operario, llaves dimensionadas, llaves bristol milimétricas, destornillador de pala # 2	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	60
H05	Carga del acumulador de nitrógeno	90	T	Operario, llaves dimensionadas, llaves bristol milimétricas, tanque de nitrógeno con acople, dispositivo de medición de presion	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	30
H06	Nivelación de aceite hidraulico del sistema	30	M	Auxiliar de planta, estibadora, caneca de aceite, bomba de succion manual	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	5
H07	Graduación del presostato de descarga	90	T	Operario, llaves dimensionadas, llaves bristol milimétricas	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	15
H08	Limpieza y verificación de estado de las mangueras de alta presion	30	M	Operario, llaves dimensionadas, llaves bristol milimétricas	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	15
L01	Lubricación de columnas	7	SM	Operario	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	15
L02	Engrasar rodilleras	7	SM	Operario, ayudante, grasa, trozo de tela	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	15
E01	Limpieza y verificación de estado de los circuitos de los tableros	90	T	Tecnico electricista, multimetro, tester	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	30
E02	Limpieza y verificación de estado de los contactores	90	T	Tecnico electricista, multimetro, tester, limpiador electrico, destornillador de pala, tester,	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	30
E03	Limpieza y verificación de estado de los relevos	90	T	Tecnico electricista, multimetro, tester	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	30
E04	Revisión de estado bobinas de las electrovalvulas	180	S	Tecnico electricista, multimetro, tester, limpiador electrico, destornillador de pala, tester	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	60
E05	Limpieza y verificación de estado de los motores	180	S	Tecnico electricista, estetoscopio, Multimetro, termometro laser	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	30
E06	Limpieza y verificación de estado de los microruptores	90	T	Tecnico electricista, multimetro, tester, limpiador electrico, destornillador de pala, tester	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	60
E07	Limpieza y verificación de estado de los pulsadores	90	T	Tecnico electricista, multimetro, tester, limpiador electrico, destornillador de pala, tester	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	60
C01	Limpieza y verificación de estado de las tuberías de refrigeración	180	S	Operario, llaves dimensionadas, llaves bristol milimétricas, línea de aire comprimido	Maquina desenergizada, quitar presion al sistema hidraulico, utilizar epp	60

Fuente: Los Autores

Para la realización de las tareas de mantenimiento preventivo, el personal encargado solicita al almacén general de repuestos, la cantidad necesaria de insumos tales como:

- Trozo de tela
- Aceite
- Grasa
- Empaques

Las herramientas necesarias para realizar las actividades se encuentran en el taller de la compañía, allí los operarios tienen total disposición para utilizarlas y volverlas a dejar en el taller una vez terminada la actividad. Estas herramientas son:

- Voltímetros
- Calibradores
- Llaves mixtas
- Llaves dimensionadas
- Desatornilladores
- Llaves Bristol
- Graseras
- Bombas para graseras
- Juegos de copas

Una vez realizada la actividad de mantenimiento preventivo, el operario diligencia el formato “Informe de Mantenimiento” incluyendo en las observaciones cualquier anomalía detectada.

Es responsabilidad del Jefe de Mantenimiento la divulgación e implantación de este instructivo, la verificación de la aplicación de este instructivo, realizar y

distribuir entre los operarios los procedimientos de mantenimiento preventivo, es responsabilidad de los operarios realizar los procedimientos de mantenimiento preventivo.

Para suplir con las actividades de lubricación, en INDUASRO LTDA se utilizan variedad de lubricantes para todas las plantas, en la Tabla X se muestra el listado general de lubricantes con las especificaciones acerca de los mismos, incluyendo marca, lubricante, viscosidad, tipo e identificación.

Cerca al punto de lubricación en la Máquina se pinta el tipo de lubricante de acuerdo a la Tabla X y se superpone a esta figura la letra correspondiente a la periodicidad del cambio de lubricante.



Ejemplo: El reductor principal de la Máquina RG 300: este reductor utiliza aceite del tipo indicado por la figura  y se debe cambiar de aceite cada año, entonces en el cuerpo del reductor debe aparecer  A

Tabla 17 Lubricantes utilizados en INDUASRO LTDA

MARCA	LUBRICANTE	VISCOSIDAD	TIPO	IDENTIFICACION
Sullair	Sullube	ISO 32	ACEITE	
Texaco	Rando H 32	ISO 32	ACEITE	
Texaco	Rando HD 68	ISO 68	ACEITE	
Texaco	Rando HD 150	ISO 150	ACEITE	
Texaco	Meropa	ISO 150	ACEITE	
Texaco	Meropa 680	ISO 680	ACEITE	
Texaco	Meropa	ISO 1000	ACEITE	
Texaco	Ursa Super Plus	SAE 30 CF -2SH	ACEITE	
Texaco	Ursa Super Plus	SAE 50 CF -2SH	ACEITE	
Texaco	Regal Oil R & O	ISO 220	ACEITE	
Texaco	TD H Oil		ACEITE	
Texaco	Capella	WF 32	ACEITE	
Texaco	Texamatic Fluid	INC	ACEITE	
Texaco	Multifak EP2	2 NLGI	GRASA	
Texaco	Starplex 2	2 NLGI	GRASA	
Texaco	Meropa 320	ISO 320	ACEITE	

Fuente: Área de mantenimiento INDUASRO LTDA

9. INDICADORES DE GESTION DE MANTENIMIENTO

Para poder identificar el estado de la planta de inyección de la compañía se tomaron en cuenta las actividades de mantenimiento correctivo presentadas durante el año 2013 en los meses Junio, Julio, Agosto y Septiembre, teniendo en cuenta parámetros importantes como fechas de ocurrencia y tiempo que duró la intervención. De este modo, podemos identificar los tiempos promedio operacionales y fuera de servicio para cada equipo.

La función del mantenimiento busca en términos generales reducir la probabilidad de falla y/o minimizar las consecuencias de las fallas, al mismo tiempo que recuperar rápidamente la operatividad del equipo después de ocurrida una falla e incrementar la continuidad operacional de los mismos.

Para determinar los valores correspondientes a los indicadores, se dispone de fórmulas matemáticas y herramientas como software especializados. La información necesaria para elaborar el cálculo de éstos indicadores son en general los reportes mantenimiento correctivo realizado a los equipos, parámetros importantes como: tiempos operacionales, tiempos fuera de servicio y tiempos para reparar. Dicha información es la que nos va a proporcionar valores de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad para cada uno de ellos.

Para el estudio de los parámetros, se elaboró una tabla general en la cual se consignan los datos de las fallas presentadas tales como fechas de ocurrencia, tiempo operativo (T_o), tiempo entre fallas (TEF), tiempo fuera de servicio (TFS) y tiempo fuera de control (TFC). En el cálculo de los indicadores básicos de gestión se deben estimar los valores promedio de estos parámetros.

- Tiempo promedio operacional

$$TPO = \sum_{i=1}^n \frac{TO_i}{\#DE\ FALLAS}$$

- Tiempo promedio fuera de servicio

$$TPFS = \sum_{i=1}^n \frac{TFS_i}{\#DE\ FALLAS} \Rightarrow TPFS = TPPR + TPFC$$

- Tiempo promedio entre fallas

$$TPEF = \sum_{i=1}^n \frac{TEF_i}{\#DE\ FALLAS} \Rightarrow TPEF = TPO + TPFS$$

- Tiempo promedio para reparar

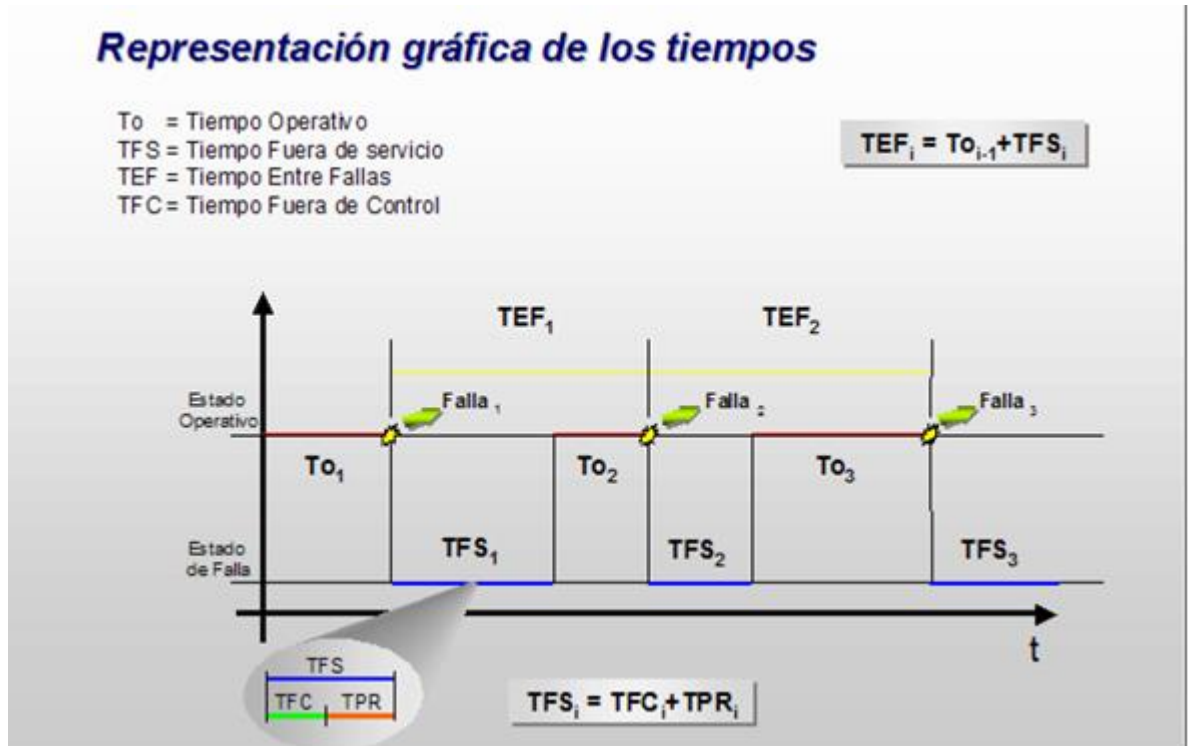
$$TPPR = \sum_{i=1}^n \frac{TPR_i}{\#DE\ FALLAS}$$

- Tiempo promedio fuera de control

$$TPFC = \sum_{i=1}^n \frac{TFC_i}{\#DE\ FALLAS}$$

La figura “representación gráfica de los tiempos”, nos sirve como ayuda para identificarlos, comprenderlos y ubicarlos dentro del contexto operativo.

Figura 11 Representación gráfica de los tiempos



Fuente. Carlos Parra 2005

9.1 CALCULO INICIAL DE INDICADORES

Basado en los datos recopilados en el periodo de 4 meses en el año 2013 referentes a las intervenciones de mantenimiento correctivo ejecutadas a las maquinas inyectoras se calculan los indicadores básicos de mantenimiento, de esta manera tener un punto de referencia que nos permita evaluar los beneficios del plan de mantenimiento preventivo propuesto.

Tabla 18 Indicadores de falla maquina 615-01-01-02

615-01-01-02						
FALLA	AÑO	MES	DIA	TO(Dias)	TFS(Dias)	TEF(Dias)
1	2013	junio	4	33	0,042	33,0416667
2	2013	junio	18	14	0,042	14,0416667
3	2013	junio	20	2	0,042	2,04166667
4	2013	julio	11	21	0,042	21,0416667
5	2013	julio	23	12	0,042	12,0416667
6	2013	Agosto	18	21	0,042	21,0416667
7	2013	Agosto	22	4	0,125	4,125
8	2013	Septiembre	10	18	0,083333333	18,08333333
9	2013	Septiembre	26	16	0,125	16,125
10	2013	Septiembre	27	1	0,041666667	1,04166667
				TPO	15,2857143	
				TPFS	0,05357143	
				TPEF	15,3392857	

Figura 12 Grafica indicadores de fallas maquina 615-01-01-02

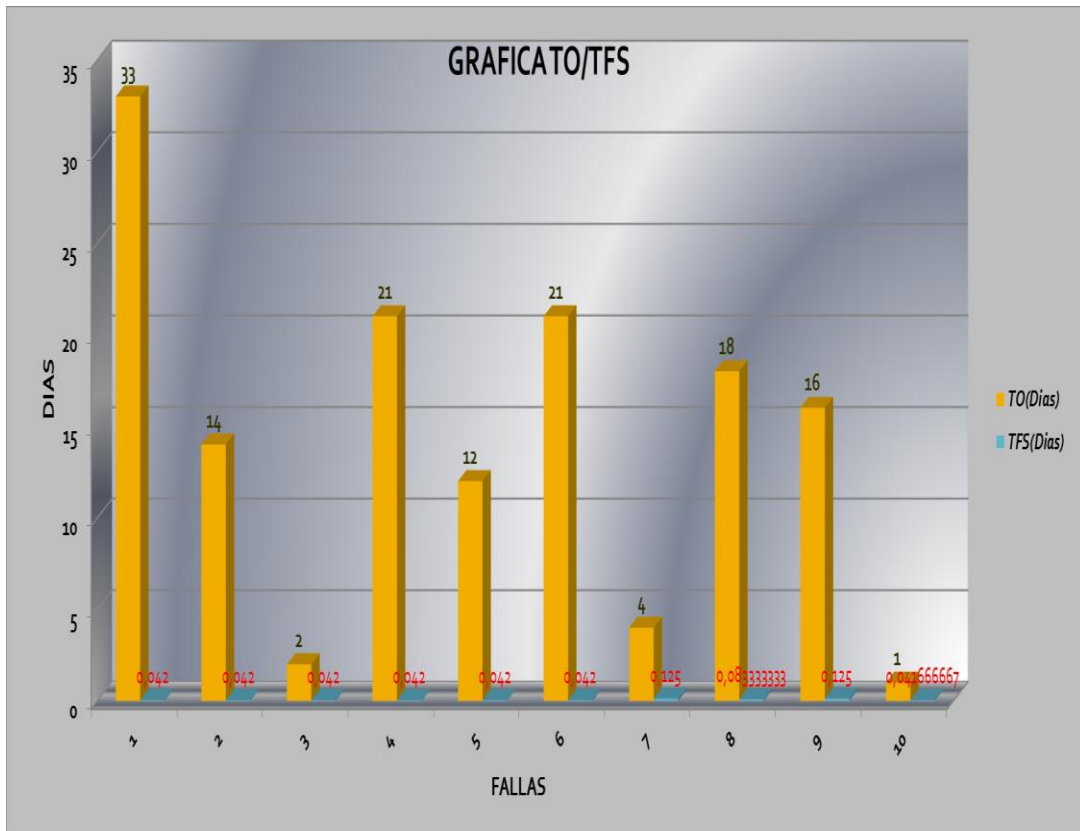


Tabla 19 Indicadores de falla maquina 615-01-01-03

615-01-01-03						
FALLA	AÑO	MES	DIA	TO(Dias)	TFS(Dias)	TEF(Dias)
1	2013	junio	11	43	0,020833333	43,02083333
2	2013	julio	9	28	0,166666667	28,16666667
3	2013	Agosto	27	48	0,083333333	48,08333333
4	2013	Agosto	27	1	0,083333333	1,083333333
5	2013	Septiembre	9	10	0,166666667	10,16666667
					TPO	11,81818182
					TPFS	0,047348485
					TPEF	11,8655303

Figura 13 Grafica indicadores de fallas maquina 615-01-01-03

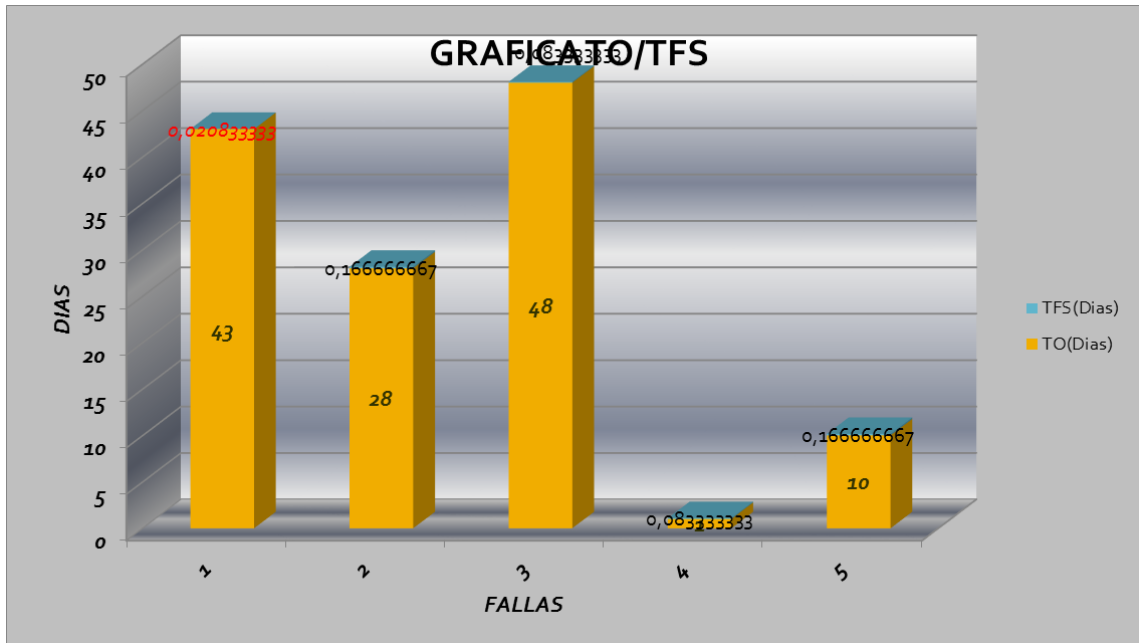


Tabla 20 Indicadores de falla maquina 615-01-01-04

615-01-01-04						
FALLA	AÑO	MES	DIA	TO(Dias)	TFS(Dias)	TEF(Dias)
1	2013	junio	11	28	0,16667	28,16667
2	2013	julio	3	22	0,08333	22,08333
3	2013	julio	19	16	0,04167	16,04167
4	2013	julio	29	10	0,04167	10,04167
5	2013	julio	30	1	0,04167	1,04167
6	2013	Agosto	8	8	0,12500	8,12500
7	2013	Septiembre	5	27	0,08333	27,08333
8	2013	Septiembre	18	13	0,04167	13,04167
9	2013	Septiembre	18	13	0,04167	13,04167

TPO	7,66666667
TPFS	0,03703704
TPEF	7,7037037

Figura 14 Grafica indicadores de fallas maquina 615-01-01-04

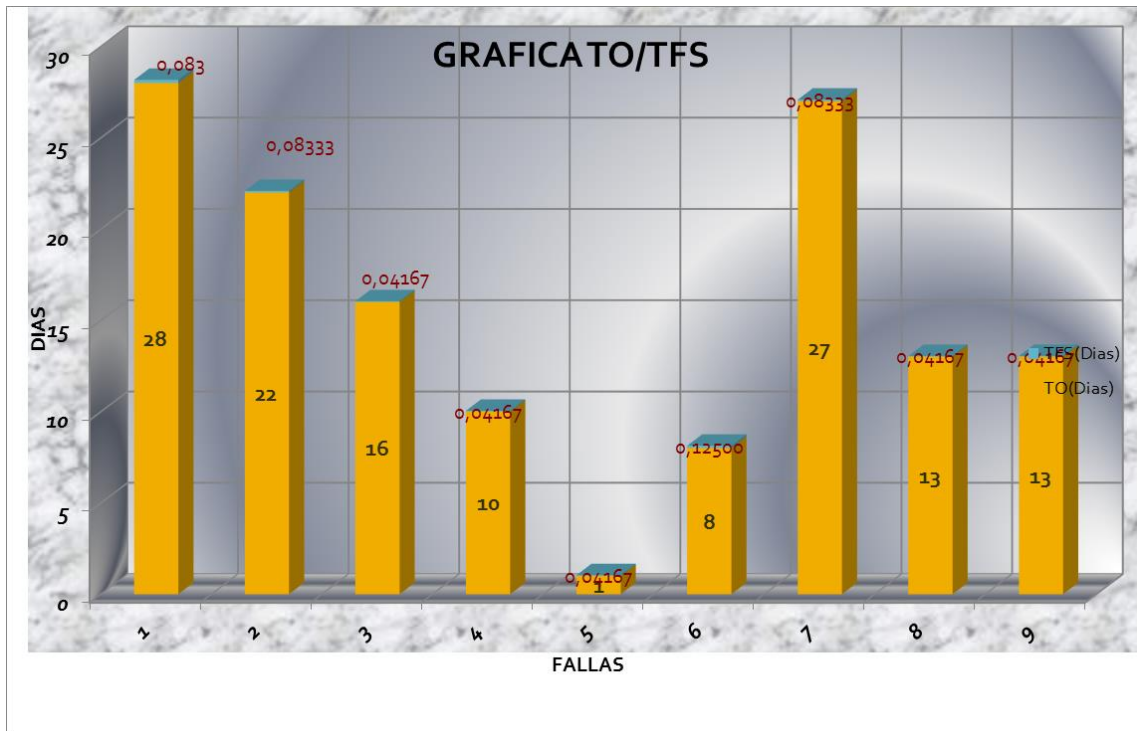
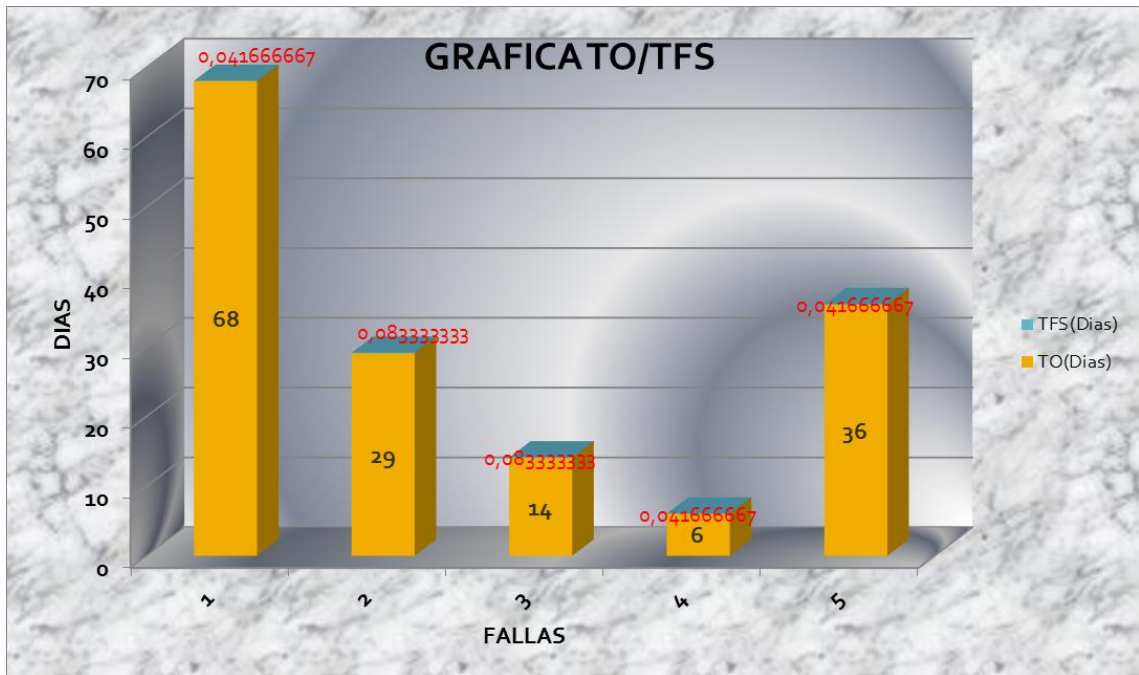


Tabla 22 Indicadores de falla maquina 615-01-01-06

615-02-01-06						
FALLA	AÑO	MES	DIA	TO(Dias)	TFS(Dias)	TEF(Dias)
1	2013	junio	18	68	0,041666667	68,04166667
2	2013	julio	17	29	0,083333333	29,08333333
3	2013	Agosto	1	14	0,083333333	14,08333333
4	2013	Agosto	7	6	0,041666667	6,041666667
5	2013	Septiembre	12	36	0,041666667	36,04166667
6	2013	Septiembre	25	13	0,041666667	13,04166667
					TPO	51
					TPFS	0,09722222
					TPEF	51,09722222

Figura 16 Grafica indicadores de fallas maquina 615-01-01-06



10. ESTRATEGIA METODOLOGICA

Para la elaboración de el pan de mantenimiento se tuvieron en cuenta varios aspectos tanto técnicos y de desarrollo de actividades, así como el comportamiento de las maquinas con la trazabilidad de las mismas, con el fin de poder implementar un plan de mantenimiento adecuado se siguieron los pasos relacionados a continuación.

- Diagnóstico inicial del plan de mantenimiento.
- Evaluación inicial estado de equipos, documentación y sistemas de información.
- Análisis de criticidad a los equipos de la planta de producción.
- Análisis de información asociada a los equipos
- Diseño, programación y planeación de las intervenciones de mantenimiento preventivo.
- Capacitación al personal involucrado.
- Evaluación y control.
- En el momento la empresa no cuenta con una sistematización para su programa de mantenimiento, por lo que se ha recomendado implementar un software barato y confiable para hacer un seguimiento de las actividades del plan de mantenimiento.

11. EVALUACION FINANCIERA Y COSTOS DE IMPLEMENTACION

Un aspecto muy importante a tener en cuenta a la hora de implantar un plan de Mantenimiento preventivo es el control del costo. Inicialmente puede parecer que este tipo de mantenimiento es muy costoso, que sin duda lo es, pero no debemos quedarnos en este dato cuantitativo fijándonos solo en los costes de repuestos, mano de obra o puramente administrativos que conlleva esta técnica.

La implantación de un mantenimiento preventivo se defiende comparando los costes derivados de este tipo de mantenimiento con los costes ahorrados con la eliminación de paros de producción, mala calidad o aumento de la seguridad del proceso.

En el cuadro siguiente se muestra al valor total del mantenimiento correctivo y rutas de lubricación que es lo que actualmente se hace en planta.

Tabla 23 Cuadro costos mantenimiento correctivo actual y rutas de lubricación

Fuente. Los autores

DESCRIPCION	HORAS POR DIA	VALOR OPERARIO HORA	HORAS POR SEMANA	VALOR OPERARIO SEMANA	HORAS POR MES	VALOR OPERARIO MES
HORAS HOMBRE INY 615-01-01-02	9	\$ 7.407	54	\$ 400.000	270	\$ 2.000.000
HORAS HOMBRE INY 615-01-01-03	9	\$ 7.407	54	\$ 400.000	270	\$ 2.000.000
HORAS HOMBRE INY 615-01-01-04	9	\$ 7.407	54	\$ 400.000	270	\$ 2.000.000
HORAS HOMBRE INY 615-01-01-05	9	\$ 7.407	54	\$ 400.000	270	\$ 2.000.000
HORAS HOMBRE INY 615-01-01-06	9	\$ 7.407	54	\$ 400.000	270	\$ 2.000.000
TOTALES	45	\$ 37.037	270	\$ 2.000.000	1350	\$ 10.000.000

DESCRIPCION	VALOR MAQUINA TURNO	VALOR MES	VALOR HORA MAQUINA
MAQUINA INY 615-01-01-02	\$ 3.750.000	\$ 112.500.000	\$ 416.667
MAQUINA INY 615-01-01-03	\$ 3.750.000	\$ 112.500.000	\$ 416.667
MAQUINA INY 615-01-01-04	\$ 3.750.000	\$ 112.500.000	\$ 416.667
MAQUINA INY 615-01-01-05	\$ 3.750.000	\$ 112.500.000	\$ 416.667
MAQUINA INY 615-01-01-06	\$ 3.750.000	\$ 112.500.000	\$ 416.667
TOTALES	\$ 18.750.000	\$ 562.500.000	\$ 2.083.333

DESCRIPCION	VALOR FUERA DE SERVICIO X HORA	TIEMPO PROMEDIO FUERA DE SERVICIO MES EN HORAS	PROMEDIO VALOR FUERA DE SERVICIO MES
MAQUINA INY 615-01-01-02	\$ 424.074	40	\$ 16.962.963
MAQUINA INY 615-01-01-03	\$ 424.074	30	\$ 12.722.222
MAQUINA INY 615-01-01-04	\$ 424.074	29	\$ 12.298.148
MAQUINA INY 615-01-01-05	\$ 424.074	28	\$ 11.874.074
MAQUINA INY 615-01-01-06	\$ 424.074	26	\$ 11.025.926
TOTALES	\$ 2.120.370	153	\$ 64.883.333

DESCRIPCION	PROMEDIO VALOR REPUESTOS MES	PROMEDIO MANO DE OBRA MES	VALOR TOTAL MANTENIMIENTO CORRECTIVO
MAQUINA INY 615-01-01-02	\$ 6.000.000	\$ 2.000.000	\$ 8.000.000
MAQUINA INY 615-01-01-03	\$ 5.100.000	\$ 1.500.000	\$ 6.600.000
MAQUINA INY 615-01-01-04	\$ 3.800.000	\$ 1.450.000	\$ 5.250.000
MAQUINA INY 615-01-01-05	\$ 3.900.000	\$ 1.400.000	\$ 5.300.000
MAQUINA INY 615-01-01-06	\$ 2.900.000	\$ 1.300.000	\$ 4.200.000
TOTALES	\$ 21.700.000	\$ 7.650.000	\$ 29.350.000

VALOR OPERARIOS EN 4 MESES	\$ 40.000.000
VALOR DE HORAS MAQUINA EN 4 MESES	\$ 2.250.000.000
VALOR PROMEDIO VALOR FUERA DE SERVICIO EN 4 MESES	\$ 259.533.333
VALOR TOTAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN 4 MESES	\$ 117.400.000
VALOR DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN 4 MESES	\$ 376.933.333
PROYECCION A UN AÑO	\$ 1.130.800.000

En el siguiente cuadro se observan los costos de implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa.

Tabla 24 Cuadro de implementación de plan de mantenimiento preventivo

DESCRIPCION	VALOR FUERA DE SERVICIO X HORA	TIEMPO PROMEDIO FUERA DE SERVICIO MES EN HORAS	PROMEDIO VALOR FUERA DE SERVICIO MES
MAQUINA INY 615-01-01-02	\$ 424.074	20	\$ 8.481.481
MAQUINA INY 615-01-01-03	\$ 424.074	20	\$ 8.481.481
MAQUINA INY 615-01-01-04	\$ 424.074	20	\$ 8.481.481
MAQUINA INY 615-01-01-05	\$ 424.074	20	\$ 8.481.481
MAQUINA INY 615-01-01-06	\$ 424.074	20	\$ 8.481.481
TOTALES	\$ 2.120.370	100	\$ 42.407.407

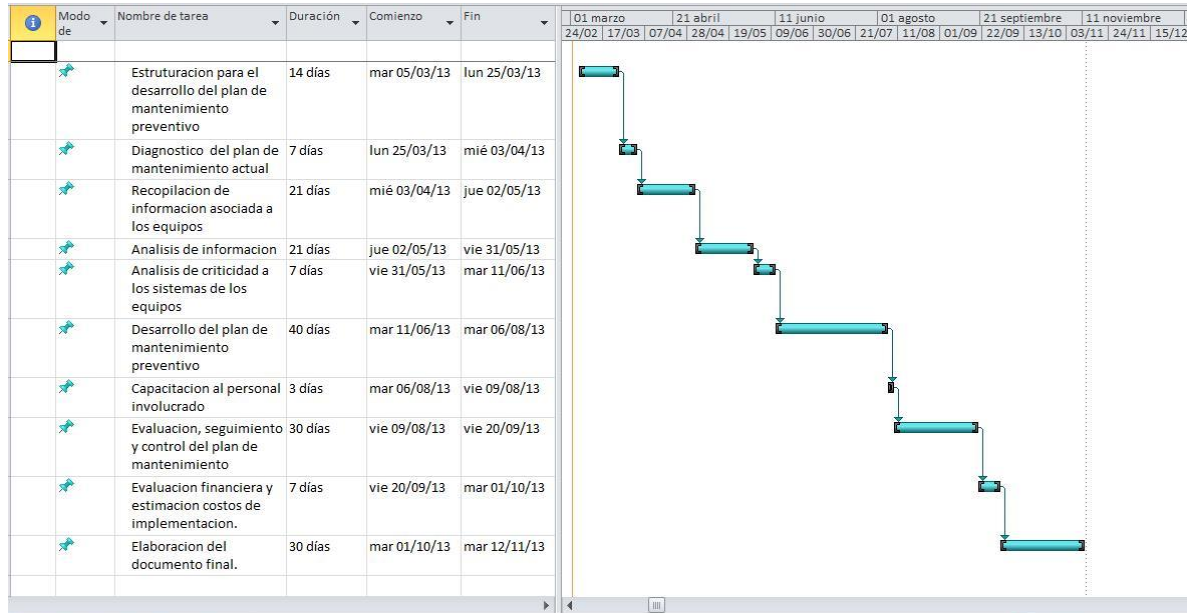
DESCRIPCION	VALOR REPUESTOS EN STOCK	PROMEDIO MANO DE OBRA MES	VALOR TOTAL MANO DE OBRA Y REPUESTOS
MAQUINA INY 615-01-01-02	\$ 7.000.000	\$ 1.000.000	\$ 8.000.000
MAQUINA INY 615-01-01-03	\$ 7.000.000	\$ 1.000.000	\$ 8.000.000
MAQUINA INY 615-01-01-04	\$ 7.000.000	\$ 1.000.000	\$ 8.000.000
MAQUINA INY 615-01-01-05	\$ 7.000.000	\$ 1.000.000	\$ 8.000.000
MAQUINA INY 615-01-01-06	\$ 7.000.000	\$ 1.000.000	\$ 8.000.000
TOTALES	\$ 35.000.000	\$ 5.000.000	\$ 40.000.000

CAPACITACION A PERSONAL	\$ 20.000.000
IMPLEMENTACION DE MANUALES DE PROCEDIMIENTO	\$ 5.000.000
MANO DE OBRA Y REPUESTOS INICIAL	\$ 40.000.000
VALOR PROMEDIO FUERA DE SERVICIO	\$ 42.407.407
ARRANQUE DE IMPLEMENTACION	\$ 3.000.000
VALOR TOTAL DE IMPLEMENTACION DE PLAN	\$ 110.407.407

Fuente. Los Autores

12. CRONOGRAMA

Figura 17 Cronograma de actividades



13. COSTOS

Tabla 25 Cuadro de presupuesto

CONCEPTO	VALOR
papeleria y utiles de escritorio	\$ 500.000
GASTOS DE OFICINA	
Horas de Computador	\$ 1.000.000
Libros	\$ 500.000
Gastos de viaje	\$ 450.000
Viáticos	\$ 500.000
INVERSIÓN	
Herramientas de manejo de información	\$ 800.000
OTROS GASTOS E IMPREVISTOS 25% DE VALOR ESTIMADO	\$ 937.500
TOTAL	\$ 4.687.500

CONCLUSIONES

- Se identificaron, clasificaron todos los datos recopilados de la información técnica relacionada con las maquinas inyectoras de aluminio de la empresa INDUASRO, lo que nos mejora el proceso de manejo de información.
- Se realizaron los análisis de información y los análisis de criticidad de cada una de las maquinas inyectoras de aluminio, lo que confirma la importancia de estos equipos en el proceso productivo de la compañía.
- Se crearon los formatos de hoja de vida y orden de trabajo, que mejoran la gestión de mantenimiento de la compañía.
- Se desarrolló el plan de mantenimiento preventivo para las inyectoras de aluminio de la empresa, donde se definieron procedimientos, manuales de procedimientos y frecuencias.
- A medida que se vayan aplicando las intervenciones del plan de mantenimiento preventivo propuesto se debe evaluar frecuencias, se aumentan, disminuyen o se establecen en base a los indicadores de gestión básicos.
- Se calculan los indicadores básicos de mantenimiento; tiempo promedio operativo (TPO), tiempo promedio fuera de servicio (TPFS) y tiempo promedio entre falla (TPEF), con el fin de dar el punto de referencia inicial para la evaluación del plan de mantenimiento preventivo diseñado.
- En el momento la empresa no cuenta con un sistema de Gestión de Calidad con el cual se pueda hacer un seguimiento para este programa, tan solo hay lineamientos gerenciales de la compañía para dar cumplimiento y

ofrecer calidad en los productos y servicios suministrados. Se espera que la compañía se certifique en un SIG para dar más excelencia en la implementación del plan de mantenimiento preventivo diseñado.

- Se realizó un análisis financiero del proyecto con el fin de cuantificar la inversión para el diseño del plan de mantenimiento preventivo diseñado.

BIBLIOGRAFIA

BORRAS PINILLA, Carlos. Mantenimiento Preventivo, Bucaramanga Universidad Industrial de Santander. 2012

BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de mantenimiento, Bucaramanga Universidad Industrial de Santander. 2012

GONZALEZ JAIMES, Isnardo. Seminario II: Monografía de Especialización, Bucaramanga Universidad Industrial de Santander. 2011

Monchy, F. Teoría y Práctica del Mantenimiento industrial. Editorial MASSON, S. A. (1990)

NEWBROUGHT, E.T. Administración de Mantenimiento Industrial, México, Editorial DIANA. 1979

PRANDO, Raúl. Manual de Gestión de mantenimiento a la Medida. 1 edición. Guatemala: Editorial Piedra Santa S.A. 1996

ROMERO BALLESTAS. Humberto Alejandro. Diseño de un Plan de Mantenimiento para los Equipos y Herramientas de Perforación de la empresa General Rig Services S.A. Bucaramanga 201, 60p. Monografía (Especialización Gerencia de Mantenimiento) Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería Físico - mecánicas.

ANEXOS

ANEXO A Planta de inyección INDUASRO LTDA



ANEXO B Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-06 Fotografía 1



ANEXO C Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-06 Fotografía 2



ANEXO D Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-06 Fotografía 3



ANEXO E Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-06 Fotografia 4



ANEXO F Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-06 Fotografia 5



ANEXO G Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-03 Fotografia 1



ANEXO H Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-04 Fotografia 1



ANEXO I Maquina inyectora de aluminio 615-01-01-05 Fotografia 1

