

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD
RCM PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA EMPRESA SUELAS Y TACONES
“RALLY”.**

**EDISSON ANDRES ESCOBAR CALDERON
HECTOR JESUS VILLEGAS GONGORA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2015

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD
RCM PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA EMPRESA SUELAS Y TACONES
“RALLY”.**

**EDISSON ANDRES ESCOBAR CALDERON
HECTOR JESUS VILLEGAS GONGORA**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
CARLOS BORRAS PINILLA
Ingeniero Mecánico, Ph.D**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2015

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODO PODEROSO POR DARME LA FUERZA, SABIDURIA Y PERSEVERANCIA EN LOS MOMENTOS MÁS DIFICILES DE ESTE DURO CAMINO.

A MI FAMILIA Y AMIGOS POR SER MI MOTOR Y APOYO INCONDICIONAL EN ESTE TRAYECTO.

ANDRES ESCOBAR.

AGRADECIMIENTOS

PRIMERO A DIOS POR LLEVARME EN ESTE CAMINO QUE POCO A POCO SE CONSTRUYE CON ESFUERZO Y PERSEVERANCIA.

A MI FAMILIA, MADRE Y HERMANA QUE SON MI FORTALEZA PARA SUPERAR CUALQUIER RETO QUE SE ME PRESENTE.

A MIS COMPAÑEROS Y PROFESORES QUE INFLUYERON A IR PROGRESANDO EN EL CAMINO DEL APRENDIZAJE.

HECTOR VILLEGAS

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	23
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	25
1.1 SUELAS Y TACONES RALLY.....	25
1.2 RESEÑA HISTÓRICA DE SUELAS Y TACONES RALLY.....	26
1.3 MISIÓN.....	27
1.4 VISIÓN.....	27
1.5 VALORES ORGANIZACIONALES.....	27
1.6 POLITICAS ORGANIZACIONALES.....	28
1.7 UBICACIÓN DE LA EMPRESA.....	28
1.8 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS.....	29
1.9 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	29
2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	31
3 JUSTIFICACIÓN.....	33
4 OBJETIVOS.....	34

4.1 Objetivo general.....	34
4.1.1 Objetivos especificos.....	34
5 MARCO TEORICO.....	35
5.1 MANTENIMIENTO.....	35
5.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	36
5.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	36
5.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROGRAMADO.....	37
5.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	37
5.5.1 Beneficios logrados por el mantenimiento preventivo.....	38
5.5.2 Desventajas del mantenimiento preventivo.....	39
5.6 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	39
5.6.1 Ventajas y beneficios de la aplicación del mantenimiento predictivo.....	40
5.7 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO.....	40
5.7.1 Objetivos del mantenimiento productivo total.....	41
5.8 MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD (RCM).....	41
5.8.1 ¿Qué es el Mantenimiento basado en Confiabilidad (RCM)?	42
5.8.2 Historia de la Transformación del RCM.....	43

5.8.3 Evolución Del Mantenimiento.....	44
5.8.4 Descripción de RCM.....	45
5.8.5 Evolución del RCM.....	46
5.8.6 Vida Útil y desgaste.....	46
5.8.7 Beneficios del RCM.....	48
5.8.8 Componente a realizar RCM.....	48
5.8.9 Las siete preguntas básicas del RCM.....	49
5.8.10 Análisis de Modos de Falla y Efectos “AMFFE”	50
5.8.10.1 Medidas de ensayo y control previstas.....	56
5.8.11 Diagrama de Árbol Lógico de Decisión.....	59
5.8.12 Resultados de un Análisis de RCM.....	59
5.9 MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA PLANTA DE PRODUCCION.....	61
6. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	63
6.1 DEFINICIÓN DE RIESGO.....	63
6.2 MODELO DE CRITICIDAD BASADO EN EL CONCEPTO DEL RIESGO....	64
6.3 ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LA PLANTA SUELAS Y TACONES “RALLY”	67
6.4 INVENTARIO DE MAQUINARIA.....	67

6.5 CRITICIDAD DE EQUIPOS.....	68
6.6 INYECTORA BICOLOR “1”.....	69
6.7 CALCULO DE CRITICIDAD DE TODAS LAS MAQUINAS.....	71
6.8 DESARROLLO DEL ANALISIS DE CRITICIDAD.....	72
6.9 INYECCION DE MATERIALES PLASTICOS.....	73
6.10 ANTECEDENTES HISTORICOS.....	73
6.11 CICLO DE INYECCION.....	76
6.12 CONSUMO DE POTENCIA.....	79
6.13 INYECTORA DE TACONES “1”.....	80
6.13.1 Generalidades de la maquina inyectora de tacones “1”	83
6.13.2 Unidad de inyección o plastificación.....	83
6.13.3 Unidad de cierre.....	84
6.13.4 Sistema de expulsión.....	85
6.13.5 Unidad de control.....	86
6.14 RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	87
6.15 INYECTORA DE TAPAS.....	92
6.16 RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	93

7. APLICACIÓN DE LOS RCM POR EQUIPO DE LA INYECTORA DE TACONES “1” E INYECTADORA DE TAPAS.....	98
7.1 EQUIPOS ANALIZADOS.....	98
8. STANDARD JOBS.....	133
9. REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA SOPORTAR EL SOFTWARE...	169
9.1 SISTEMA DE INFORMACION PARA LA UTILIZACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RCM PARA LA EMPRESA.....	170
9.2 LENGUAJE DE PROGRAMACION.....	172
9.3 ANALISIS DETALLADO DE LOS MODULOS DEL PROGRAMA.....	173
9.3.1 Interfaz de los módulos.....	173
9.3.1.1 Descripción de la maquina.....	174
9.3.1.2 Funciones y falla funcional.....	175
9.3.1.3 Modos de falla.....	176
9.3.1.4 Tareas propuestas.....	177
9.3.1.5 Tutoriales.....	179
9.4 CAPACITACION.....	182
10. CONCLUSIONES	183
11. RECOMENDACIONES.....	185
BIBLIOGRAFÍA.....	187

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla.1. Tipos de mantenimiento.....	36
Tabla 2. Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario.....	57
Tabla 3 . Clasificación de la frecuencia/probabilidad de ocurrencia del modo de falla.....	58
Tabla 4 . Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo.....	58
Tabla 5. Factores ponderados a ser evaluados.....	63
Tabla 6. Máquinas y referencias.....	68
Tabla 7. Factores Ponderados para Inyectora Bicolor 1.....	70
Tabla 8. Resumen de cálculos de criticidad.....	72
Tabla 9. Datos técnicos de la inyectora de tacones 1.....	81
Tabla 10. Listado general de equipos Inyectora de tacones "1".....	87
Tabla 11. Cálculos de Indicadores Inyectora de tacones "1" 2012-2013.....	89
Tabla 12. Datos técnicos de la inyectora de tapas.....	92
Tabla 13. Listado general de equipos Inyectora de tapas.....	93
Tabla 14. Cálculos de Indicadores Inyectora de tapas 2012-2013.....	95
Tabla 15. Unidad Inyectora (Inyectora de Tacones "1").....	99
Tabla 16. Funciones y Falla Funcional de la Unidad Inyectora (Inyectora de Tacones "1").....	100
Tabla 17. Modo de Falla Unidad Inyectora (Inyectora de Tacones "1")...101	
Tabla 18. Análisis Modos de Fallas y Efectos de la Unidad Inyectora (Inyectora de Tacones "1").....	102
Tabla 19. Tarea Propuesta Unidad Inyectora (Inyectora de Tacones "1")	103

Tabla 20. Unidad de Cierre (Inyectora de Tacones "1").....	104
Tabla 21. Funciones y Falla Funcional de la Unidad de Cierre (Inyectora de Tacones "1").....	105
Tabla 22. Modo de Falla Unidad de Cierre (Inyectora de Tacones "1")..	106
Tabla 23. Análisis Modos de Fallas y Efectos de la Unidad de Cierre (Inyectora de Tacones "1").....	107
Tabla 24. Tarea Propuesta Unidad de Cierre (Inyectora de Tacones "1").....	108
Tabla 25. Unidad de Control (Inyectora de Tacones "1").....	109
Tabla 26. Funciones y Falla Funcional de la Unidad de Control (Inyectora de Tacones "1").....	110
Tabla 27. Modo de Falla Unidad de Control (Inyectora de Tacones "1").	111
Tabla 28. Análisis Modos de Fallas y Efectos de la Unidad de Control (Inyectora de Tacones "1").....	112
Tabla 29. Tarea Propuesta Unidad de Control (Inyectora de Tacones "1").....	113
Tabla 30. Unidad Inyectora (Inyectora de Tapas).....	114
Tabla 31. Funciones y Falla Funcional de la Unidad Inyectora (Inyectora de Tapas).....	115
Tabla 32. Modo de Falla Unidad Inyectora (Inyectora de Tapas).....	116
Tabla 33. Análisis Modos de Fallas y Efectos de la Unidad Inyectora (Inyectora de Tapas).....	117
Tabla 34. Tarea Propuesta Unidad Inyectora (Inyectora de Tapas).....	118
Tabla 35. Unidad de Cierre (Inyectora de Tapas).....	119
Tabla 36. Funciones y Falla Funcional de la Unidad de Cierre (Inyectora de Tapas).....	120
Tabla 37. Modo de Falla Unidad de Cierre (Inyectora de Tapas).....	121
Tabla 38. Análisis Modos de Fallas y Efectos de la Unidad de Cierre (Inyectora de Tapas).....	122
Tabla 39. Tarea Propuesta Unidad de Cierre (Inyectora de Tapas).....	123

Tabla 40. Unidad de Control (Inyectora de Tapas).....	124
Tabla 41. Funciones y Falla Funcional de la Unidad de Control (Inyectora de Tapas).....	125
Tabla 42. Modo de Falla Unidad de Control (Inyectora de Tapas).....	126
Tabla 43. Análisis Modos de Fallas y Efectos de la Unidad de Control (Inyectora de Tapas).....	127
Tabla 44. Tarea Propuesta Unidad de Control (Inyectora de Tapas).....	128
Tabla 45. Tareas de Mantenimiento para la Inyectoras de tacones "1" ...	129
Tabla 46. Tareas de Mantenimiento para la Inyectoras de tapas.....	131

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación Geográfica.....	25
Figura 2. Ubicación de la Empresa.....	29
Figura 3. Organigrama de la empresa.....	30
Figura 4. Evolución del mantenimiento.....	45
Figura 5. Comportamiento de Fallas de Activos.....	47
Figura 6. Pasos de un proyecto de RCM.....	50
Figura 7. Diagrama de decisión del proceso de RCM.....	60
Figura 8. Matriz General de Criticidad.....	67
Figura 10. Inyectora Bicolor 1.....	69
Figura 11. Inyectora de la compañía F.A. Hughes Ltda.....	74
Figura 12. Primera máquina para inyección desarrollada por la compañía Eckert & Ziegler. Ltda.....	75
Figura 13. Cierre del molde e inicio de la inyección.....	76
Figura 14. Inyección del material.....	77
Figura 15. Aplicación de la presión de sostenimiento.....	78
Figura 16. Plastificación del material.....	78
Figura 17. Enfriamiento y extracción de la pieza.....	79
Figura 18. Enfriamiento y extracción de la pieza.....	80
Figura 19. Partes de una máquina de inyección típica.....	81
Figura 20. Máquina de inyección de plásticos.....	83
Figura 21. Unidad de inyección típica.....	83
Figura 22. Unidad de cierre tipo rodillera.....	84

Figura 23. Sistema de expulsión.....	85
Figura 24. Control de máquina.....	86
Figura 25. Pareto de Fallas Inyectora de tacones “1” 2012-2013.....	91
Figura 26. Pareto de Fallas Inyectora de tapas 2012-2013.....	97
Figura 27. Elevación de la maquina.....	138
Figura 28. Conexión eléctrica.....	139
Figura 29. Conexión neumática.....	140
Figura 30. Conexión planta de refrigeración.....	142
Figura 31. Carga y descarga de aceite.....	143
Figura 32. Carga y descarga de embudos.....	144
Figura 33. Panel de comando de la maquina.....	147
Figura 34. Elevación de la maquina.....	154
Figura 35. Conexión eléctrica.....	156
Figura 36. Conexión neumática.....	157
Figura 37. Conexión planta de refrigeración.....	159
Figura 38. Carga y descarga de aceite.....	160
Figura 39. Carga y descarga de embudos.....	162
Figura 40. Panel de comando de la maquina.....	165
Figura 41: Diagrama de flujo del programa de mantenimiento RCM de la empresa Suelas y tacones Rally.....	171
Figura 42. Hoja principal del programa.....	174
Figura 43. Explicación de descripción de la maquina.....	175
Figura 44. Explicación de funciones y falla funcional.....	176
Figura 45. Explicación de modos de falla.....	177
Figura 46. Explicación de tareas propuestas.....	179
Figura 47. Introducción del programa.....	181

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. IMAGENES DEL PROGRAMA.....	188
ANEXO B. HOJA DE OMPROMISO.....	198

GLOSARIO

MANTENIMIENTO: Es el conjunto de técnicas y/o actividades destinadas a conservar máquinas, equipos e instalaciones industriales en servicio, durante el mayor tiempo posible y buscando alta disponibilidad con el máximo rendimiento, aumentando la vida útil de los activos.

CONFIABILIDAD: Es la probabilidad de que el equipo esté funcionando en el momento t.

DISPONIBILIDAD: es la capacidad del equipo para llevar a cabo con éxito la función requerida en un elemento específico o durante un período de tiempo específico.

EQUIPO: Elemento de la estructura productiva con características operativas propias, que amerita la asignación de planes de trabajo independientes.

VIDA ÚTIL: Lapso de tiempo en el cual se puede esperar que el elemento se comporte eficientemente exento de fallas imprevistas.

HOJA DE VIDA: Hoja de identificación del equipo que contiene las especificaciones del equipo como los datos del fabricante y proveedor de repuestos.

INYECTORA: Aparato o dispositivo para introducir a presión un líquido o un gas en una cavidad.

ÍDEM: Se utiliza para evitar repeticiones.

HSE: (Health and Safety Executive") se encarga de la creación, el mantenimiento y el reporte involucrado con la industria específica de la salud y planes de seguridad.

RESUMEN

TITULO:

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD RCM PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA EMPRESA SUELAS Y TACONES “RALLY”*

AUTORES:

ESCOBAR CALDERON, EDISSON ANDRES
VILLEGAS GONGORA, HÉCTOR JESÚS**

PALABRAS CLAVES:

RCM, Mantenimiento, Confiabilidad, Disponibilidad, Inyectora.

CONTENIDO:

El propósito de esta monografía es diseñar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad RCM para los equipos críticos de la empresa SUELAS Y TACONES “RALLY” ubicada en Bucaramanga en la carrera 14 # 29-46, de tal manera que pueda complementar al Plan de Mantenimiento de estos equipos críticos y ser reproducido en el resto de la compañía.

Inicialmente se hará un análisis de los equipos que componen la inyectora, estableciendo su descripción y clasificándolos de acuerdo a su relevancia. Para ello se revisará la información presente en el programa de mantenimiento preventivo para la empresa y posteriormente se actualizará y codificará. Hecho esto se realizará un detallado plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de acuerdo a la metodología planteada en RCM (basada en las siete preguntas básicas y el análisis de los modos y efectos de las fallas AMEF).

El listado de actividades de mantenimiento preventivo, predictivo y detectivo resultante quedará listo para ser ingresado al Plan de Mantenimiento general de la empresa, y de esta manera poder programar periódicamente los trabajos que tiendan a aumentar la confiabilidad y por ende la disponibilidad de mantenimiento en la planta.

El modelo de gestión propuesto va encaminado a obtener un mantenimiento más proactivo, y debe ser acompañado necesariamente de un programa de capacitaciones al personal de manera que pueda ser aplicado por convicción.

Este proyecto facilita el cumplimiento del mantenimiento.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Carlos Borrás Pinilla

SUMMARY

TITLE:

DESIGN OF A PLAN OF RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE RCM FOR CRITICAL EQUIPMENT COMPANY SUELAS Y TACONES "RALLY".

AUTHORS: AUTORES:

ESCOBAR CALDERON, EDISSON ANDRES
VILLEGAS GONGORA, HÉCTOR JESÚS.**

KEYWORDS:

RCM, Maintenance, Reliability, Availability, Injection.

CONTENT:

The purpose of this paper is to design a plan of reliability centered maintenance RCM for critical equipment company SUELAS Y TACONES "RALLY" located in Bucaramanga in the race 14 # 29-46, so that it can complement the Maintenance Plan critical and such equipment be reproduced in other company.

Initially it will analyze the teams that make up the fuel, establishing its description and classifying them according to their relevance. For this purpose the information in the preventive maintenance program for the company will be reviewed and subsequently updated and coded. Done a detailed plan of reliability centered maintenance according to the methodology proposed in RCM (based on the seven basic questions and analysis modes and effects of the FMEA failure) will be performed.

The list of activities preventive, predictive and resulting detective maintenance is ready to be admitted to the General Plan Maintenance Company, and thus can schedule regular jobs that tend to increase the reliability and therefore the availability of maintenance on the plant.

The proposed management model is aimed at obtaining a more proactive maintenance, and should be accompanied necessarily a staff training program so that it can be applied by conviction.

This project facilitates the implementation of maintenance.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Carlos Borrás Pinilla

INTRODUCCIÓN

SUELAS Y TACONES “RALLY” es una empresa de calzado que produce grandes volúmenes de suelas para la fabricación de zapatos, la cual exportaba el 80% de sus productos, cumpliendo con las más exigentes normas de calidad. Se encuentra ubicada en la ciudad de Bucaramanga, donde se está el punto de venta, que permite dar a conocer sus productos. La empresa fabrica, entre otros productos, para sus zapatos, el caucho, un material que aún está vigente pero fue desplazado considerablemente por el TR y PVC.

En 1995 fue comprada la primera inyectora de suelas para materiales termoplásticos como lo son los mencionados anteriormente destinados a los mercados nacionales e internacionales. Gracias a la gran demanda de la nueva línea de productos, se tuvo éxito y se invirtió en dos máquinas inyectoras más, para el año 1997. Por lo tanto, se ve en la necesidad de mantener operativa su producción para lograr su competitividad y continuar con su posicionamiento, sostenimiento e innovación de todos sus artículos en el mercado.

Por consiguiente se están buscando nuevas estrategias para cumplir con los requerimientos del mercado y a su vez cuidando el medio ambiente; debido a todo esto el área de mantenimiento busca mantener la operatividad de sus equipos críticos adoptando la filosofía de RCM para mantener todos los equipos con una mayor disponibilidad y enfrentar el reto del mercado exigente y cambiante.

Desde el punto de vista del mantenimiento es necesario revisar las funciones de los operadores y mantenedores de los activos de la compañía; es decir buscar una estrategia de mantenimiento que mejore la eficiencia de los equipos y aumentar la confiabilidad y disponibilidad a bajo costo en su contexto operacional bajo la demanda global de producción.

Se brindan con este proyecto puntos clave para el mantenimiento, asignando responsabilidades a las personas encargadas de ser soporte al personal operativo, siempre incentivándolos a que se realicen mantenimientos progresivos en la compañía. También se pretende a su vez, con la metodología de mantenimiento RCM, mitigar las fallas en los componentes que generan pérdidas de tiempo y de dinero en la cadena de producción de la planta, evitando desgastes en la vida útil de los componentes que puedan generar daños permanentes en los equipos.

Para contribuir con el crecimiento de la empresa se ve la necesidad de la realización de un plan de mantenimiento preventivo (RCM) ejecutado en un sistema de información y así ayudar mantener los altos índices de producción sin tener paradas inesperadas y siempre estar en óptimas condiciones y así cumplir con los altos estándares de calidad.

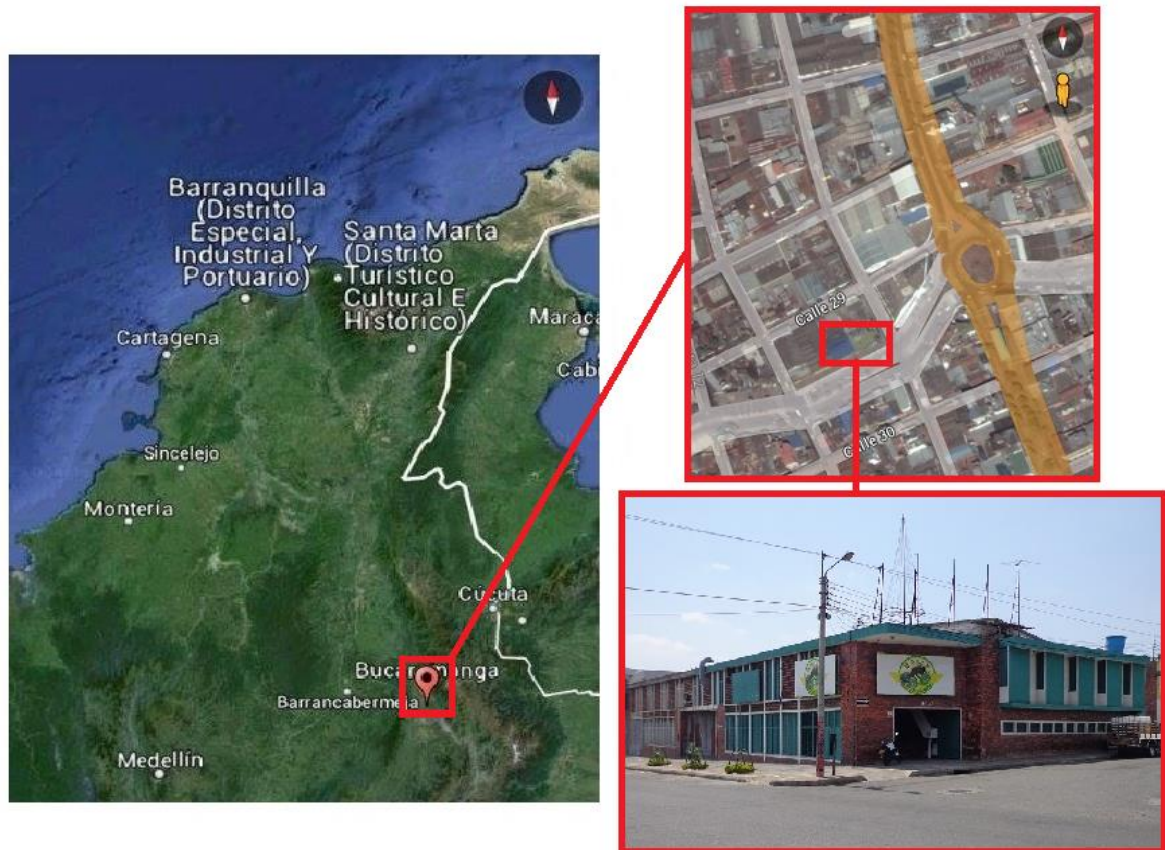
1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. SUELAS Y TACONES “RALLY”.

SUELAS Y TACONES “RALLY” es una empresa con más de 23 años de experiencia, dedicada a la producción de suelas para la fabricación de zapatos.

La fábrica se encuentra ubicada en la ciudad de Bucaramanga, en la carrera 14 # 29-46, con coordenadas GPS.

Figura 1. Ubicación Geográfica



1.2. RESEÑA HISTÓRICA DE SUELAS Y TACONES 'RALLY'

La empresa nació debido a una empresa de calzado del mismo dueño, y su necesidad de consumir grandes volúmenes de suelas para la fabricación de zapatos, pues para ese entonces no existía una empresa con la capacidad para abastecerla, y siempre se tenían problemas con el cumplimiento de los pedidos por parte de los proveedores.

Así, fue cómo surgió la idea de fabricar suelas con la finalidad de autoabastecerse en 1992. Un año más tarde la empresa de calzado fue liquidada porque el gobierno acabó con las garantías para los exportadores y la fábrica exportaba el 80% de sus productos, razón por la cual no valía la pena seguir en el mercado.

En ese momento en RALLY, solo se producían suelas de caucho, y para cubrir un mercado más extenso, se optó por abrir un punto de venta, que permitiera dar a conocer el producto.

La tecnología fue avanzando con el tiempo, y así mismo las exigencias de los clientes, que buscaban un mejor producto para sus zapatos, el caucho, un material que aún está vigente fue desplazado considerablemente por el TR y PVC, en 1995 fue comprada la primera inyectora de suelas para materiales termoplásticos como lo son los mencionados anteriormente

Con esta nueva línea de productos se tuvo éxito y la demanda fue creciendo, motivo por el que se invirtió en dos máquinas inyectoras más, para el año 1997.

Mientras esto sucedía, la producción de suelas en caucho disminuía, fue entonces cuando se tomó la decisión de vender la maquinaria de esta sección y continuar únicamente con la elaboración de suelas inyectadas

1.3. MISIÓN

RALLY es una organización dedicada a fabricar y comercializar productos, con énfasis en el sector calzado.

A través de innovación, mejoramiento continuo y orientación al cliente, busca el liderazgo en sus respectivos campos de acción asegurando:

A nuestros clientes, contribución a su desarrollo, satisfaciendo sus necesidades y excediendo sus expectativas, a nuestra gente, un clima laboral de mutuo respeto y desarrollo integral, a nuestros proveedores, una relación de largo plazo y mutuo desarrollo.

1.4. VISIÓN

Ser una Organización competitiva, reconocida por su dinamismo en desarrollar y ofrecer productos que superen las expectativas de los clientes en los distintos mercados.

Mantener un compromiso integral con el consumidor en cuanto a la calidad, la innovación y la excelencia en el servicio.

1.5. VALORES ORGANIZACIONALES

- Devoción por la satisfacción del cliente.
- Devoción permanente por la innovación y la excelencia.
- Compromiso con el desarrollo del país.
- Desarrollo de sus colaboradores.

1.6. POLÍTICAS ORGANIZACIONALES

- Nuestro recurso más importante es la gente. Entendemos que quien mejor conoce como se debe hacer un trabajo es la persona que lo está haciendo, que ella responde al reconocimiento, a la libertad de participar, a la toma de decisiones y a la libertad para desarrollarse.
- El propósito de la organización es ganar dinero para sus accionistas e incrementar el valor de su inversión. Creemos que la mejor práctica para lograrlo es ganar un retorno aceptable mediante la utilización apropiada de nuestros activos y controlando nuestro flujo de caja.
- Creemos en un crecimiento sostenido para proteger nuestros activos de la inflación.

Crecemos más que nuestros mercados por medio de la implementación de nuestras estrategias de productos y servicios.

El objetivo de la Calidad en RALLY es fabricar y comercializar productos y servicios de mejor calidad que la competencia. La Calidad de nuestros productos y servicios debe ganar la satisfacción de los clientes por el desempeño seguro, confiable y efectivo en concordancia con sus necesidades y expectativa

1.7. UBICACIÓN DE LA EMPRESA

La fábrica se encuentra ubicada en la ciudad de Bucaramanga, en la carrera 14 # 29-46, con coordenadas GPS.

Figura 2. Ubicación de la Empresa



1.8. PORTAFOLIO DE PRODUCTOS

Ofrecen una gran variedad de estilos de suelas para hombre, dama, niño y niña, elaboradas en materiales como el TR y PVC.

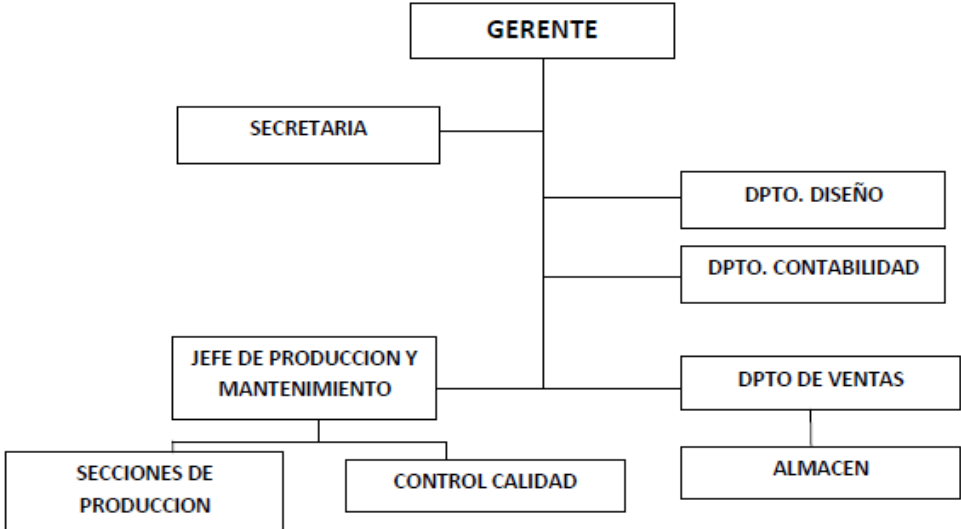
1.9. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Gerente General Y Propietario: Gonzalo Angarita

Jefe de Planta: Fabio Becerra

Secretaria: Tatiana Angarita

Figura 3. Organigrama de la empresa



2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

SUELAS Y TACONES "RALLY" es una empresa de calzado que elabora suelas y tacones para la fabricación de zapatos. La empresa cuenta con una amplia gama de productos que busca retomar las exportaciones a diferentes países como en un tiempo anterior se hizo.

Por lo tanto, la empresa ha querido mejorar el funcionamiento y disponibilidad en los equipos para lograr satisfacer a más clientes, enfocándose en un "Diseño de un plan de mantenimiento basado en RCM para los equipos críticos de la empresa SUELAS Y TACONES "RALLY". Así mismo, se aplicará a soluciones futuras a las necesidades de mantenimiento logrando proyectar una mayor imagen al cliente basada en la confiabilidad de los productos.

En los años 2012 - 2013 la empresa recopiló una información sobre los modos de fallas que dan a entender una generosa disponibilidad de los equipos. Con el fin de aumentar los índices de disponibilidad del equipo que aunque a simple vista es alto, el gerente nos da entender que para la empresa una mejora en el índice ayudaría a optimar la habilidad administrativa de los recursos reduciendo los gastos de mantenimiento creando una visión más amplia de mejoras y exportación a futuro.

Las fallas del turno se obtuvieron gracias a los diferentes reportes que el operador del equipo consigna diariamente a los directivos de la planta junto con la falla presentada así como la hora del evento, los participantes y el tiempo perdido.

Con la información en la base de datos se realiza un filtro para determinar cuáles eventos son efectivamente fallas y cuáles no, y asignar correctamente la falla al equipo que corresponde para poder realizar los análisis respectivos.

Con todo lo anterior, se calculan los tiempos perdidos por equipo, número de fallas con sus respectivos indicadores de gestión (MTBF, MTTR y Disponibilidad) y el Pareto de fallas para las maquinas críticas, así tendremos una visión más clara de donde tendremos que enfocar el proyecto y lograr una más amplia productividad con el mejoramiento de función y disponibilidad en equipos.

3. JUSTIFICACIÓN

La problemática presente dentro de la empresa SUELAS Y TACONES “RALLY” en cuanto al mantenimiento y operación para poder retomar las exportaciones a diferentes países, llevaron a buscar la idea de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad RCM para los equipos de vital importancia dentro de la empresa, garantizando la operación con un mínimo de costos y riesgos, aumentando la confiabilidad en el proceso.

El diseño de una estrategia de mantenimiento basada en RCM para los equipos críticos de la empresa SUELAS Y TACONES “RALLY”, actualizará el programa de mantenimiento preventivo, a fin de reducir el número de fallas / mes y optimizar la frecuencia, tiempos y costos de mantenimiento.

Se escoge RCM, porque esta estrategia incluye un análisis de costos y con él se pueden determinar las técnicas de mantenimiento más apropiadas para aumentar la confiabilidad del equipo a una inversión razonable.

Igualmente se pretende realizar en conjunto con los técnicos y expertos de la planta, análisis de causas raíz de las fallas RCFA y talleres para determinar los Efectos del Modo de Falla y Análisis de la Criticidad (FMECA), bajo las normas SAE J1739 e ISO 14224.

Con esta investigación se pretende optimizar el plan de mantenimiento preventivo de manera tal que se incremente la disponibilidad del equipo en un 0,5% que los demostrados en los estudios previos durante los años 2012 – 2013.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Fortalecer la relación UNIVERSIDAD – EMPRESA, contemplada en la misión de la Universidad Industrial de Santander, por medio del diseño de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad RCM para los equipos críticos de la empresa SUELAS Y TACONES “RALLY”, con el fin de optimizar el programa de mantenimiento preventivo y aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

4.1.1 Objetivos específicos

- ❖ Realizar un análisis de criticidad para el proceso de identificación de las maquinarias críticas, teniendo en cuenta la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos.
- ❖ Implementar la metodología del Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (RCM) a los equipos críticos obtenidos en el análisis de criticidad a partir de la información de la empresa, tabulando y preparando las funciones principales de la maquinaria crítica, registrando sus modos de falla.
- ❖ Desarrollar talleres RCM con el grupo de supervisores y técnicos especialistas en el mantenimiento de los equipos, analizando e implementando dichos resultados en la ejecución del plan de mantenimiento.
- ❖ Elaboración de SJ (Standard Jobs) y listado de partes (APL) que garanticen las secuencias de acciones, un control visual y poder comparar la documentación con los procesos actuales.
- ❖ Crear un sistema de información que se elabore de manera secuencial por medio de una orden de ejecución, permitiendo la automatización de tareas repetitivas, mediante un conjunto de comandos de la Macro en Excel.

5. MARCO TEORICO

Desde hace unos años, el Mantenimiento ha sufrido cambios significativos que se deben a la automatización, maquinas más complejas, diferentes técnicas, nuevos componentes o materiales y un nuevo planteamiento de la estructura organizacional.

A pesar de todos estos cambios, se busca abrir nuevos rumbos; teniendo en cuenta aspectos de medio ambiente, seguridad industrial, incrementar los vínculos entre el mantenimiento y la calidad de los productos, disminuir al máximo la no operatividad de los equipos e incrementando a su vez la eficiencia en la producción.

La filosofía que proporciona este plan de trabajo es conocido como RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad; que al utilizarse de una manera precisa tiene unas ventajas sustanciales en el personal y la compañía, involucrándolos al punto de la mantenibilidad y operatividad de los equipos con una alta disponibilidad de las máquinas.

5.1. MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Los objetivos del Mantenimiento son:

- Maximizar la disponibilidad de la maquinaria y equipo necesario para la actividad productiva.
- Preservar o conservar el “valor” de la planta y de su equipo, minimizando el desgaste y el deterioro.
- Cumplir estas metas, tan económicamente como sea posible.

5.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen varios tipos de mantenimiento, los cuales se diferencian por la filosofía la cual los define y el momento de tomar acciones y decisiones en la organización basadas en un marco económico, productivo, confiable etc. Así, se hace una división de los diferentes tipos de mantenimiento, distintos en cuanto a forma, no así en sus fines: lograr resultados que abatan los costos. Entre los tipos de mantenimiento a destacar tenemos:

Tabla 1. Tipos de mantenimiento

Mantenimiento Correctivo	Una acción
Mantenimiento Progresivo	Recomendación del fabricante
Mantenimiento Programado <ul style="list-style-type: none">▪ Periódico▪ Sistemático	Metodología
Mantenimiento Preventivo	Una filosofía
Mantenimiento Predictivo	Una tecnología
Mantenimiento Productivo	Una estrategia
Mantenimiento Total	Un ideal

5.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

El mantenimiento correctivo es realizado después de haber ocurrido una falla o avería. Se basa en dos tipos de acciones:

- Paliativas: soluciones provisionales al problema surgido en un equipo o instalación.
- Curativas: soluciones definitivas al fallo o avería que se presentó.

El mantenimiento correctivo se clasifica en dos tipos: Mantenimiento Correctivo de emergencia y Mantenimiento Programado.

5.4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROGRAMADO.

Al igual que el anterior, se corrige la falla, la diferencia es que no existe el grado de urgencia que el anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con la producción.

En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se acumulan tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución, para las paradas se emplean periodos de baja demanda, fines de semana, periodos de vacaciones y horas donde no se causen traumatismos al proceso de producción.

Si bien muchas de las paradas son programadas, otras son obligadas por la aparición de fallas; por ello este sistema comparte casi las mismas desventajas o inconvenientes que el mantenimiento correctivo de emergencia.

Los sistemas correctivos no aseguran una buena marcha de los bienes e instalaciones y por ello se consideran poco confiables, sin embargo es imposible prescindir de él.

5.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO¹

El mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos con el fin de detectar condiciones y estados inadecuados de esos elementos que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están en estado inicial de desarrollo.

¹ WILKIPEDIA Clases de Mantenimiento. Es. wikipedi.org/wilki/clases_mantenimiento

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando a cabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones planificadas y programadas de los posibles puntos a falla. Una buena organización de mantenimiento que aplica el sistema preventivo Obtiene los siguientes beneficios:

5.5.1. Beneficios Logrados por el Mantenimiento Preventivo:

- Disminución del tiempo ocioso por menos paros imprevistos.
- Menor número de reparaciones en gran escala.
- Menor acumulación de la fuerza de trabajo de mantenimiento.
- Menor cantidad de reparaciones repetitivas.
- Disminución de los costos de reparaciones antes de la falla (mantenimiento proactivo) debido a la menor fuerza de trabajo y la menor cantidad de repuestos utilizados.
- Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad, debido a la correcta adaptación de los equipos.
- Aplazamiento o eliminación de los reemplazos prematuros de equipo debido a su mejor conservación y aumento de la vida probable.
- Mejor necesidad de equipo en operación por los mayores rendimientos.
- Reducción de los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales debido al trabajo de optimización de las operaciones de mantenimiento y la disminución de las reparaciones por fallo imprevisto.
- Mejor control del trabajo por la utilización de programas y procedimientos adecuados.
- Reducción y control de los niveles de inventario de repuestos.
- Mejores relaciones industriales porque los trabajadores de producción no sufren pérdidas de unificaciones por los pasos imprevistos.
- Menores costos de seguros y mayor seguridad para los trabajadores y la planta.
- Menores costos de producción.

5.5.2. Desventajas del mantenimiento preventivo: Cambios innecesarios: Para aumentar la vida útil de un elemento, se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia, podría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. Entre otros casos, al realizar algún trabajo sobre el equipo, se observa la necesidad de reemplazar piezas menores, cuyo costo no es representativo, con el fin de prolongar la vida del conjunto, esto puede incurrir en el reemplazo o cambio prematuro de partes.

Problemas iniciales de operación: Al desarmar y montar piezas nuevas, se rearma y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, en este momento se pueden presentar diferencias en la estabilidad e irregularidades en la operación. Esta situación se da si las piezas no presentan el ajuste recomendado por mala instalación o por usar piezas no adecuadas y sin las especificaciones exigidas, otras veces, es debido a la aparición de fugas o pérdidas que antes de la reparación no existían, esta situación se puede dar si durante el armado se modificaron posiciones de piezas que provocan vibraciones por desbalanceo de las partes rotantes.

Costo en inventarios: Los costos son previsibles, permite un mejor control de la gestión de repuestos, aunque el costo de inventarios sigue siendo alto.

Mantenimiento no efectuado: Si por alguna razón, no se realiza una tarea de mantenimiento prevista, se alteran los periodos de intervención y se producirán traumatismos en la prestación del servicio.

5.6. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores

de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar.

5.6.1. Ventajas y beneficios de la aplicación del mantenimiento predictivo. La gestión optimizada de la programación del mantenimiento reporta las siguientes ventajas:

- Se evitan prácticamente todas las paradas no planificadas por avería.
- Se alargan los intervalos productivos entre paradas para mantenimiento y se minimizan los tiempos de reparación.
- Por lo tanto, se aumenta la disponibilidad de la planta.
- Se evitan las pérdidas de producto por paros en el proceso productivo.
- Se amplía la duración de servicio de los componentes, solamente se sustituyen cuando comienzan a dañarse.
- Se reducen los stocks de piezas de recambio, puesto que el aprovisionamiento de estas piezas también puede programarse.
- Se impiden penalizaciones por retrasos en las entregas.
- Se mejora la calidad del producto fabricado (mecanización, laminación).
- Se evitan averías catastróficas, aumenta la seguridad de la planta, se reducen las primas de seguros.
- En definitiva, se aumenta la fiabilidad de la planta.

5.7. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO

El mantenimiento productivo o mantenimiento planificado es la etapa anterior, al mantenimiento productivo total (TPM) y es la evolución del mantenimiento correctivo. Esta etapa se caracteriza por la progresiva mentalización por la calidad y el consiguiente desarrollo de técnicas para el control y aseguramiento de la calidad. En esta etapa, se produce un gran desarrollo tecnológico en los medios de producción, impulsado por la necesidad de diseñar equipos que puedan producir bienes de la calidad exigida por el mercado.

El concepto de mantenimiento productivo (PM) hace referencia a que el objetivo del Mantenimiento no es solo mantener los equipos sino mejorar la calidad mediante modificaciones de diseño que mejoren la fiabilidad y la mantenibilidad de los equipos.

De esta manera el PM engloba el Mantenimiento Correctivo, Preventivo y la gestión de la calidad. Mantenimiento productivo total se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial.

5.7.1. Objetivos del mantenimiento productivo total

Los objetivos que busca este mantenimiento son:

- Cero averías en los equipos.
- Cero defectos en la producción.
- Cero accidentes laborales.
- Mejorar la producción.
- Minimizar los costes.

5.8. MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

El mantenimiento centrado en confiabilidad RCM es una metodología de análisis sistemática, documentada que puede utilizarse a cualquier proceso industrial que quiera desarrollar un plan eficiente de mantenimiento. Revisa cada sistema y su posible falla funcional. Los efectos de cada falla son clasificados de acuerdo con el impacto en la seguridad, la operación y el costo.²

El objetivo principal que busca el mantenimiento basado en confiabilidad es que los esfuerzos de mantenimiento deben ser dirigidos a mantener la función de los equipos más que los equipos mismos. Es la función desempeñada por la máquina lo que interesa desde el punto de vista productivo, esto implica que no se deben

² Moubray, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. 2da Edición. Industrial Press Inc. Capítulo 1.

tener equipos como si fueran nuevos, sino en condiciones que garanticen la funcionalidad del equipo. También implica que se deben conocer con gran detalle las funciones que la interrumpen o dificultan.³

El proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico. El RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos. La norma SAE JA1011 O SAE JA1012 especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM.

El mantenimiento centrado en confiabilidad, se creó en la industria de la aviación hace más de 30 años y ha tenido muy buena acogida y se ha extendido a muchas empresas alrededor del mundo; entre ellas industrias como la generación eléctrica, petroquímicas, minería, entre otros; Esto debido a la versatilidad el cual permite analizar e implementar actividades de mantenimiento para alguno o varios equipo dentro de la compañía.

5.8.1. ¿Qué es el Mantenimiento basado en Confiabilidad (RCM)? RCM es una metodología basada en un árbol de decisiones. Su éxito depende principalmente de la experiencia de los participantes así como también en la posibilidad de tener información referente a las fallas y periodos de ocurrencias registradas, información difícil de encontrar o de elaborar en el común de las plantas. La división de sistemas y subsistemas es amplia teniendo en cuenta los criterios definidos por el grupo que elabora el RCM. Lo mismo ocurre con la profundidad de análisis para cada modo de falla / causa de falla, limitado únicamente por el grado de detalle que oriento el análisis.

³ TROFFRE, Mario. Análisis ISO 14224 / Oreda. Relación RCM-FMEA, 2007.

Es una secuencia razonable utilizada con el fin de analizar las fallas que se pueden presentar en el antes, durante y después del mantenimiento; este método es utilizado para proteger un activo físico durante su operación para garantizar que las maquinas sigan proporcionando el producto para el cual fue diseñado. Esta metodología demanda una revisión sistemática de las funciones que conforman un proceso determinado, sus entradas y salidas, las formas en que pueden dejar de cumplirse tales funciones y sus causas, las consecuencias de los fallos funcionales y las tareas de mantenimiento óptimas para cada situación (predictivo, preventivo, proactivo, etc.) en función del impacto global.⁴

Según esta metodología se aportan una serie de resultados:

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos y sistemas
- Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.
- Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta.

5.8.2. Historia de la Transformación del RCM. Al final de la década de los 50, la aviación estaba pasando por un mal momento el cual se veía reflejado en las estadísticas más de 60 accidentes por millón en el despegue; al trasladarnos en la actualidad se estaría hablando de 2 accidentes aéreos al día en cualquier lugar de la tierra y gran falla de estos accidentes eran ocasionados por fallas en los equipos; esto los llevo a creer que la industria debería trabajar en la seguridad de los equipos y a su vez los mantenimientos se realizaban con más frecuencia, todos estos esfuerzos no disminuían en los porcentajes de fallas. Durante el periodo de cambio del mantenimiento se llegó a una serie de análisis del cual surge una metodología

⁴ AMENDOLA, Luis. Confiabilidad operacional. [Consultado 20/09/2013]. Disponible en www.mailxmail.com/curso-confiabilidad-operacional

que ayudo a la aviación a convertirse en la forma más segura de viajar y que hoy en día se utiliza con mucha más frecuencia.

En la década de los 80, un grupo de investigación comercial para las empresas generadores de energía eléctrica en Norteamérica realizo dos pruebas de RCM en la industria de energía nuclear americana. Este interés nace debido a que la industria alcanzaba niveles de seguridad y confiabilidad; incrementando los mantenimientos en los equipos, pero su propósito era reducir costos en lugar de mejorar la confiabilidad, las modificaciones en el proceso de RCM fue adoptado por la industria de la energía nuclear Americana en 1987 y se implementaron variaciones de su enfoque por otras empresas de energía, algunas en diferentes ramas como la generación eléctrica, distribución industrial y la industria petrolera.

5.8.3. Evolución del Mantenimiento. La evolución del mantenimiento tiene una exigencia y una perspectiva de mayor rendimiento; por tal motivo ha tenido cambios en las técnicas y aplicación de las teorías de mantenibilidad.

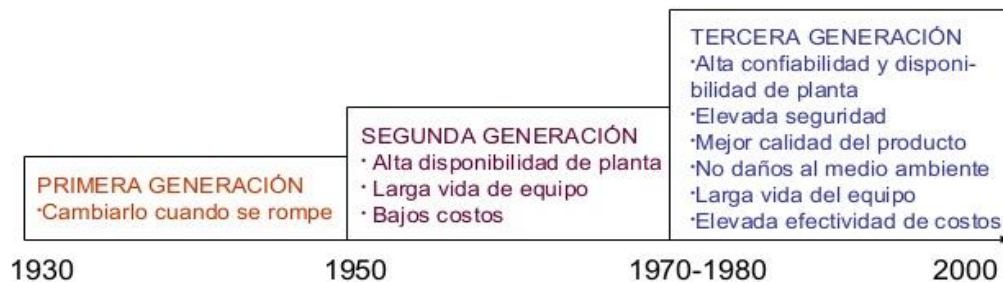
Se considera que el mantenimiento ha pasado por varias etapas y han marcado específicamente una metodología con son:

- **Primera Generación:** Se extiende hasta la segunda Guerra Mundial. Los equipos eran muy sencillos y fabricados con un fin específico; debido a esto los tiempos de parada no eran gran importancia ya que la automatización o producción en serie no se había implementado.
- **Segunda Generación:** Comprende la Segunda Guerra Mundial Hasta 1970; este cambio se debió básicamente a la necesidad de toda clase de productos y una disponibilidad de mano de obra muy baja; llevando a la producción de máquinas más complejas para la fabricación de los productos. Las empresas inician una dependencia por las máquinas, haciendo notable el tiempo de no

producción de las mismas. Bajo este principio de no funcionabilidad surge el planteamiento de que las fallas pueden prevenir y se conoce como mantenimiento preventivo.

- **Tercera Generación:** A mediados de los 60; las velocidades de producción son mucho más rápidas dando paso a la automatización y a la calidad de los productos, teniendo como finalidad el costo final y satisfacción al consumidor; por tal motivo el mantenimiento se centraliza en la disminución de tiempos de parada de los equipos y pérdidas reflejadas directamente en la producción.

Figura 4. Evolución del mantenimiento



Fuente: CAMPOS, Jose R. Ingeniería de mantenimiento y seguridad industrial. Disponible en Internet: <http://image.slidesharecdn.com/ca-140326091341-phpapp01/95/ca-30-638.jpg?cb=1395825274>

5.8.4. Descripción de RCM. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM se basa en el análisis de las funciones asociadas a cada equipo; como el de ejecutar la labor para la cual fue creada e instalada en la planta, adicional a esto cualquier otra función que pueda realizar como: contener o almacenar, sistemas de suministros de alimentación, sistemas de escape, refrigeración, entre otros, adicional a esto se debe tener en cuenta limitaciones de un equipo para poder saber de dónde hasta donde se va a realizar el RCM de la maquina a trabajar y que deben ser numeradas o identificadas a las fallas de operación el cual nos ayuda al análisis de RCM. Por tal motivo RCM es un proceso utilizado para determinar que debe

hacerse para asegurar que todo activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su actual contexto operacional.⁵

5.8.5. Evolución del RCM. Durante el paso de los años, el mantenimiento ha obtenido grandes aportes procedentes de las estadísticas y de la teoría de la confiabilidad, al igual que han cambiado muchos paradigmas relacionados a la edad de los materiales y las fallas; es decir que cada vez hay menos conexión entre la edad de los componentes y la probabilidad en que estos fallen.⁶

5.8.6. Vida Útil y desgaste. Cualquier equipo al entrar en funcionamiento está ligado a una serie de esfuerzos ya sean físicos, mecánicos, eléctricos, químicos, entre otros; los cuales hacen que las maquinas sufran desgastes y estén sometidos a un deterioro constante, ocasionando que deje de cumplir parte de sus funciones, en otras palabras se presenta una falla.

Generalmente se intuye que el deterioro se presenta dependiendo de la edad de los componentes y que las fallas se presentarían al transcurrir la edad de operación, sin embargo se debe tener en cuenta que el deterioro es directamente proporcional al esfuerzo aplicado y el esfuerzo es aplicado consistentemente.

La gran parte de activos no cumple con un patrón de falla en función del tiempo, como se muestra en la figura 8; aunque no podemos predecir el fracaso de estos activos sobre la base de tiempo, lo que sin duda podemos predecir es el fracaso de estos activos basados en la condición utilizando una variedad de tecnologías

⁵ PEREZ JARAMILLO, Carlos Mario, RCM Casos de éxito y sus factores claves, p.7.

⁶ ARIZA RINCÓN, Albert Jair. Aplicación de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) a equipos de minería a cielo abierto tomado como piloto de la flota de taladros de voladura. UIS 2008, p. 68

sensibles y herramientas diseñadas para detectar alertas tempranas de los fallos inminentes.

Figura 5. Comportamiento de Fallas de Activos



Fuente: <http://confiabilidad.net>

En donde:

- Modelo A: Llamada curva de la bañera, donde la incidencia de falla al comienzo es muy alta (mortalidad infantil o desgaste de funcionamiento) seguido por una frecuencia de falla constante y termina con una zona de desgaste.
- Modelo B: La probabilidad de falla es constante y finaliza con la zona de desgaste.
- Modelo C: Presenta una probabilidad de falla ligeramente ascendente, pero no hay una edad de desgaste definida.
- Modelo D: Cuando el componente es nuevo la probabilidad de falla es baja y luego presenta un incremento rápido a un nivel constante
- Modelo E: La probabilidad de falla es constante en todas las edades (fallas aleatorias)
- Modelo F: La mortalidad infantil es muy alta, que decrece finalmente con una probabilidad de falla que aumenta despacio o que es constante.

5.8.7. Beneficios del RCM

- Evitar que las fallas ocurran realizando los cambios necesarios desde la planeación para evitar problemas durante la ejecución, puesta en marcha y operación.
- Descartar cualquier falla para evitar que se presente.
- Localizar las fallas, con el fin de solucionarlas lo más pronto posible evitando perturbaciones o alteraciones en la correcta operatividad de la máquina.
- Analizar aquellos posibles errores que puedan llevar a ocasionar paradas o producir anomalías para la seguridad de la maquina o del personal.
- Disminuir los mantenimientos aumentando la confiabilidad de los equipos
- Reducir inventarios de materiales.

5.8.8. Componente a realizar RCM. El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM es el proceso usado para determinar el enfoque más efectivo del mantenimiento esto implica identificar acciones que al tomarse reducen la probabilidad de falla de la forma costo-efectiva buscando una mezcla optima de acciones basadas por condición, acciones basadas en ciclos o en el tiempo o el enfoque de operar hasta que falle.⁷

Para poder realizar un RCM se debe evaluar la criticidad de cada componente de la planta los cuales tienen efectos tales como:

- Seguridad industrial relacionada en la parte humana
- Seguridad ambiental
- Efectos en la imagen corporativa
- Afectación en el proceso de producción
- Costos relacionados a la producción

⁷ NASA, Reliability Centered Maintenance Guide or Facilities and Collateral Equipment. 2000. P. 1-1

- Costos relacionados al mantenimiento, repuestos, mano de obra, reparaciones, entre otros.

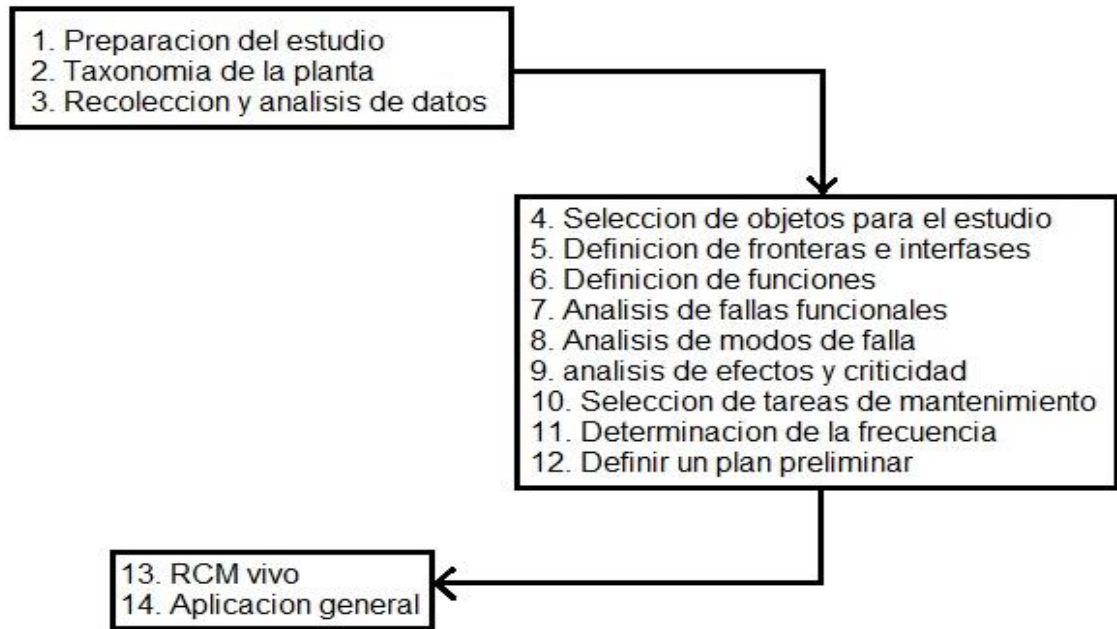
Donde la criticidad hace referencia a una serie de pautas preestablecidas dentro de la compañía, los cuales tienen sus causas y efectos para la empresa.

5.8.9. Las siete preguntas básicas del RCM. Según lo expuesto por John Moubray. El RCM se desarrolla por medio de 7 preguntas que son las encargadas de describir la optimización o desarrollo de un plan eficiente de mantenimiento. A continuación se enuncian.⁸

1. ¿Cuáles son las funciones y respectivos estándares de desempeño de este bien en su contexto operativo presente?
2. ¿En qué aspectos no responde al cumplimiento de sus funciones?
3. ¿Qué ocasiona cada falla funcional?
4. ¿Qué sucede cuando se produce cada falla en particular?
5. ¿De qué modo afecta cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla?
7. ¿Qué debe hacerse si no se encuentra el plan de acción apropiado?

⁸ MOUBRAY, John Mitchell. Mantenimiento centrado en confiabilidad Segunda Edición. UK.

Figura 6. Pasos del proyecto de RCM



El desarrollo de los AMFE responde a las cinco primeras preguntas, el árbol lógico de decisión responde a las dos últimas.

5.8.10. Análisis de Modos de Falla y Efectos “AMFE”. El análisis de modos y efectos de falla es un proceso estructurado para el análisis de la operación de una planta que permitirá identificar las fallas que pudieran presentarse y que engloba las etapas de: funciones, fallas funcionales, modos de falla y efectos de falla. Los efectos o consecuencias de las fallas son posteriormente evaluados para determinar posibles medios de prevención⁹. Está compuesto por cinco columnas:

- **Funciones y niveles de desempeño**

Antes de que sea posible aplicar un proceso, utilizado para determinar qué debe hacerse para asegurar que todo bien físico continúe cumpliendo con su desempeño,

⁹ Perozo, A. (1998). Mantenimiento Industrial. Universidad del Zulia. Maracaibo.

del modo en que sus usuarios esperan dentro de su contexto operativo presente, necesitamos hacer dos cosas:¹⁰

- Determinar cuál es la función que los usuarios quieren que cumpla.
- Asegurar que el bien es capaz de comenzar con lo que los usuarios esperan.

Debido a esto a los operarios se les dan unas funciones para realizar y pueden ser de la siguiente forma:

- **Funciones primarias:** Que sintetizan porque el bien fue adquirido en primer lugar. Esta categoría de funciones cubren temas tales como velocidad, rendimiento, capacidad de transportación o almacenamiento, calidad del producto y servicio al cliente.
- **Funciones secundarias:** Que indican que se espera que todo bien produzca más que simplemente su función primaria. Los usuarios también tienen expectativas en áreas como la seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia de operación, cumplimiento con las normas medioambientales, y hasta la estética o apariencia del bien.

Los usuarios de estos bienes se encuentran en la posición más óptima para saber exactamente como aporta cada bien al bienestar físico y financiero de la organización como un todo, de modo que es esencial que estén involucrados con el proceso de RCM desde un principio.

Si se realiza apropiadamente, este paso generalmente absorbe casi un tercio del tiempo necesario para un análisis de RCM completo. También implica que el

¹⁰ MOUBRAY, John Miltchell, Mantenimiento centrado en confiabilidad Segunda Edición. UK. Aladon Ltd. 2004. p. 12

personal llevando a cabo este análisis aprenda una cantidad considerable, que puede hasta ser atemorizante sobre cómo los equipos trabajan verdaderamente.

- **Fallas funcionales:** Los objetivos de mantenimiento son determinados por las funciones y respectivas expectativas de desempeño del bien bajo consideración. Pero ¿cómo se alcanzan estos objetivos?

El único suceso que puede hacer que un bien deje de funcionar al nivel requerido es algún tipo de falla. Esto sugiere que el departamento mantenimiento alcanza sus objetivos, al adoptar un acercamiento acertado al manejo de las fallas. Sin embargo, antes de que podamos aplicar la conjunción de herramientas apropiadas, necesitamos identificar el tipo de fallas que pueden presentarse.

El proceso de RCM realiza esto en dos niveles:

Primero, identificando qué circunstancias llevaron a un estado fallido

Luego investigando qué situaciones son las causantes de que un bien caiga en ese estado de falla.

En el mundo de RCM, los estados de falla son conocidos como fallas funcionales, porque ocurren cuando un bien es incapaz de cumplir una función a un nivel de desempeño que sea aceptable por el usuario. En adición a la incapacidad total para funcionar, esta definición abarca fallas parciales, donde el bien todavía funciona, pero a nivel inaceptable de desempeño, (incluyendo también los casos donde no se alcanza el nivel de precisión o calidad). Pero éstas solo pueden ser identificadas una vez que las funciones y desempeño estándares hayan sido definidas con claridad.

- **Estudio de Modo de Fallas:** Son todas aquellas fallas históricas que se han presentado a un elemento en particular y a su vez todas aquellas fallas factibles u ocultas que se puedan presentar para evitar que sucedan, teniendo en cuenta la

severidad y los efectos que estos conllevan en la producción, mantenimiento, seguridad personal, ambiental, entre otros.

Después de analizar las fallas podemos continuar con la toma de decisiones, las cuales corresponden a las últimas tres preguntas planteadas por John Moubray; el cual comprende actividades o funciones que deben realizarse acompañado de una serie de funciones, fallos preestablecidos de acuerdo a un modo de falla. Teniendo en cuenta la frecuencia con la que se puede presentar una falla específica y quien debe solucionarla, apoyado en el procedimiento del árbol de decisiones.

Cuando un equipo bajo cualquier tipo de alteración de algún parámetro varíe el desarrollo de la actividad para la que fue instalada, es considerado como una falla; por tal motivo es necesario analizar la falla y cuál o cuáles pueden ser sus consecuencias. Este método RCM se efectúa en dos niveles; el primero, describir la eventualidad que llevan a la falla y el segundo, preguntar cuál suceso permite que el equipo llegue a la falla.

- **Efectos de Falla:** El cuarto paso en el proceso de RCM implica enlistar los efectos de las fallas, que describen lo que sucede cuando se presenta cada modo de falla.

Esta descripción debe incluir toda la información necesaria para respaldar la evaluación de las consecuencias de las fallas, como pueden ser:

Evidencias, (si las hubiera), de que la falla ocurrió

En qué manera, (si las hubiera), representa una amenaza para la seguridad del medioambiente.

De qué modo, (si los hubiera) afecta la producción u operaciones.

Que debe hacerse para reparar la falla.

- **Consecuencias de las Fallas:** Un análisis detallado de una empresa industrial promedio, tiende a arrojar entre tres y diez mil posibles modos de fallas. Cada una de estas fallas afecta a la organización en alguna escala, pero en cada caso los efectos son diferentes. Pueden afectar la operatividad. También pueden afectar la calidad del producto, servicio al cliente, seguridad del medioambiente. Todas significaran el gasto de tiempo y dinero para repararlas.

Son esas consecuencias las que ejercen la mayor influencia para que tratemos de prevenir cada falla. En otras palabras, si una falla trae consecuencias serias, tenderemos a hacer todo lo posible para tratar de evitarla. Por otro lado, si esta no afecta o afecta en un grado mínimo, entonces quizás decidamos no hacer un mantenimiento de rutina que vaya más allá de la limpieza y lubricación.

Uno de los puntos fuertes de RCM es que este reconoce que las consecuencias de las fallas son mucho más importantes que sus características técnicas, en realidad reconoce que la única razón de hacer cualquier tipo de mantenimiento proactivo no es para evitar las fallas en sí, sino evitar o al menos reducir las consecuencias que estas traen. El proceso de RCM clasifica estas consecuencias en los siguientes cuatro grupos:

Consecuencias de fallas ocultas; Las fallas ocultas no causan un impacto directo, pero exponen a la empresa a fallas múltiples, con consecuencias serias y frecuentemente catastróficas. (La mayoría de estas fallas están asociadas con sistemas de protección no libres de fallas)

Consecuencias medioambientales y de seguridad; Una falla trae consecuencias de seguridad si potencialmente puede dañar o causar la muerte. Tiene consecuencias medioambientales si provoca la violación de cualquier norma medioambiental corporativa, regional, nacional o internacional.

Consecuencias operativas; Una falla trae consecuencias operativas cuando afecta la producción (rendimiento, calidad del producto, servicio al cliente o costos operativos, además del costo directo de reparación.)

Consecuencias no operativas; Las fallas evidentes que conforman esta categoría, no tienen consecuencias ni de seguridad, ni de protección, de modo que solo implican el costo de reparación.

Veremos más adelante como los procesos de RCM usan estas categorías como la base de un marco estratégico para la toma de decisiones de mantenimiento. Forzando una revisión estructurada de las consecuencias de cada tipo de fallas, de acuerdo con las categorías antes descritas, integra los objetivos operativos, medioambientales y de seguridad, que son base de la función de mantenimiento.

Esto ayuda a poner la seguridad y el medioambiente en la corriente principal del manejo de mantenimiento.

El proceso de evaluación de consecuencias quita énfasis a la creencia de que todas las fallas son malas y deben ser prevenidas. De este modo enfoca la atención en las actividades de mantenimiento que tienen mayor efecto en el desempeño de la organización, y no desgasta energía en aquellas que tienen un menor o ningún efecto. También nos impulsa a pensar más abiertamente sobre los diferentes modos de manejar las fallas, en lugar de solo concentrarse en la prevención. Las técnicas del manejo de fallas se dividen en dos categorías:

Tareas Proactivas; son los trabajos realizados antes de que la falla ocurra, para prevenir que el equipo llegue a un estado de falla. Esto abarca lo que se conoce tradicionalmente como mantenimiento “predictivo” o “preventivo”. Aunque veremos más adelante que RCM utiliza los términos restauración programada, descarte programado o mantenimiento en condición.

Acciones de omisión; estas se encargan del estado de falla, y son utilizadas cuando no es posible identificar una consigna proactiva efectiva. Las acciones de omisión incluyen búsqueda de la falla, rediseño, y acudir a la falla.

3.8.10.1 Medidas de ensayo y control previstas. En muchos AMFE suele introducirse este apartado de análisis para reflejar las medidas de control y verificación existentes para asegurar la calidad de respuesta del componente/producto/proceso. La fiabilidad de tales medidas de ensayo y control condicionará a su vez a la frecuencia de aparición de los modos de fallo. Las medidas de control deberían corresponderse para cada una de las causas de los modos de fallo.

- **Gravedad**

Determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente (no teniendo que ser este el usuario final); valora el nivel de consecuencias, con lo que el valor del índice aumenta en función de la insatisfacción del cliente, la degradación de las prestaciones esperadas y el coste de reparación. Este índice sólo es posible mejorarlo mediante acciones en el diseño, y no deberían afectarlo los controles derivados de la propia aplicación del AMFE o de revisiones periódicas de calidad.

TABLA 2. Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Fuente:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf

- **Frecuencia**

Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo (causa específica) se produzca y dé lugar al modo de fallo. Se trata de una evaluación subjetiva, con lo que se recomienda, si se dispone de información, utilizar datos históricos o estadísticos. Si en la empresa existe un Control Estadístico de Procesos es de gran ayuda para poder objetivar el valor. No obstante, la experiencia es esencial. La frecuencia de los modos de fallo de un producto final con funciones clave de seguridad, adquirido a un proveedor, debería ser suministrada al usuario, como punto de partida, por dicho proveedor.

TABLA 3. Clasificación de la frecuencia/ probabilidad de ocurrencia del modo de fallo

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos , ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos . Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Fuente:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf

- **Detectabilidad**

Tal como se definió anteriormente este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, sea detectado con antelación suficiente para evitar daños, a través de los “controles actuales” existentes a tal fin. Es decir, la capacidad de detectar el fallo antes de que llegue al cliente final.

TABLA 4. Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente . Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

Fuente:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf

5.8.11. Diagrama de Árbol Lógico de Decisión. Proceso sistemático y homogéneo para la selección de la estrategia de mantenimiento más adecuada para impedir la causa que provoca la aparición de un determinado modo de fallo, correspondiente a un componente del sistema objeto del análisis¹¹. Son las herramientas que permiten seleccionar de forma óptima las actividades de mantenimiento según sea la filosofía del mantenimiento centrado en la confiabilidad.

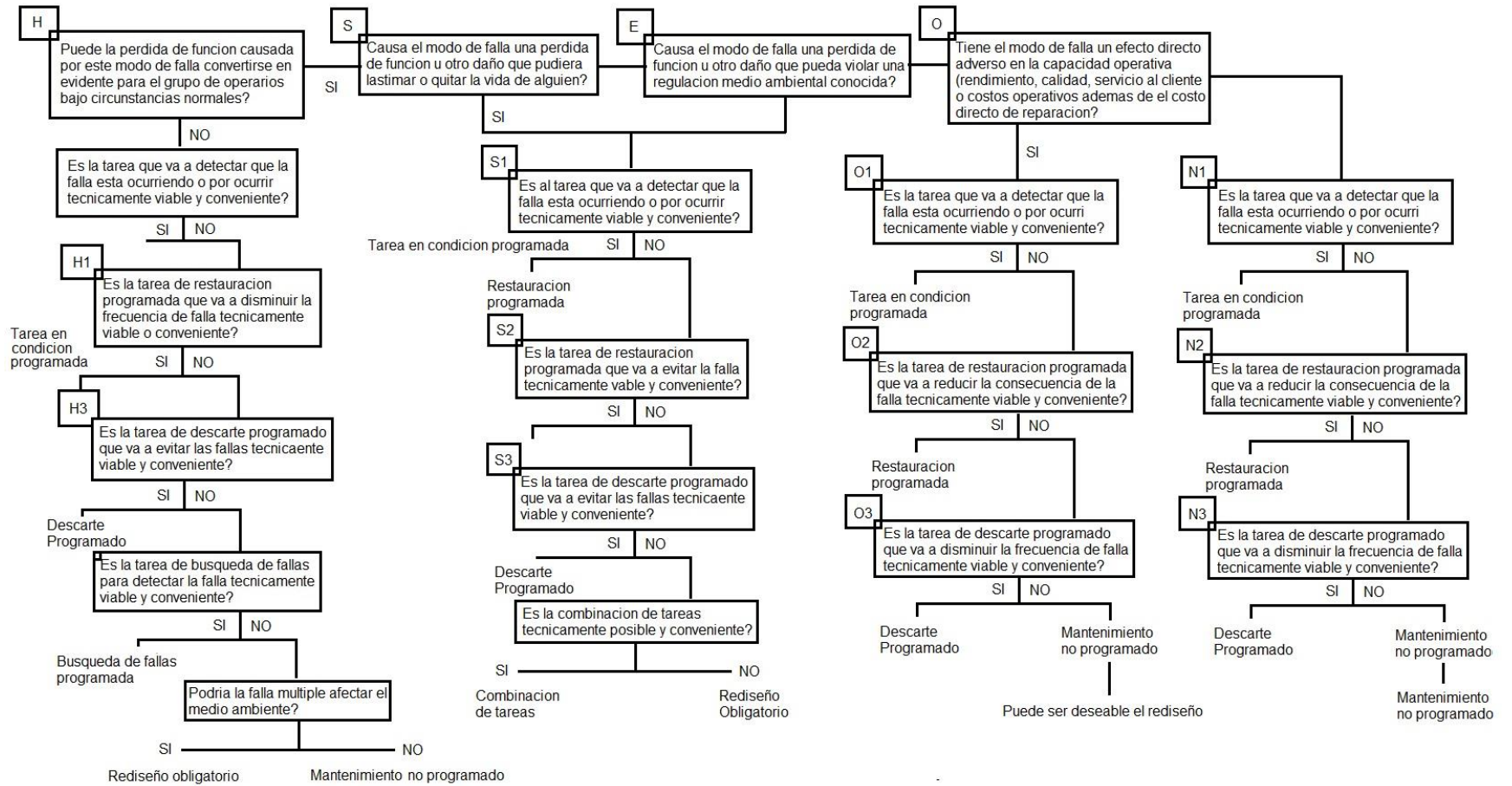
5.8.12. Resultados de un Análisis de RCMA través de la secuencia lógica y de su respectivo análisis se obtiene una serie de tareas a realizar por parte de mantenimiento.

Entre las tareas de mantenimiento según RCM se pueden ejecutar:

- Proactivo: Basado en los principios de solidaridad, iniciativa del operador, concientización, trabajo en equipo, en el que involucran directa e indirectamente las problemática del mantenimiento.
- Predictivas: Consiste en establecer, en primer lugar, un histórico de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente.
- Cualquier técnica de mantenimiento que ayude a buscar fallas ocultas, rediseños y que brinden la posibilidad de establecer un Plan de Mantenimiento que nos ayude en la aplicación de estos métodos de la forma más simple y posible en el que se plasma un listado de actividades del mantenimiento, una frecuencia de ejecución y una fecha estimada en la programación.

¹¹ Zambrano, S, Leal, S. Fundamentos básicos de mantenimiento. FEUNET (2005).

Figura 7. Diagrama de decisión del proceso de RCM



Fuente: Reliability-Centered Maintenance RCM II, Jhon Moubray

5.9. MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA PLANTA DE PRODUCCION

El programa de mantenimiento de la empresa es vital para lograr la producción de suela y tacones de alta calidad y no menos importante para el control de costos y para asegurar al usuario que los productos solicitados llegarán a tiempo y según las especificaciones del cliente.

La maquinaria fuera de servicio es obviamente perjudicial puesto que impide la producción de los elementos, pero tan perjudicial como eso es un equipo que no funciona como debiera, lo cual podría, por fallos en los procesos de fabricación crear suelas o tacones con deformaciones o desigualdad geométrica.

Mantener motores, balanzas, moldes, cintas transportadoras y todos los demás componentes del establecimiento en perfecto orden es tan importante como las fórmulas que se apliquen o la calidad de la materia prima que compondrán el producto elaborado.

En un sistema tan complejo como el de una fábrica de suelas y tacones para la industria, pueden ocurrir de vez en cuando fallos mecánicos o electrónicos, pero prestar la atención adecuada al mantenimiento preventivo minimizará el tiempo de interrupción de las tareas y la perspectiva de que el cliente reciba un elemento que no cumpla con las especificaciones. Esta última posibilidad puede causar un costoso retiro del producto o posiblemente una compensación por daños a la producción del cliente, si el error no se ha detectado a tiempo.

El mantenimiento actual de las plantas industriales está caracterizado por la realización de tareas que permiten eliminar las causas (o potenciales causas) de fallas en las mismas. Su mayor limitación ha consistido en no responder a la pregunta: Cuándo ejecutar las tareas de mantenimiento para obtener una mejor relación beneficio/costo con respecto al riesgo.

La capacitación del personal de mantenimiento debe considerarse de alta prioridad y ser controlado por quienes detentan altos cargos en la dirección. Demasiado a menudo el mantenimiento es visto como el último peldaño de la escalera, cuando en realidad debe otorgarse suma importancia a la calidad y la capacitación del personal que desempeña esta gran responsabilidad.

6. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos, de acuerdo a una figura de mérito llamada Criticidad; que es proporcional al riesgo creando una estructura que facilita la toma de decisiones y el direccionamiento del esfuerzo y los recursos hacia las áreas, de acuerdo con su impacto en el negocio. El análisis de criticidad es una técnica de fácil manejo y comprensión en el cual se establecen rangos relativos para representar las probabilidades y/o frecuencias de ocurrencia de eventos y sus consecuencias.

6.1. DEFINICIÓN DE RIESGO

El riesgo es un término de naturaleza probabilística, que se define como “egresos o pérdidas probables consecuencia de la probable ocurrencia de un evento no deseado o falla”. En este simple pero poderoso concepto coexiste la posibilidad de que un evento o aseveración se haga realidad o se satisfaga, con las consecuencias de que ello ocurra.

Matemáticamente el riesgo asociado a una decisión o evento viene dado por la expresión universal:

$$R(t) = P(t) \times C(t) \quad (1)$$

Donde:

$R(t)$: *Riesgo*

$P(t)$: *Probabilidad*

$C(t)$: *Consecuencias*

Al momento de evaluar un particular evento o aseveración en particular, es necesario cuantificar las probabilidades de ocurrencia y consecuencias de cada uno de los escenarios que conllevan al evento bajo estudio.

El riesgo se comporta como una balanza que permite ponderar la influencia de varias alternativas en términos de su impacto y probabilidad, orientando al analista en el proceso de toma de decisión.

En ese proceso de toma de decisiones se emplea el riesgo como una herramienta para la optimización de los planes de cuidado de activos, dirigiendo mayores recursos y esfuerzos para aquellos equipos que presente un riesgo elevado y una reducción de esfuerzo y recursos para los equipos de bajo riesgo, lo cual permite en forma general un gasto justificado en los recursos dirigidos a las partidas de mantenimiento.

6.2. MODELO DE CRITICIDAD BASADO EN EL CONCEPTO DEL RIESGO

Este es un método semicuantitativo bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo, para jerarquizar sistemas se utiliza la siguiente expresión:

$$\mathbf{Criticidad\ total = Frecuencia\ x\ Consecuencias\ de\ fallas} \quad (2)$$

$$Frecuencia = \text{Rango de fallas en un tiempo determinado (fallas/año)} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} Consecuencias = & ((\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \\ & \text{Costos de Mtto.} + \text{Impacto Seguridad, Ambiente e Higiene}) \end{aligned} \quad (4)$$

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación:

Tabla 5. Factores ponderados a ser evaluados.

Frecuencia de Fallas:	
Pobre mayor a 2 fallas/año	4
Promedio 1 - 2 fallas/año	3
Buena 0.5 -1 fallas/año	2
Excelente menos de 0.5 falla/año	1
Impacto Operacional:	
Pérdida de todo el despacho	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
Flexibilidad Operacional:	
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4
Hay opción de repuesto compartido/almacen	2
Función de repuesto disponible	1

Costo de Mtto.:	
Mayor o igual a 20000 \$	2
Inferior a 20000 \$	1
Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (SAH):	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Afecta el ambiente /instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente	1

Fuente: Visto en clases por los autores del proyecto

Máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados = 200.

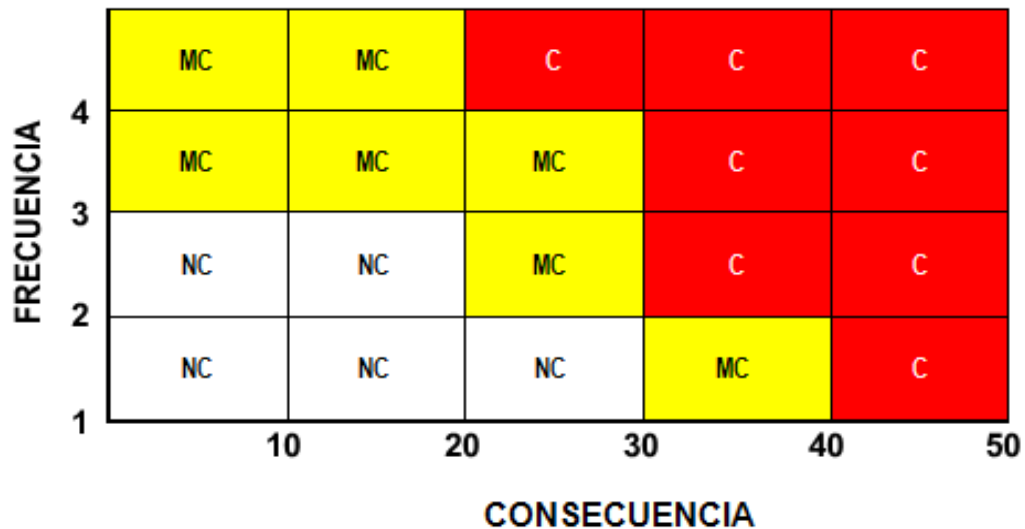
Una vez que se evalúan en consenso con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional, cada uno de los factores presentados en la tabla anterior, se introducen en la fórmula de Criticidad Total y se obtiene el valor global de criticidad.

La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los sistemas en tres áreas:

- Área de sistemas No Críticos (NC)
- Área de sistemas de Media Criticidad (MC)
- Área de sistemas Críticos (C)

En dicha matriz de criticidad se ubica los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias, donde el valor de frecuencia en el eje Y, el valor de consecuencias en el eje X, para obtener el nivel de criticidad de cada sistema.

Figura 8. Matriz General de Criticidad



6.3. ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LA PLANTA SUELAS Y TACONES “RALLY”

Por medio del análisis de criticidad se crea una estructura que permite direccionar los esfuerzos y recursos a las áreas en que sea más importante y/o necesario aumentar la confiabilidad operacional.

6.4. INVENTARIO DE MAQUINARIA

Este es el inventario de las máquinas disponibles en la planta de producción
 La lista de máquinas es la siguiente:

Tabla 6. Máquinas y referencias

	NOMBRE DE LA MAQUINA	REFERENCIA
1	Inyectora Bicolor "1"	M01
2	Inyectora Bicolor "2"	M02
3	Inyectora monocolor	M03
4	Inyectora de tacones "1"	M04
5	Inyectora de tacones "2"	M05
6	Inyectora de tapas	M06
7	Centro de mecanizado "CNC"	M07
8	Centro de Fundición	M08
9	Central de Potencia	M09
10	Electro-erosionadora	M10
11	Torno	M11
12	Fresa copiadora	M12

Fuente: Autores del proyecto

6.5. CRITICIDAD DE EQUIPOS

A continuación, se hace el análisis de criticidad de los equipos que se encuentran trabajando en la empresa de Suelas y Tacones "RALLY" por el método de factores ponderados.

Se presentara el proceso que se le realizo a cada una de las maquinas nombradas en el inventario anteriormente. Este proceso es el mismo para todas las máquinas, debido a esto, se digito solo uno y se mostrara los resultados finales en general.

6.6. INYECTORA BICOLOR “1”

Figura 10. Inyectora Bicolor 1

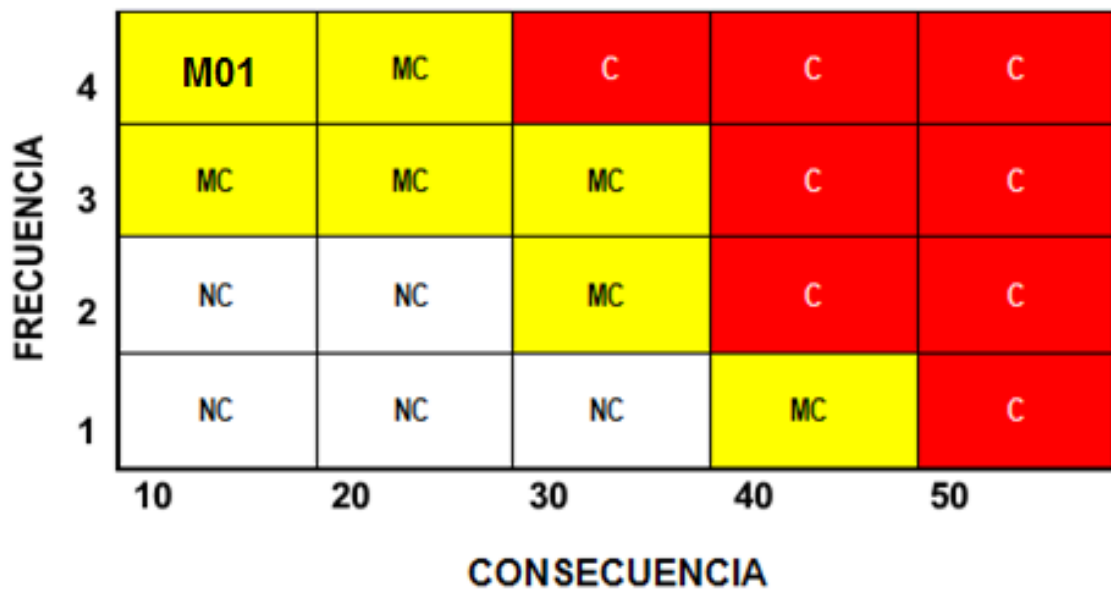


Se evalúan en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente) los factores ponderados donde seleccionamos criterios como frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento e impacto en seguridad ambiente higiene (SAH). Una vez que se evalúan en consenso cada uno de los factores, se introducen en la fórmula de Criticidad Total y se obtiene el valor global de criticidad.

Tabla 7. Factores ponderados para Inyectora Bicolor 1

REFERENCIA	FACTORES A EVALUAR	VALOR	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
M01	Frecuencia de fallas	4	8,00	32,00
	Impacto operacional	4		
	Flexibilidad operacional	1		
	Costo de mantenimiento	1		
	Impacto seguridad ambiente higiene	3		

Como resultado del análisis crítico de la Inyectora Bicolor 1, pudimos obtener una criticidad total de 32,00 esto se dio utilizando la ecuación (1).



- Área de sistemas no críticos (NC)
- Área de sistemas de media criticidad (MC)
- Áreas de sistemas críticos (C)

6.7. CALCULO DE CRITICIDAD DE TODAS LAS MAQUINAS

FRECUENCIA	4	M01 M02	MC	C	C	M06 M04
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	M05 M03	NC	M12 M11 M10 M07	MC	M09 M08
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

- Área de sistemas no críticos (NC = blanco)
- Área de sistemas de media criticidad (MC = amarillo)
- Áreas de sistemas críticos (C = rojo)

Tabla 8. Resumen de calculos de criticidad.

RESUMEN DE CALCULOS		
NOMBRE DE LA MAQUINA	REFERENCIA	CRITICIDAD
Inyectora Bicolor "1"	M01	MC = 32,00
Inyectora Bicolor "2"	M02	MC = 32,00
Inyectora monocolor	M03	NC = 3,00
Inyectora de tacones "1"	M04	C = 176,00
Inyectora de tacones "2"	M05	NC = 3,00
Inyectora de tapas	M06	C = 176,00
Centro de mecanizado "CNC"	M07	NC = 20,00
Centro de fundición	M08	C = 46,00
Central de potencia (eléctrico)	M09	C = 44,00
Electro erosionadora	M10	NC = 20,00
Torno	M11	NC = 20,00
Fresa copiadora	M12	NC = 18,00

6.8. DESARROLLO DEL ANALISIS DE CRITICIDAD

En base a los resultados obtenidos en el análisis de criticidad, podemos observar que en la planta SUELAS Y TACONES "RALLY" existen cuatro (4) maquinas con alto índice de criticidad. Por esta razón y con la autorización del director del proyecto y los directivos de la planta, se le hará un plan de mantenimiento RCM a la maquina M04 (Inyectora de tacones "1") y a la maquina M06 (inyectora de tapas) con el fin de aumentar los indices de disponibilidad del equipo, mejorar la habilidad administrativa de los recursos reduciendo los gastos de mantenimiento y romper con paradigmas antiguos, creando una visión más amplia de mejoras a futuro.

6.9. INYECCION DE MATERIALES PLASTICOS

La inyección de termoplásticos es un proceso físico y reversible, en el que se funde una materia prima llamada termoplástico, por el efecto del calor, en una máquina llamada inyectora. Esta máquina con el termoplástico en estado fundido, lo inyecta, dentro de las cavidades huecas de un molde, con una determinada presión, velocidad y temperatura. Transcurrido un cierto tiempo, el plástico fundido en el molde, va perdiendo su calor y volviéndose sólido, copiando las formas de las partes huecas del molde donde ha estado alojado. El resultado es un trozo de plástico sólido, pero con las formas y dimensiones similares a las partes huecas del molde. A este termoplástico solidificado le llamamos inyectada.

¿Por que decimos que la inyección de termoplásticos es un proceso físico y reversible? Físico, por que no existe variación en la composición química del termoplástico, en todo el proceso. Reversible, por que el termoplástico después del proceso tiene las mismas características que al principio. O sea, podríamos triturar la pieza y repetir el proceso con ese material. Aunque en la práctica, el plástico puede llegar a degradarse y perder algunas de sus propiedades

6.10. ANTECEDENTES HISTORICOS

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

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

incluyendo la descripción de nitrocelulosa (celuloide). Debido al carácter inflamable de la nitrocelulosa, se utilizaron posteriormente otros derivados celulósicos como el etanoato de celulosa.

Los británicos John Beard y Peter Delafield, debido a ciertas diferencias en la traducción de la patente alemana, desarrollaron paralelamente la misma técnica en Inglaterra, con los derechos de patente inglesa para la compañía F.A. Hughes Ltda.

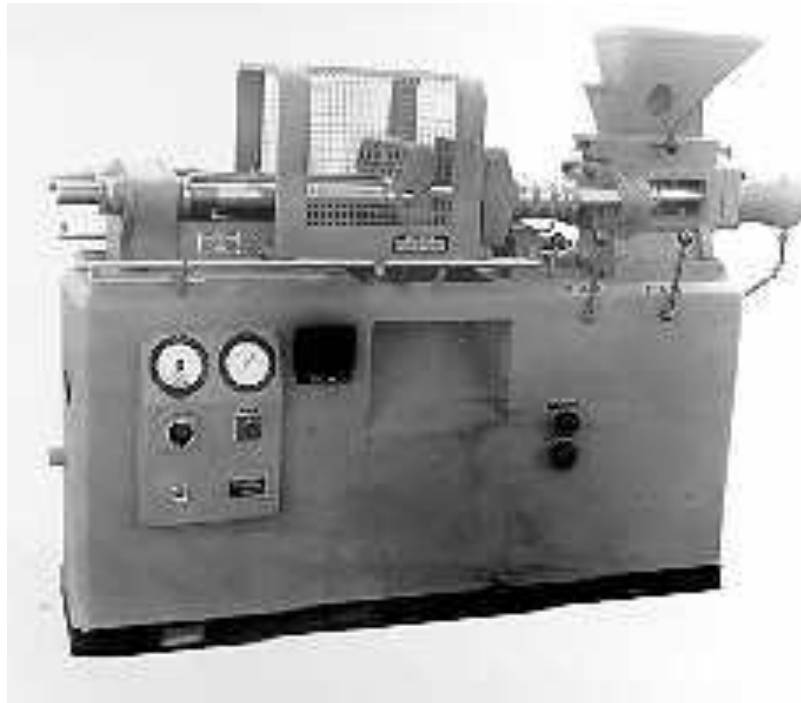
Figura 11. Inyectora de la compañía F.A. Hughes Ltda.



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

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

Figura 12. Primera máquina para inyección desarrollada por la compañía Eckert & Ziegler. Ltda.



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

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

En 1951 se desarrolló en Estados Unidos la primera máquina de inyección con un tornillo recíprocante (o, simplemente, husillo), aunque no fue patentada hasta 1956. Este cambio ha sido la aportación más importante en la historia de las máquinas inyectoras. Al finalizar la segunda guerra mundial, la industria de la inyección de

plástico experimentó un crecimiento comercial sostenido. Sin embargo, a partir de la década de los ochenta, las mejoras se han enfocado a la eficiencia del diseño, del flujo del polímero, el uso de sistemas de software CAD, inclusión de robots más rápidos para extracción de piezas, inyección asistida por computadora, eficacia en el control de calentamiento y mejoras en el control de la calidad del producto.

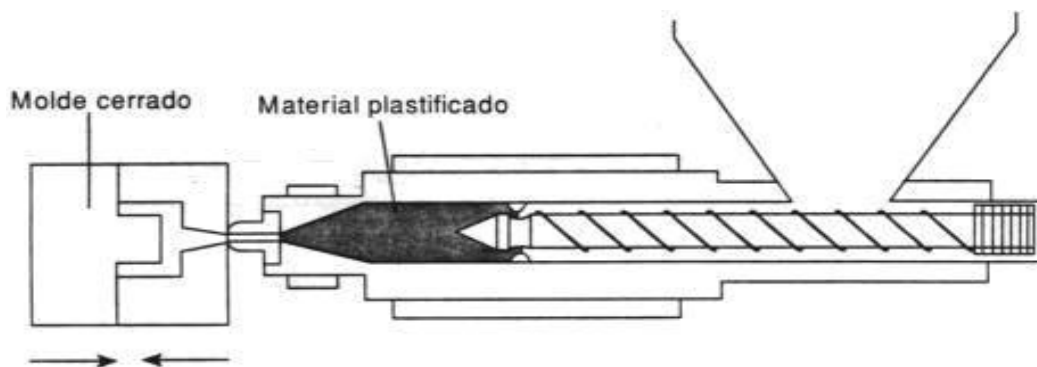
6.11. CICLO DE INYECCION

El proceso de obtención de una pieza de plástico por inyección, sigue un orden de operaciones que se repite para cada una de las piezas. Este orden, conocido como ciclo de inyección, se puede dividir en las siguientes seis etapas:

6.11.1 Primera etapa cierre del molde e inicio de la inyeccion

- Se cierra el molde vacío, mientras se tiene lista la cantidad de material fundido para inyectar dentro del barril. El molde se cierra en tres pasos: primero con alta velocidad y baja presión, luego se disminuye la velocidad y se mantiene la baja presión hasta que las dos partes del molde hacen contacto, finalmente se aplica la presión necesaria para alcanzar la fuerza de cierre requerida.

Figura 13. Cierre del molde e inicio de la inyección

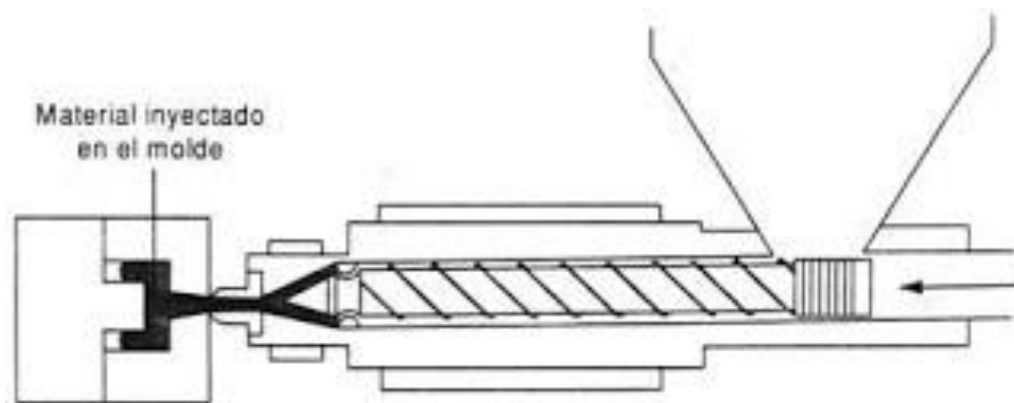


Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

6.11.2 Segunda etapa inyección del material

- El tornillo inyecta el material, actuando como pistón, sin girar, forzando el material a pasar a través de la boquilla hacia las cavidades del molde con una determinada presión de inyección.

Figura 14. Inyección del material

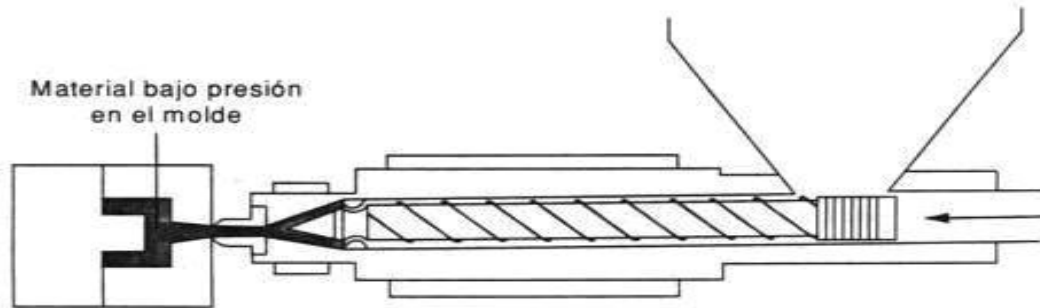


Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

6.11.3 Tercera etapa aplicación de la presión de sostenimiento

- Al terminar de inyectar el material, se mantiene el tornillo adelante aplicando una presión de sostenimiento antes de que se solidifique, con el fin de contrarrestar la contracción de la pieza durante el enfriamiento. La presión de sostenimiento, usualmente, es menor que la de inyección y se mantiene hasta que la pieza comienza a solidificarse.

Figura 15. Aplicación de la presión de sostenimiento

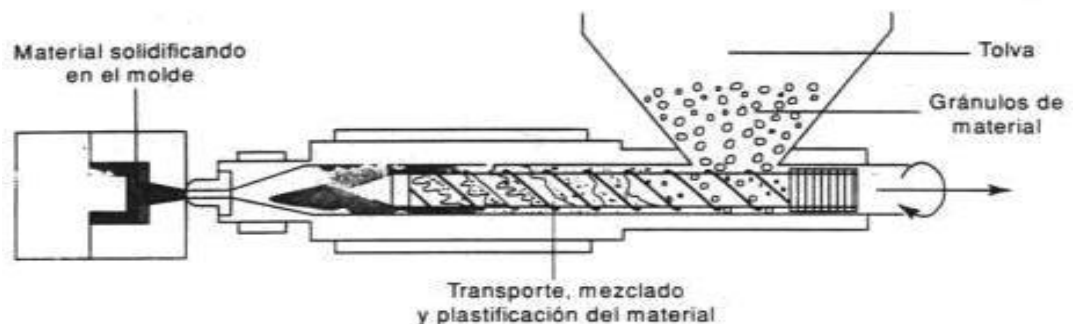


Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

6.11.4 Cuarta etapa plastificación del material

- El tornillo gira haciendo circular los gránulos de plástico desde la tolva y plastificándolos. El material fundido es suministrado hacia la parte delantera del tornillo, donde se desarrolla una presión contra la boquilla cerrada, obligando al tornillo a retroceder hasta que se acumula el material requerido para la inyección.

Figura 16. Plastificación del material

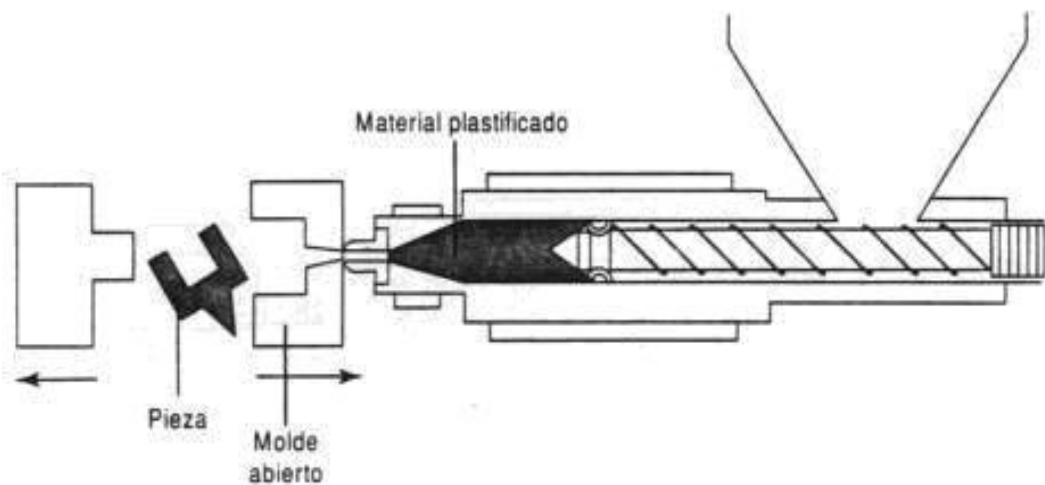


Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

6.11.5 Quinta etapa enfriamiento y extracción de la pieza

- El material dentro del molde se continúa enfriando en donde el calor es disipado por el fluido refrigerante. Una vez terminado el tiempo de enfriamiento, la parte móvil del molde se abre y la pieza es extraída.

Figura 17. Enfriamiento y extracción de la pieza



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

6.11.6 Ultima etapa

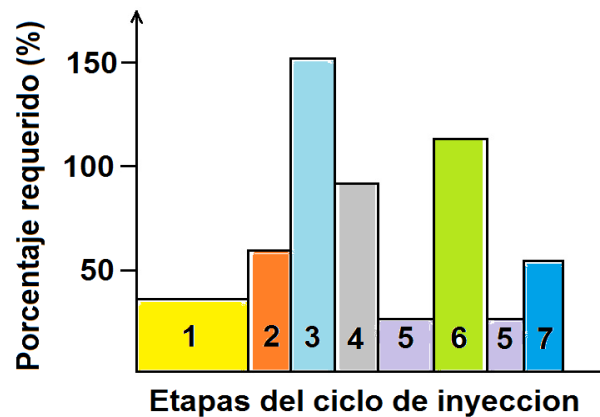
- El molde cierra y se reinicia el ciclo

6.12. CONSUMO DE POTENCIA

En cuanto al consumo de potencia en cada una de las etapas del ciclo, se observa que en el cierre del molde apenas se requiere la potencia necesaria para vencer la

fricción generada al desplazar la placa móvil. La etapa de inyección necesita la potencia máxima durante un período muy corto. El desplazamiento de la unidad de inyección y la apertura del molde requieren muy poca potencia. En el siguiente diagrama se esquematiza el consumo de potencia durante el ciclo de inyección.

Figura 18. Enfriamiento y extracción de la pieza



1. Cierre del molde
2. Acercamiento de la unidad de inyeccion
3. Inyeccion
4. Presion de sostenimiento
5. Pausa
6. Plastificacion para la siguiente inyeccion
7. Apertura del molde

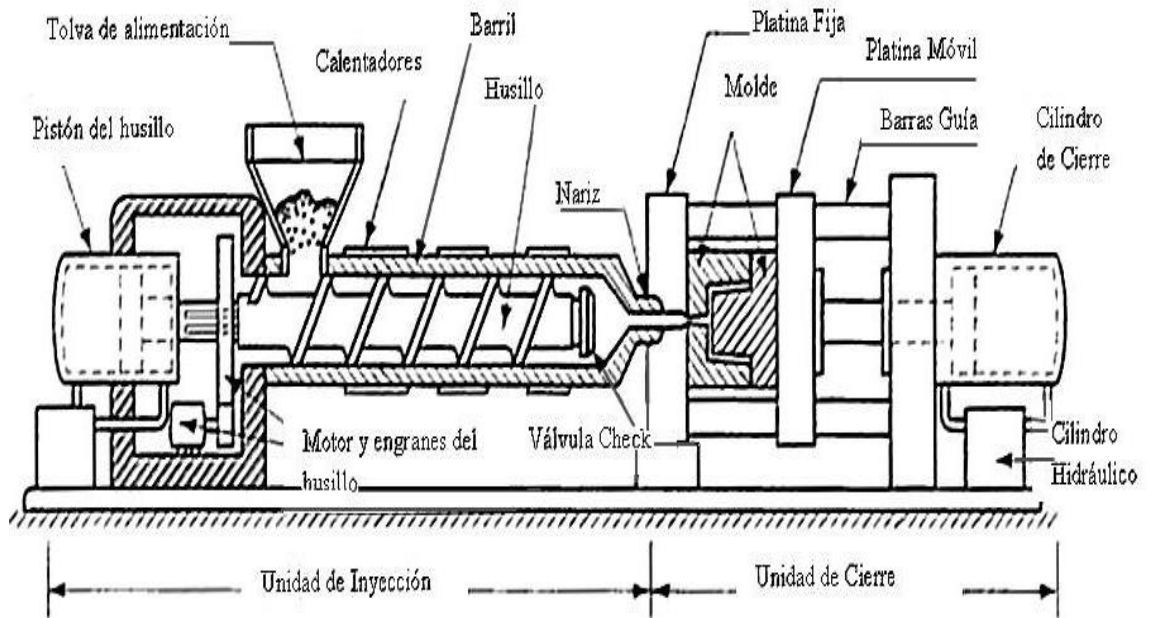
Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

6.13. INYECTORA DE TACONES “1”

Básicamente todas las máquinas de inyección están formadas por los mismos elementos. Las diferencias entre una máquina y otra radican en su tamaño, la unidad de cierre y el diseño de la unidad de plastificación.¹²

¹² <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

Figura 19. Partes de una máquina de inyección típica.



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

En la planta SUELAS Y TACONES “RALLY” la Inyectora de tacones “1” resulto siendo una de las mas critica, por este motivo se presentara un plan de mantenimiento RCM a esta maquina, cuyos datos tecnicos son los presentados a continuacion

Tabla 9. Datos técnicos de la maquina Inyectora de tacones "1"

Modelo		T 98
Matricula nº		T98,0178
Diámetro tornillo	(mm)	42
Relación L/D del tornillo		18
Volumen inyectable inyector	(cm ³)	304
Presión específica sobre el material	(kg/cm ²)	1130
Rpm tornillo	(Rpm/1')	50-300

Tabla 9. Continuación

Zonas de calentamiento	(Nr)	4
Calentamiento boquillas	(Nr)	1

Alimentación eléctrica		220V 60Hz
Fuerza de cierra prensa	(ton)	98
Carrea apertura prensa min-máx.	(mm)	165-565
Distancia entre columnas	(mm)	330x330
Carrera plano móvil	(mm)	400
Fuerza extractor hidráulico	(ton)	1,8
Carrera extractor hidráulico	(mm)	100
Dimensiones maquina	(mm)	800x3500x2100h
Peso total	(kg)	4000

Potencia motor bomba central aceite	(kW)	7,5
Potencia calentamiento inyector	(kW)	6
Potencia instalada	(kW)	14
Potencia media de absorción	(kW)	5-10

Cantidad aceite necesario	(L)	75
Presión máx. central oleod. En cierre prensa	(Bar)	270
Presión máx. central oleodinámica	(Bar)	150

Refrigeración necesaria	(kcal/h)	4000
Presión min-máx. central refrigeración	(Bar)	2-3

6.13.1. Generalidades de la maquina inyectora de tacones “1”. La máquina Inyectora de tacones “1” tienen tres módulos principales como aparece señalado en la Figura 20,

Figura 20. Máquina de inyección de plásticos.



6.13.2. Unidad de inyección o plastificación. La unidad de inyección plastifica e inyecta el polímero fundido.

Figura 21. Unidad de inyección típica.



Realiza las funciones de cargar y plastificar el material sólido mediante el giro del tornillo, mover el tornillo axialmente para inyectar el material plastificado hacia las cavidades del molde y mantenerlo bajo presión hasta que sea expulsado. El tornillo tiene una acción recíproca además de girar para fundir el plástico, se mueve de manera axial para actuar como pistón durante el proceso de inyección.

Esta unidad se subdivide en: tolva de alimentación, husillos, válvulas antirretorno o puntas de husillo (válvula check), barril de inyección, boquilla y punta de inyección, calentadores, motor y engranes del husillo

6.13.3. Unidad de cierre. Soporta el molde, lo abre y lo cierra además de contener el sistema de expulsión de la pieza.

Figura 22. Unidad de cierre tipo rodillera.



La unidad de cierre tiene las siguientes partes: platina fija, molde, platina móvil, barras guía, cilindro de cierre, cilindro hidráulico.

6.13.4. Sistema de expulsión. Al final del ciclo el molde se abre y las piezas enfriadas se expulsan del molde, esto requiere de un sistema de expulsión. Cuando el molde se abre, normalmente la pieza plástica se queda en el lado del corazón del molde, por lo que la mayoría de los diseñadores de moldes colocan el corazón del lado móvil del molde.

Figura 23. Sistema de expulsión.



6.13.5. Unidad de control. Es donde se establecen, monitorean y controlan todos los parámetros del proceso: tiempos, temperaturas, presiones y velocidades. En algunas máquinas se pueden obtener estadísticas de los parámetros de moldeo si así se desea.

Figura 24. Control de máquina.



6.14. RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Con el fin de elaborar una estrategia de mantenimiento para la Inyectora de tacones “1” se realizó el levantamiento de la información manera manual, tomando como base el listado general de equipos suministrado por SUELAS Y TACONES “RALLY” y realizando un recorrido por todas las partes del equipo.

Tabla 10. Listado general de equipos Inyectora de tacones “1”

NO. COMPONENTE	NOMBRE DEL COMPONENTE
1	Unidad de plastificación
1.1	Tolva de alimentación
1.2	Husillos
1.3	Válvulas anti retorno o puntas de husillo (válvula check)
1.4	Válvula de cuatro vías del tornillo
1.5	Barril de inyección
1.6	Boquilla y punta de inyección
1.7	Calentadores
1.8	Motor y engranes del husillo
2	Unidad de cierre
2.1	Platina fija
2.2	Molde
2.3	Válvula de cuatro vías del molde
2.4	Platina móvil
2.5	Barras guía
2.6	Cilindro de cierre
2.7	Cilindro hidráulico de inyección
2.8	Cilindro de expulsión
2.9	Placa de expulsión

Tabla 10. Continuación

2.10	Varillas de expulsión
2.11	Depósito de aceite
2.12	Bomba
2.13	Cilindro de sujeción del molde
3	Unidad de control
3.1	Cuadro electrónico a norma en60204-1
3.2	Micro de interbloqueo
3.3	Micro de detección de accionamiento
3.4	Transductor de posición
3.5	Presostato
3.6	Manómetro
3.7	Flusostato

Las fallas del turno se obtuvieron gracias a los diferentes reportes que el operador del equipo consigna diariamente a los directivos de la planta junto con la falla presentada así como la hora del evento, los participantes y el tiempo perdido.

Con la información en la base de datos se realiza un filtro para determinar cuáles eventos son efectivamente fallas y cuáles no, y asignar correctamente la falla al equipo que corresponde para poder realizar los análisis respectivos.

Con todo lo anterior, se calculan los tiempos perdidos por equipo, número de fallas con sus respectivos indicadores de gestión (MTBF, MTTR y Disponibilidad) y el Pareto de fallas para la Inyectora de tacones “1”.

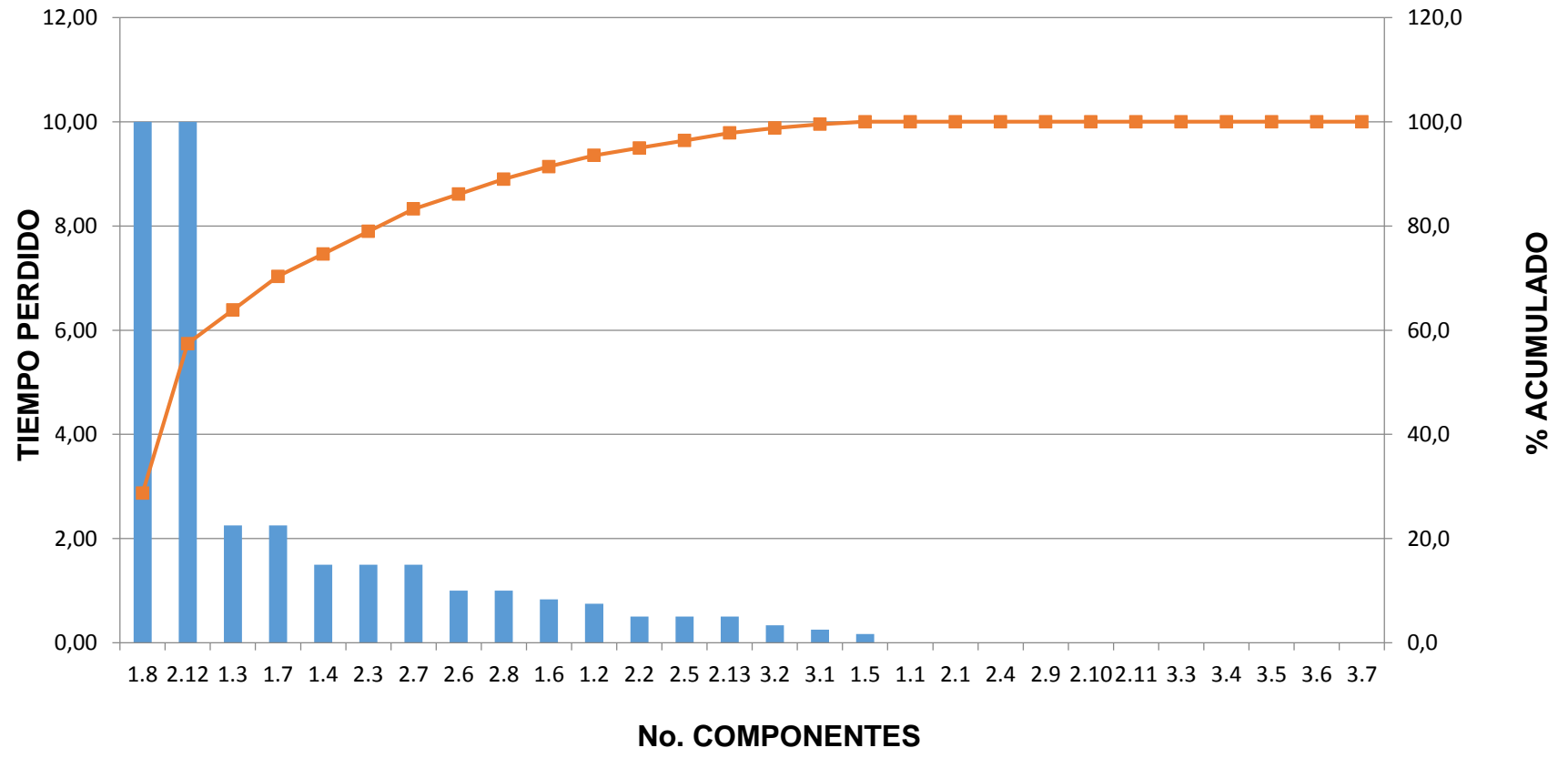
Tabla 11. Cálculos de Indicadores Inyectora de tacones “1” 2012-2013

NO. COMPONENTE	DESCRIPCION DEL EQUIPO	T. PERD (HRS)			NO. FALLAS		INDICADORES DE GESTION		
		TOTAL	%	% ACUM	TOTAL	%	MTBF	MTTR	MTBF/(MTBF+MTTR)
1.8	Motor y engranes del husillo	10,00	28,71	28,7	1	2,56	3200,00	10,00	0,9969
2.12	Bomba	10,00	28,71	57,4	1	2,56	3200,00	10,00	0,9969
1.3	Válvulas anti retorno o puntas de husillo (válvula check)	2,25	6,46	63,9	3	7,69	1066,67	0,75	0,9993
1.7	Calentadores	2,25	6,46	70,3	3	7,69	1066,67	0,75	0,9993
1.4	Válvula de cuatro vías del tornillo	1,50	4,31	74,6	2	5,13	1600,00	0,75	0,9995
2.3	Válvula de cuatro vías del molde	1,50	4,31	79,0	2	5,13	1600,00	0,75	0,9995
2.7	Cilindro hidráulico de inyección	1,50	4,31	83,3	3	7,69	1066,67	0,50	0,9995
2.6	Cilindro de cierre	1,00	2,87	86,1	2	5,13	1600,00	0,50	0,9997
2.8	Cilindro de expulsión	1,00	2,87	89,0	2	5,13	1600,00	0,50	0,9997
1.6	Boquilla y punta de inyección	0,83	2,39	91,4	10	25,64	320,00	0,08	0,9997
1.2	Husillos	0,75	2,15	93,5	3	7,69	1066,67	0,25	0,9998
2.2	Molde	0,50	1,44	95,0	2	5,13	1600,00	0,25	0,9998
2.5	Barras guía	0,50	1,44	96,4	1	2,56	3200,00	0,50	0,9998
2.13	Cilindro de sujeción del molde	0,50	1,44	97,9	1	2,56	3200,00	0,50	0,9998
3.2	Micro de interbloqueo	0,33	0,96	98,8	1	2,56	3200,00	0,33	0,9999
3.1	Cuadro electrónico a norma en60204-1	0,25	0,72	99,5	1	2,56	3200,00	0,25	0,9999
1.5	Barril de inyección	0,17	0,48	100,0	1	2,56	3200,00	0,17	0,9999

Tabla 11. Continuación

1.1	Tolva de alimentación	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
2.1	Platina fija	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
2.4	Platina móvil	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
2.9	Placa de expulsión	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
2.10	Varillas de expulsión	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
2.11	Depósito de aceite	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
3.3	Micro de detección de accionamiento	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
3.4	Transductor de posición	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
3.5	Presostato	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
3.6	Manómetro	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
3.7	Flusostatos	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,0000
	TOTALES		34,83		39	82,05	0,89		0,9892

Figura 25. Pareto de Fallas Inyectora de tacones "1" 2012-2013



6.15. INYECTORA DE TAPAS

La inyectora de tapas de 2 partes (bicomponente), al igual que la inyectora de tacones "1", es la encargada de suministrar un polímero fundido (o ahulado) en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semicristalinos. La pieza final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la parte moldeada.

Tabla 12. Datos técnicos de la maquina Inyectora de tapas

Modelo		T 98	
Matricula n°			
Número de inyectores	(No)	1	2
Diámetro de los tornillos	(mm)	36	36
Relación L/D del tornillo		22	22
Volumen inyectable para 1 inyector	(cm3)	220	220
Presión específica sobre el material	(kg/cm2)	1500	1500
Rpm tornillo	(Rpm/1')	50-300	
Zonas de calentamiento	(No.)	4 + 4	
Calentamiento boquillas	(No)	1 + 1	

Alimentación eléctrica		
Fuerza de cierra prensa	(ton)	98
Carrea apertura prensa min-máx.	(mm)	165-565
Distancia entre columnas	(mm)	330x330
Carrera plano móvil	(mm)	400
Fuerza extractor hidráulico	(ton)	1,8
Carrera extractor hidráulico	(mm)	100
Dimensiones maquina	(mm)	900x4200x2200h
Peso total	(kg)	4000

Potencia motor bomba central aceite	(kW)	7,5
Potencia calentamiento inyector	(kW)	6 + 6
Potencia instalada	(kW)	20
Potencia media de absorción	(kW)	5-10

Cantidad aceite necesario	(L)	75
---------------------------	-----	----

Tabla 12. Continuación

Presión máx. central oleod. En cierre prensa	(Bar)	270
Presión máx. central oleodinámica	(Bar)	150
Presión alimentación neumática	(Bar)	7-10
Refrigeración necesaria	(kcal/h)	4000
Presión min-máx. central refrigeración	(Bar)	2-3

La inyectora de tapas también se encuentra compuesta por los 3 módulos: unidad de inyección, unidad de cierre, unidad de control. Esta máquina está compuesta por un doble sistema de funcionamiento, es decir, tiene la capacidad de inyectar el polímero fundido a dos moldes diferentes ampliando la capacidad de desempeño.

6.16. RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Para la elaboración del plan de mantenimiento RCM de la inyectora de tapas se elabora una base de datos sobre los equipos que la componen de la misma manera que se realizó para la inyectora de tacones “1”.

Tabla 13. Listado general de equipos Inyectora de tapas

NO. COMPONENTE	NOMBRE DEL COMPONENTE
1	Unidad de plastificación
1.1	Tolva de alimentación 1 y 2
1.2	Husillos 1 y 2
1.3	Válvulas anti retorno o puntas de husillo (válvula check)
1.4	Válvula de cuatro vías del tornillo
1.5	Barril de inyección 1 y 2
1.6	Boquilla y punta de inyección 1 y 2
1.7	Calentadores 1 y 2
1.8	Motor y engranes del husillo 1 y 2
2	Unidad de cierre

Tabla 13. Continuación

2.1	Platina fija
2.2	Molde
2.3	Válvula de cuatro vías del molde
2.4	Platina móvil
2.5	Barras guía
2.6	Cilindro de cierre
2.7	Cilindro hidráulico de inyección
2.8	Cilindro de expulsión
2.9	Placa de expulsión
2.10	Varillas de expulsión
2.11	Depósito de aceite
2.12	Bomba
2.13	Cilindro de sujeción del molde
2.14	Servo motor de rotación del molde
3	Unidad de control
3.1	Cuadro electrónico a norma en60204-1
3.2	Micro de interbloqueo
3.3	Micro de detección de accionamiento
3.4	Transductor de posición
3.5	Presostato
3.6	Manómetro
3.7	Flusostatos

De la misma manera que en la inyectora de tacones “1”, se determinaron las fallas gracias a los diferentes reportes que los distintos operarios consignaron, para luego hacer el filtro de los eventos que efectivamente son fallas.

Gracias a los reportes se logra obtener los indicadores de gestión (MTBF, MTTR y Disponibilidad) y el Pareto de fallas para la Inyectora de tapas.

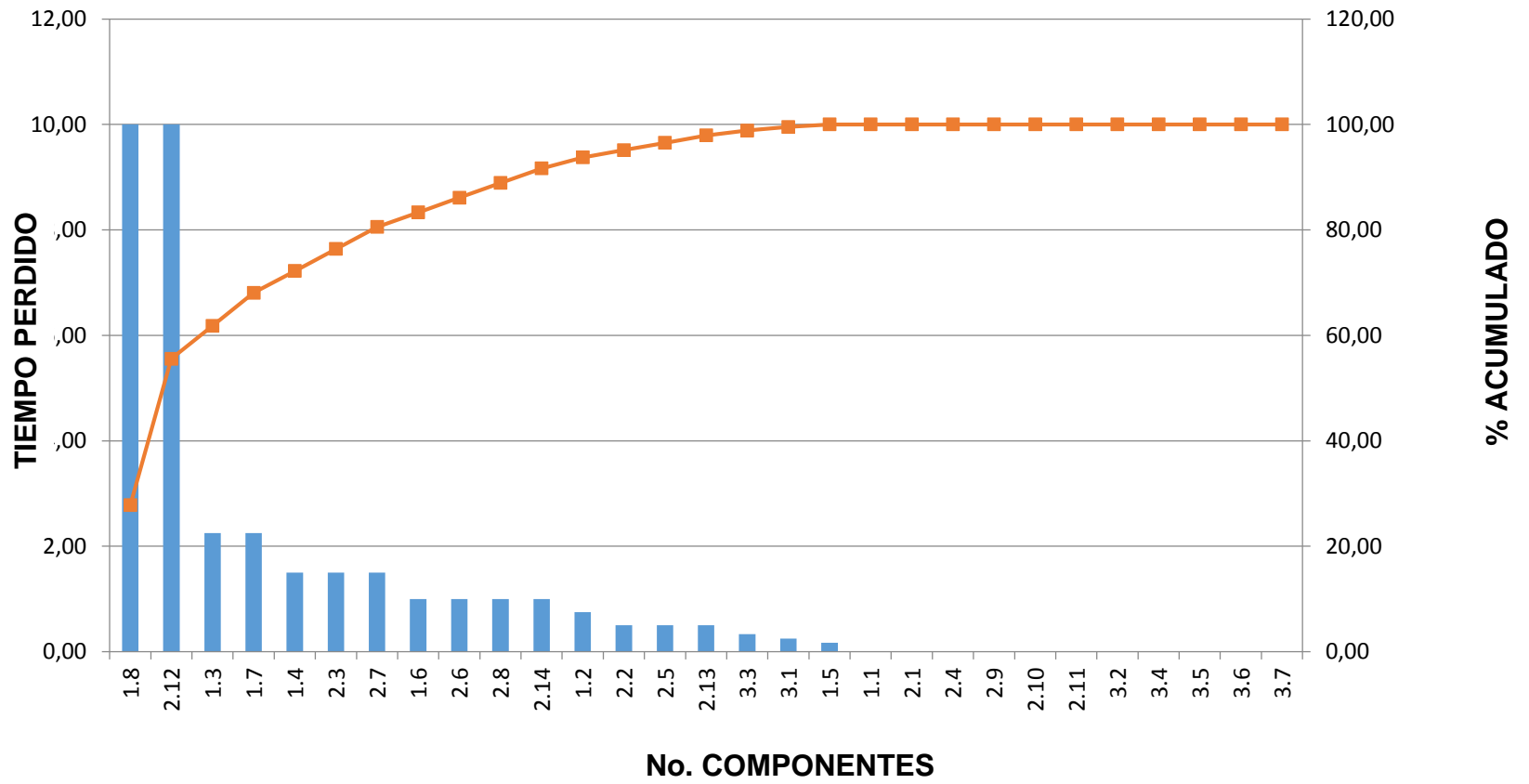
Tabla 14. Cálculos de Indicadores Inyectora de tapas 2012-2013

NO. COMPONENTE	DESCRIPCION DEL EQUIPO	T. PERD (HRS)			NO. FALLAS		INDICADORES DE GESTION		
		TOTAL	%	% ACUM	TOTAL	%	MTBF	MTTR	MTBF/(MTBF+MTTR)
1.8	Motor y engranes del husillo 1 y 2	10,00	27,78	27,78	1	2,38	3200,00	10,00	0,99688
2.12	Bomba 1 y 2	10,00	27,78	55,6	1	2,38	3200,00	10,00	0,99688
1.3	Válvulas anti retorno o puntas de husillo (válvula check)	2,25	6,25	61,8	3	7,14	1066,67	0,75	0,99930
1.7	Calentadores 1 y 2	2,25	6,25	68,1	3	7,14	1066,67	0,75	0,99930
1.4	Válvula de cuatro vías del tornillo	1,50	4,17	72,2	2	4,76	1600,00	0,75	0,99953
2.3	Válvula de cuatro vías del molde	1,50	4,17	76,4	2	4,76	1600,00	0,75	0,99953
2.7	Cilindro hidráulico de inyección	1,50	4,17	80,6	3	7,14	1066,67	0,50	0,99953
1.6	Boquilla y punta de inyección 1 y 2	1,00	2,78	83,3	12	28,57	266,67	0,08	0,99969
2.6	Cilindro de cierre	1,00	2,78	86,1	2	4,76	1600,00	0,50	0,99969
2.8	Cilindro de expulsión	1,00	2,78	88,9	2	4,76	1600,00	0,50	0,99969
2.14	Servo motor de rotación del molde	1,00	2,78	91,7	2	4,76	1600,00	0,50	0,99969
1.2	Husillos 1 y 2	0,75	2,08	93,8	2	4,76	1600,00	0,38	0,99977
2.2	Molde	0,50	1,39	95,1	2	4,76	1600,00	0,25	0,99984
2.5	Barras guía	0,50	1,39	96,5	1	2,38	3200,00	0,50	0,99984
2.13	Cilindro de sujeción del molde	0,50	1,39	97,9	1	2,38	3200,00	0,50	0,99984
3.3	Micro de detección de accionamiento	0,33	0,93	98,8	1	2,38	3200,00	0,33	0,99990

Tabla 14. Continuación

3.1	Cuadro electrónico a norma en60204-1	0,25	0,69	99,5	1	2,38	3200,00	0,25	0,99992
1.5	Barril de inyección 1 y 2	0,17	0,46	100,0	1	2,38	3200,00	0,17	0,99995
1.1	Tolva de alimentación 1 y 2	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1	Platina fija	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2.4	Platina móvil	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2.9	Placa de expulsión	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2.10	Varillas de expulsión	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2.11	Depósito de aceite	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3.2	Micro de interbloqueo	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3.4	Transductor de posición	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3.5	Presostato	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3.6	Manómetro	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3.7	Flusostatos	0,00	0,00	100,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	TOTALES		36,00		42		76,19	0,86	0,98888

Figura 26. Pareto de Fallas Inyectora de tapas 2012-2013



7. APLICACIÓN DE LOS RCM POR EQUIPO DE LA INYECTORA DE TACONES “1” E INYECTADORA DE TAPAS

7.1. EQUIPOS ANALIZADOS

De acuerdo al análisis de criticidad de los componentes de las maquinas Inyectoras y durante la revisión, análisis y estudio de los eventos reportados en la bitácora de los operadores se decide realizar los RCM en los equipos que los estructuran.

- **Maquina a inyección horizontal para tacones**

Mod. T98 monocolor

Matricula T98.0178 – Made in Italy

Año de construcción: 2005

Completa de cinta de transporte con tanque

Construido en acero inoxidable y de cargador de varillas con sus respectivos accesorios

- **Maquina a inyección horizontal para componentes en material plástico bicomponente, bicolor o bidensidad**

Mod. Base T98

Matricula T98.0210 – Made in Italy

Año de construcción: 2005

Completa de cargador de clavos con sus respectivos accesorios

Tabla 15. Unidad Inyectora (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
INYECCION	PRENSA A INYECCION	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

FRONTERAS		DIAGRAMA JERARQUICO DE EQUIPOS
Máquina de extrusión con un solo husillo, teniendo la cámara calentadores y sensores para mantener una temperatura programada constante		
ENTRADAS		
Materia prima, energía eléctrica, aceite para los cilindros hidráulicos		
CARACTERISTICAS TECNICAS		
Diámetro del tornillo: 42 mm		
Relación L/D del tornillo: 18		
Volumen inyectable inyector: 304 cm ³		
Rpm tornillo: 50-300 Rpm/1'		
Presión específica sobre el material: 1130 Kg/cm ²		
CONDICIONES OPERACIONALES		
calentamiento de boquillas 1 Nr, refrigeración necesario 4000 kcal/h, fuerza extractor hidráulico 1.8 ton, presión max central oleodinámica 150 bar		
CONDICIONES AMBIENTALES		
El equipo se encuentra en una planta techada con ventilación natural, hay presencia de polvo y la temperatura ambiente es en promedio 30°C		
FUNCION PRINCIPAL		
F01	Inyectar el polímero fundido al molde de la unidad de cierre	
FUNCIONES SECUNDARIAS		
F02	Girar el tornillo para que actúe como transporte del polímero durante el proceso de inyección	
F03	Mantener bajo presión el polímero fundido hasta que sea expulsado	
F04	Calentar y ayudar a fundir el polímero mientras avanza por el tornillo	
F05	Transmitir el movimiento lineal al husillo en el proceso de inyección	

Tabla 16. Funciones y Falla Funcional de la Unidad Inyectora (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
INYECCION	PRENSA A INYECCION	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL
F01	Inyectar el polímero fundido al molde de la unidad de cierre	A	Incapaz de inyectar el polimero fundido al molde
		B	La fundicion del polimero no es suficiente para poder inyectar
		C	El polimero esta muy fundido para inyectar
F02	Girar el tornillo para que actue como transporte del polimero durante el proceso de inyección	A	Incapaz de girar el tornillo como un sistema de transporte
		B	El tornillo se pandea por el peso del polimero
F03	Mantener bajo presión el polimero fundido hasta que sea expulsado	A	El sistema de control de presion no responde a los comandos dados
F04	Calentar y ayudar a fundir el polimero mientras avanza por el tornillo	A	El calentador no funde el polimero totalmente
		B	El calentador deja enfriar el polimero fundido
F05	Transmitir el movimiento lineal al husillo en el proceso de inyección	A	El tornillo se mueve muy rapido axialmente
		B	No responde el tornillo axialmente

Tabla 17. Modo de Falla Unidad Inyectora (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
INYECCION	PRENSA A INYECCION	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FF	MF	MODO DE FALLA
F01	A	1	La nariz de la inyectora tapada
		2	El tornillo no transporta el polímero fundido
	B	1	El calentador no llega a la temperatura de fundición del polímero
		2	El calentador no mantienen una temperatura constante en todo el cilindro inyector
	C	1	El calentador excedió el punto de fundición del polímero
	F02	A	1
2			Guardamotor disparado por cortocircuito en acometida
3			Motor quemado por bajo aislamiento
4			Botonera de accionamiento sin señal por falla en los contactos de pulsadores
B		1	falla en el acoplamiento motor-reductor-tornillo
F03	A	1	Falla en reguladora de control de presión
F04	A	1	Los contactores del calentador tiene fallas
	B	1	Las resistencias del calentador no funcionan
F05	A	1	Falla en la velocidad del motor eléctrico
	B	1	El sistema de transmisión motor-tornillo no engranan

Tabla 18. Análisis Modos de Fallas y Efectos de la Unidad Inyectora (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
INYECCION	PRENSA A INYECCION	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FF	MF	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DETECTABILIDAD	NPR	TAREA	TAREA PROPUESTA
F01	A	1	3	3	1	9	M001	Inspeccion general de la nariz de la inyectora
		2	5	6	1	30	M002	Inspeccion general del motor electrico sobre giro del tornillo
	B	1	7	7	3	147	E001	Verificar buen estado de los contactores del calentador
		2	8	7	4	224	-	Idem E001
	C	1	8	8	5	320	M003	Inspeccionar correcto funcionamiento de los sensores de temperatura que tiene el calentador
	F02	A	1	7	8	5	280	E002
2			7	6	5	210	-	Idem E002
3			8	7	5	280	E003	Medir aislamiento electrico en el bobinado de los motores, con respecto a tierra y a fases
4			6	7	4	168	E004	Limpieza y retorqueo de contactos internos de botonera
B		1	5	5	4	100	M004	Verificar el buen ajuste de los acoples motor-reductor-tornillo
F03	A	1	5	4	4	80	M005	Mantenimiento general a unidad reguladora de control de presion
F04	A	1	4	4	4	64	-	Idem E001
	B	1	6	6	3	108	E005	Verificar el buen funcionamiento de las resistencias del calentador
F05	A	1	5	6	3	90	M006	Verificar el buen funcionamiento del control de velocidad del motor electrico
	B	1	7	7	4	196	M007	Lubricacion general del sistema de transmision motor-tornillo

Tabla 19. Tarea Propuesta Unidad Inyectora (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
INYECCION	PRENSA A INYECCION	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FF	MF	TAREA	TAREA PROPUESTA	FRECUENCIA	EJECUTOR
F01	A	1	M001	Inspección general de la nariz de la inyectora	Semanal	Mecánico
		2	M002	Inspección general del motor eléctrico sobre giro del tornillo	Trimestral	Mecánico
	B	1	E001	Verificar buen estado de los contactores del calentador	Mensual	Electricista
		2	-	Idem E001		
	C	1	M003	Inspeccionar correcto funcionamiento de los sensores de temperatura que tiene el calentador	Mensual	Mecánico
F02	A	1	E002	Medir corriente en los motores y verificar que estén dentro de los rangos normales de operación	Mensual	Electricista
		2	-	Idem E002		
		3	E003	Medir aislamiento eléctrico en el bobinado de los motores, con respecto a tierra y a fases	Semestral	Electricista
		4	E004	Limpieza y retorqueo de contactos internos de botonera	Semestral	Electricista
	B	1	M004	Verificar el buen ajuste de los acoples motor-reductor-tornillo	Semestral	Mecánico
F03	A	1	M005	Mantenimiento general a unidad reguladora de control de presión	Semanal	Mecánico
F04	A	1	-	Idem E001		
	B	1	E005	Verificar el buen funcionamiento de las resistencias del calentador	Mensual	Electricista
F05	A	1	M006	Verificar el buen funcionamiento del control de velocidad del motor eléctrico	Trimestral	Mecánico
	B	1	M007	Lubricación general del sistema de transmisión motor-tornillo	Trimestral	Mecánico

Tabla 20. Unidad de Cierre (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MOLDEO	PRENSA DE MOLDEO	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04
FRONTERAS			DIAGRAMA JERARQUICO DE EQUIPOS	
Prensa conformada por dos placas portamoldes, una móvil y otra fija				
ENTRADAS				
Material fundido, energía eléctrica, aceite para los cilindros hidráulicos				
CARACTERISTICAS TECNICAS				
Fuerza de cierre prensa 98 ton				
Distancia entre columnas 330 x 330 mm				
Carrera plano móvil 400 mm				
Carrera apertura prensa min-max 165-565 mm				
CONDICIONES OPERACIONALES				
Presión de cierre del molde puede exceder de 140 Mpa y solo pueden ser necesarios 100 MPa para evitar fugas en las superficies de acoplamiento del molde				
CONDICIONES AMBIENTALES				
El equipo se encuentra en una planta techada con ventilación natural, hay presencia de polvo y la temperatura ambiente es en promedio 30°C				
FUNCION PRINCIPAL				
F01	Mantener cerrado el molde con la fuerza suficiente para resistir la presión de inyección			
FUNCIONES SECUNDARIAS				
F02	Evitar fugas de polímero fundido en las superficies de acoplamiento del molde			
F03	Deslizar por las guías la placa de sujeción móvil del molde			
F04	Dejar caer las piezas, abriendo las placas de sujeción del molde			

Tabla 21. Funciones y Falla Funcional de la Unidad de Cierre (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MOLDEO	PRENSA DE MOLDEO	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL
F01	Mantener cerrado el molde con la fuerza suficiente para resistir la presión de inyección	A	Incapaz de mantener el molde cerrado
		B	Presión de cierre inferior a la presión de inyección
F02	Evitar fugas de polímero fundido en las superficies de acoplamiento del molde	A	Desajuste en las placas de sujeción del molde
		B	Baja presión en el cierre del molde
F03	Deslizar por las guías la placa de sujeción móvil del molde	A	Desalineación de las barras guías de la placa de sujeción
F04	Dejar caer las piezas, abriendo las placas de sujeción del molde	A	La presión de apertura del molde no es suficiente
		B	Dispositivos electrónicos no funcionan correctamente

Tabla 22. Modo de Falla Unidad de Cierre (Inyectora de Tacónes "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MOLDEO	PRENSA DE MOLDEO	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FF	MF	MODO DE FALLA
F01	A	1	La bomba de presión no funciona correctamente
		2	Fugas de presión en el sistema hidráulico cierre del molde
	B	1	Mal funcionamiento de las válvulas antirretorno
F02	A	1	Mal acoplamiento de las barras guías del molde
		2	Restos de polímero endurecido en el molde
		3	Botonera de accionamiento sin señal por falla en los contactos de pulsadores
	B	1	Mal funcionamiento del cilindro hidráulico de cierre del molde
F03	A	1	Mal ajuste de las placas de sujeción del molde
F04	A	1	Fugas de presión en el sistema hidráulico apertura del molde
	B	1	Los contactores del sistema eléctrico están fallando

Tabla 23. Análisis Modos de Fallas y Efectos de la Unidad de Cierre (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MOLDEO	PRENSA DE MOLDEO	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FF	MF	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DETECTABILIDAD	NPR	TAREA	TAREA PROPUESTA
F01	A	1	6	6	5	180	M008	Inspeccion general de salidas y entradas de la bomba
		2	5	7	3	105	M009	Detectar y corregir fugas en las mangueras y racores del equipo
	B	1	7	6	6	252	M010	Realizar limpieza, inspeccion y mantenimiento general a las valvulas antirretorno
F02	A	1	4	5	4	80	M011	Inspeccion general de las barras guias. Detectar torceduras en las bases
		2	3	4	2	24	M012	Limpiar molde colmatados con restos de polimero endurecido
		3	5	4	4	80	-	Idem E004
	B	1	6	4	3	72	M013	Lubricación general del cilindro hidraulico de cierre del molde
F03	A	1	6	5	5	150	M014	Lubricar acoples de sujecion del molde
F04	A	1	4	6	2	48	M015	Detectar fugas por tuberías, mangueras, valvulas, etc.
	B	1	6	5	4	120	E006	Limpieza y retorqueo de contactos internos del sistema electrico de la unidad de cierre

Tabla 24. Tarea Propuesta Unidad de Cierre (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MOLDEO	PRENSA DE MOLDEO	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FF	MF	TAREA	TAREA PROPUESTA	FRECUENCIA	EJECUTOR
F01	A	1	M008	Inspección general de salidas y entradas de la bomba	Trimestral	Mecánico
		2	M009	Detectar y corregir fugas en las mangueras y racores del equipo	Trimestral	Mecánico
	B	1	M010	Realizar limpieza, inspección y mantenimiento general a las válvulas anti retorno	Mensual	Mecánico
F02	A	1	M011	Inspección general de las barras guías. Detectar torceduras en las bases	Mensual	Mecánico
		2	M012	Limpiar molde colmatados con restos de polímero endurecido	Semestral	Mecánico
		3	-	Idem E004		
	B	1	M013	Lubricación general del cilindro hidráulico de cierre del molde	Mensual	Mecánico
F03	A	1	M014	Lubricar acoples de sujeción del molde	Mensual	Mecánico
F04	A	1	M015	Detectar fugas por tuberías, mangueras, válvulas, etc.	Mensual	Mecánico
	B	1	E006	Limpieza y retorqueo de contactos internos del sistema eléctrico de la unidad de cierre	Mensual	Electricista

Tabla 25. Unidad de Control (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MONITOREO	CONTROL	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04
FRONTERAS			DIAGRAMA JERARQUICO DE EQUIPOS	
Sistema de control conformada por sensores y un cuadro electronico a norma EN60204-1				
ENTRADAS				
Energia electrica, señales de los sensores				
CARACTERISTICAS TECNICAS				
Las señales digitales que funcionen mediante trenes de pulsos de frecuencia superior a 1 KHz				
Las tensiones de mando de circuitos sin transformador no podrán superar los 500V c.a.				
Se recomienda para los circuitos de mando el uso de 220V c.a.				
CONDICIONES OPERACIONALES				
Circuitos electrónicos de bajo consumo como es el caso de autómatas programables, etc. en los cuales se a estandarizado una tensión de 24V en corriente continua				
CONDICIONES AMBIENTALES				
El equipo se encuentra en una planta techada con ventilacion natural, hay presencia de polvo y la temperatura ambiente es en promedio 30°C				
FUNCION PRINCIPAL				
F01	Monitoreo y control de todos los parámetros del proceso: tiempos, temperaturas, presiones y velocidades.			
FUNCIONES SECUNDARIAS				
F02	Obtener estadísticas de los parámetros de moldeo			
F03	Mostrarle al operario en que etapa del proceso esta operando la maquina			

Tabla 26. Funciones y Falla Funcional de la Unidad de Control (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MONITOREO	CONTROL	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL
F01	Monitoreo y control de todos los parámetros del proceso: tiempos, temperaturas, presiones y velocidades.	A	Incapaz de identificar la temperatura del polímero en fundición
		B	Malos tiempos calculados del proceso en las distintas etapas
		C	No monitorea las presiones necesarias en las unidades del proceso
F02	Obtener estadísticas de los parámetros de moldeo	A	Desviaciones muy amplias en los valores de los parámetros obtenidos
		B	Mal funcionamiento de los sensores en los parámetros de moldeo
F03	Mostrarle al operario en qué etapa del proceso está operando la maquina	A	Los dispositivos de visualización de la etapa del proceso no responden

Tabla 27. Modo de Falla Unidad de Control (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MONITOREO	CONTROL	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FF	MF	MODO DE FALLA
F01	A	1	Los sensores de temperatura no están leyendo temperaturas reales
		2	Interferencia en las señales de entrada al cuadro electrónico
	B	1	Las señales recopiladas no son las correctas
	C	1	Los manómetros están descalibrados
F02	A	1	Los contactores de los sensores de moldeo no están funcionando
	B	1	Alguno de los cables del sensor produce un corto circuito
F03	A	1	Fallas en el montaje obteniendo una imagen distorsionada
		2	Programación inadecuada del software
		3	Algunos diodos ya no funcionan o su chip está dañado
		4	Los LEDs de visualización no reaccionan a las señales de entrada

Tabla 28. Análisis Modos de Fallas y Efectos de la Unidad de Control (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MONITOREO	CONTROL	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FF	MF	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DETECTABILIDAD	NPR	TAREA	TAREA PROPUESTA
F01	A	1	7	6	4	168	M016	Inspeccion general de los sensores de temperatura
		2	6	6	4	144	E007	Inspeccion y correccion al cableado del montaje en los sensores
	B	1	5	7	5	175	-	Idem E007
	C	1	5	6	3	90	M017	Inspeccion y calibracion de los distintos manometros
F02	A	1	6	5	3	90	E008	Limpieza y retorqueo de los contactores para los sensores de moldeo
	B	1	5	7	4	140	-	Idem E007
F03	A	1	5	3	6	90	E009	Inspeccion general de los montajes en el cuadro electronico
		2	6	3	7	126	M018	Identificar y corregir errores en la programacion del software para el cuadro electronico
		3	5	6	6	180	E010	Inspeccion general sobre funcionamiento de los diodos y hacer correcciones pertinentes
		4	5	5	5	125	E011	Inspeccion y correccion sobre el funcionamiento de los LEDs de visualizacion

Tabla 29. Tarea Propuesta Unidad de Control (Inyectora de Tacones "1")

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MONITOREO	CONTROL	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FF	MF	TAREA	TAREA PROPUESTA	FRECUENCIA	EJECUTOR
F01	A	1	M016	Inspección general de los sensores de temperatura	Semanal	Mecánico
		2	E007	Inspección y corrección al cableado del montaje en los sensores	Mensual	Electricista
	B	1	-	Idem E007		
	C	1	M017	Inspección y calibración de los distintos manómetros	Mensual	Mecánico
F02	A	1	E008	Limpieza y retorqueo de los contactores para los sensores de moldeo	Mensual	Electricista
	B	1	-	Idem E007		
F03	A	1	E009	Inspección general de los montajes en el cuadro electrónico	Mensual	Electricista
		2	M018	Identificar y corregir errores en la programación del software para el cuadro electrónico	Trimestral	Mecánico
		3	E010	Inspección general sobre funcionamiento de los diodos y hacer correcciones pertinentes	Mensual	Electricista
		4	E011	Inspección y corrección sobre el funcionamiento de los LEDs de visualización	Mensual	Electricista

Tabla 30. Unidad Inyectora (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
INYECCION	PRENSA A INYECCION	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06
FRONTERAS			DIAGRAMA JERARQUICO DE EQUIPOS	
Máquina de extrusión con doble husillo, teniendo las cámaras calentadores y sensores para mantener una temperatura programada constante				
ENTRADAS				
Materia prima, energía eléctrica, aceite para los cilindros hidráulicos				
CARACTERISTICAS TECNICAS				
Diámetro de los tornillos: 36 mm - 36 mm				
Relacion L/D del tornillo: 22 - 22				
Volumen inyectable para 1 inyector: 220 cm ³ - 220 cm ³				
Rpm tornillo: 50-300 Rpm/1'				
Presión específica sobre el material: 1500 Kg/cm ² - 1500 Kg/cm ²				
CONDICIONES OPERACIONALES				
calentamiento de boquillas 1 + 1 Nr, refrigeración necesario 4000 kcal/h, fuerza extractor hidráulico 1.8 ton, presión max central oleodinámica 150 bar				
CONDICIONES AMBIENTALES				
El equipo se encuentra en una planta techada con ventilación natural, hay presencia de polvo y la temperatura ambiente es en promedio 30°C				
FUNCION PRINCIPAL				
F01	Inyectar el polímero fundido a los moldes de la unidad de cierre			
FUNCIONES SECUNDARIAS				
F02	Girar los tornillos para que actúen como transporte del polímero durante el proceso de inyección			
F03	Mantener bajo presión el polímero fundido hasta que sea expulsado			
F04	Calentar y ayudar a fundir el polímero mientras avanza por los tornillos			
F05	Transmitir el movimiento lineal a los husillos en el proceso de inyección			

Tabla 31. Funciones y Falla Funcional de la Unidad Inyectora (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
INYECCION	PRENSA A INYECCION	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL
F01	Inyectar el polímero fundido a los moldes de la unidad de cierre	A	Incapaz de inyectar el polímero fundido al molde
		B	La fundición del polímero no es suficiente para poder inyectar
		C	El polímero está muy fundido para inyectar
F02	Girar los tornillos para que actúen como transporte del polímero durante el proceso de inyección	A	Incapaz de girar los tornillos como un sistema de transporte
		B	Los tornillos se pandea por el peso del polímero
F03	Mantener bajo presión el polímero fundido hasta que sea expulsado	A	Los sistemas de control de presión no responde a los comandos dados
F04	Calentar y ayudar a fundir el polímero mientras avanza por los tornillos	A	Los calentadores no funden el polímero totalmente
		B	Los calentadores dejan enfriar el polímero fundido
F05	Transmitir el movimiento lineal a los husillos en el proceso de inyección	A	Los tornillos se mueven muy rápido axialmente
		B	No responden los tornillos axialmente

Tabla 32. Modo de Falla Unidad Inyectora (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
INYECCION	PRENSA A INYECCION	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	MO6

F	FF	MF	MODO DE FALLA
F01	A	1	Las narices de la inyectora tapadas
		2	Los tornillos no transportan el polímero fundido
	B	1	Los calentadores no llegan a la temperatura de fundición del polímero
		2	Los calentadores no mantienen una temperatura constante en todo el cilindro inyector
	C	1	Los calentadores excedieron el punto de fundición del polímero
F02	A	1	Guardamotores disparados por sobrecarga
		2	Guardamotores disparados por cortocircuito en acometida
		3	Motores quemados por bajo aislamiento
		4	Botonera de accionamiento sin señal por falla en los contactos de pulsadores
	B	1	fallas en los acoplamientos motor-reductor-tornillo
F03	A	1	Fallas en las reguladoras de control de presión
F04	A	1	Los contactores de los calentador tiene fallas
	B	1	Las resistencias de los calentadores no funcionan
F05	A	1	Fallas en las velocidades de los motores eléctricos
	B	1	Los sistemas de transmisión motor-tornillo no engranan

Tabla 33. Análisis Modos de Fallas y Efectos de la Unidad Inyectora (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
INYECCION	PRENSA A INYECCION	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

F	FF	MF	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DETECTABILIDAD	NPR	TAREA	TAREA PROPUESTA
F01	A	1	3	3	1	9	M001	Inspeccion general de las narices de las inyectoras
		2	5	5	1	25	M002	Inspeccion general de los motores electricos sobre giro de los tornillo
	B	1	7	6	3	126	E001	Verificar buen estado de contactores de los calentadores
		2	8	8	4	256	-	Idem E001
	C	1	8	7	5	280	M003	Inspeccionar correcto funcionamiento de los sensores de temperatura que tiene los calentadores
F02	A	1	7	7	5	245	E002	Medir corriente en los motores y verificar que esten dentro de los rangos normales de operación
		2	7	6	5	210	-	Idem E002
		3	8	7	5	280	E003	Medir aislamiento electrico en el bobinado de los motores, con respecto a tierra y a fases
		4	6	8	4	192	E004	Limpieza y retorqueo de contactos internos de botonera
	B	1	5	5	4	100	M004	Verificar el buen ajuste de los acoples motor-reductor-tornillo
F03	A	1	5	4	4	80	M005	Mantenimiento general a unidades reguladoras de control de presion
F04	A	1	4	4	4	64	-	Idem E001
	B	1	6	5	3	90	E005	Verificar el buen funcionamiento de las resistencias de los calentadores
F05	A	1	5	6	3	90	M006	Verificar el buen funcionamiento de los controles de velocidad de motores electricos
	B	1	7	6	4	168	M007	Lubricacion general de los sistemas de transmision motor-tornillo

Tabla 34. Tarea Propuesta Unidad Inyectora (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
INYECCION	PRENSA A INYECCION	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

F	FF	MF	TAREA	TAREA PROPUESTA	FRECUENCIA	EJECUTOR
F01	A	1	M001	Inspección general de las narices de las inyectoras	Semanal	Mecánico
		2	M002	Inspección general de los motores eléctricos sobre giro de los tornillo	Trimestral	Mecánico
	B	1	E001	Verificar buen estado de contactores de los calentadores	Mensual	Electricista
		2	-	Idem E001		
	C	1	M003	Inspeccionar correcto funcionamiento de los sensores de temperatura que tiene los calentadores	Mensual	Mecánico
F02	A	1	E002	Medir corriente en los motores y verificar que estén dentro de los rangos normales de operación	Mensual	Electricista
		2	-	Idem E002		
		3	E003	Medir aislamiento eléctrico en el bobinado de los motores, con respecto a tierra y a fases	Semestral	Electricista
		4	E004	Limpieza y retorqueo de contactos internos de botonera	Semestral	Electricista
	B	1	M004	Verificar el buen ajuste de los acoples motor-reductor-tornillo	Semestral	Mecánico
F03	A	1	M005	Mantenimiento general a unidades reguladoras de control de presión	Semanal	Mecánico
F04	A	1	-	Idem E001		
	B	1	E005	Verificar el buen funcionamiento de las resistencias de los calentadores	Mensual	Electricista
F05	A	1	M006	Verificar el buen funcionamiento de los controles de velocidad de motores eléctricos	Trimestral	Mecánico
	B	1	M007	Lubricación general de los sistemas de transmisión motor-tornillo	Trimestral	Mecánico

Tabla 35. Unidad de Cierre (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MOLDEO	PRENSA DE MOLDEO	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06
FRONTERAS			DIAGRAMA JERARQUICO DE EQUIPOS	
Prensa conformada por dos placas portamoldes, una móvil y otra fija				
ENTRADAS				
Material fundido, energía eléctrica, aceite para los cilindros hidráulicos				
CARACTERISTICAS TECNICAS				
Fuerza de cierre prensa 98 ton				
Distancia entre columnas 330 x 330 mm				
Carrera plano móvil 400 mm				
Carrera apertura prensa min-max 165-565 mm				
CONDICIONES OPERACIONALES				
Presión de cierre del molde puede exceder de 140 Mpa y solo pueden ser necesarios 100 MPa para evitar fugas en las superficies de acoplamiento del molde				
CONDICIONES AMBIENTALES				
El equipo se encuentra en una planta techada con ventilación natural, hay presencia de polvo y la temperatura ambiente es en promedio 30°C				
FUNCION PRINCIPAL				
F01	Mantener cerrado el molde con la fuerza suficiente para resistir la presión de inyección			
FUNCIONES SECUNDARIAS				
F02	Evitar fugas de polímero fundido en las superficies de acoplamiento del molde			
F03	Deslizar por las guías la placa de sujeción móvil del molde			
F04	Dejar caer las piezas, abriendo las placas de sujeción del molde			

Tabla 36. Funciones y Falla Funcional de la Unidad de Cierre (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MOLDEO	PRENSA DE MOLDEO	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL
F01	Mantener cerrado el molde con la fuerza suficiente para resistir la presión de inyección	A	Incapaz de mantener el molde cerrado
		B	Presión de cierre inferior a la presión de inyección
F02	Evitar fugas de polímero fundido en las superficies de acoplamiento del molde	A	Desajuste en las placas de sujeción del molde
		B	Baja presión en el cierre del molde
F03	Deslizar por las guías la placa de sujeción móvil del molde	A	Desalineación de las barras guías de la placa de sujeción
F04	Dejar caer las piezas, abriendo las placas de sujeción del molde	A	La presión de apertura del molde no es suficiente
		B	Dispositivos electrónicos no funcionan correctamente

Tabla 37. Modo de Falla Unidad de Cierre (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MOLDEO	PRENSA DE MOLDEO	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

F	FF	MF	MODO DE FALLA
F01	A	1	La bomba de presión no funciona correctamente
		2	Fugas de presión en el sistema hidráulico cierre del molde
	B	1	Mal funcionamiento de las válvulas antirretorno
F02	A	1	Mal acoplamiento de las barras guías del molde
		2	Restos de polímero endurecido en el molde
		3	Botonera de accionamiento sin señal por falla en los contactos de pulsadores
	B	1	Mal funcionamiento del cilindro hidráulico de cierre del molde
F03	A	1	Mal ajuste de las placas de sujeción del molde
F04	A	1	Fugas de presión en el sistema hidráulico apertura del molde
	B	1	Los contactores del sistema eléctrico están fallando

Tabla 38. Análisis Modos de Fallas y Efectos de la Unidad de Cierre (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MOLDEO	PRENSA DE MOLDEO	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

F	FF	MF	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DETECTABILIDAD	NPR	TAREA	TAREA PROPUESTA
F01	A	1	6	5	5	150	M008	Inspeccion general de salidas y entradas de la bomba
		2	5	7	3	105	M009	Detectar y corregir fugas en las mangueras y racores del equipo
	B	1	7	7	6	294	M010	Realizar limpieza, inspeccion y mantenimiento general a las valvulas antirretorno
F02	A	1	4	6	4	96	M011	Inspeccion general de las barras guias. Detectar torceduras en las bases
		2	3	4	2	24	M012	Limpiar molde colmatados con restos de polimero endurecido
		3	5	5	4	100	-	Idem E004
	B	1	6	4	3	72	M013	Lubricación general del cilindro hidraulico de cierre del molde
F03	A	1	6	4	5	120	M014	Lubricar acoples de sujecion del molde
F04	A	1	4	6	2	48	M015	Detectar fugas por tuberías, mangueras, valvulas, etc.
	B	1	6	6	4	144	E006	Limpieza y retorqueo de contactos internos del sistema electrico de la unidad de cierre

Tabla 39. Tarea Propuesta Unidad de Cierre (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MOLDEO	PRENSA DE MOLDEO	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

F	FF	MF	TAREA	TAREA PROPUESTA	FRECUENCIA	EJECUTOR
F01	A	1	M008	Inspección general de salidas y entradas de la bomba	Trimestral	Mecánico
		2	M009	Detectar y corregir fugas en las mangueras y racores del equipo	Trimestral	Mecánico
	B	1	M010	Realizar limpieza, inspección y mantenimiento general a las válvulas antirretorno	Mensual	Mecánico
F02	A	1	M011	Inspección general de las barras guías. Detectar torceduras en las bases	Mensual	Mecánico
		2	M012	Limpiar molde colmatados con restos de polímero endurecido	Semestral	Mecánico
		3	-	Idem E004		
	B	1	M013	Lubricación general del cilindro hidráulico de cierre del molde	Mensual	Mecánico
F03	A	1	M014	Lubricar acoples de sujeción del molde	Mensual	Mecánico
F04	A	1	M015	Detectar fugas por tuberías, mangueras, válvulas, etc.	Mensual	Mecánico
	B	1	E006	Limpieza y retorqueo de contactos internos del sistema eléctrico de la unidad de cierre	Mensual	Electricista

Tabla 40. Unidad de Control (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MONITOREO	CONTROL	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

FRONTERAS	DIAGRAMA JERARQUICO DE EQUIPOS
Sistema de control conformada por sensores y un cuadro electronico a	
ENTRADAS	
Energia electrica, señales de los sensores	
CARACTERISTICAS TECNICAS	
Las señales digitales que funcionen mediante trenes de pulsos de	
Las tensiones de mando de circuitos sin transformador no podrán	
Se recomienda para los circuitos de mando el uso de 220V c.a.	
CONDICIONES OPERACIONALES	
Circuitos electrónicos de bajo consumo como es el caso de autómatas	
CONDICIONES AMBIENTALES	
El equipo se encuentra en una planta techada con ventilacion natural, hay	
FUNCION PRINCIPAL	
F01 Monitoreo y control de todos los parámetros del proceso:	

FUNCIONES SECUNDARIAS	
F02	Obtener estadísticas de los parámetros de moldeo
F03	Mostrarle al operario en que etapa del proceso esta operando la maquina

Tabla 41. Funciones y Falla Funcional de la Unidad de Control (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MONITOREO	CONTROL	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL
F01	Monitoreo y control de todos los parámetros del proceso: tiempos, temperaturas, presiones y velocidades.	A	Incapaz de identificar la temperatura del polímero en fundición
		B	Malos tiempos calculados del proceso en las distintas etapas
		C	No monitorea las presiones necesarias en las unidades del proceso
F02	Obtener estadísticas de los parámetros de moldeo	A	Desviaciones muy amplias en los valores de los parámetros obtenidos
		B	Mal funcionamiento de los sensores en los parámetros de moldeo
F03	Mostrarle al operario en qué etapa del proceso está operando la maquina	A	Los dispositivos de visualización de la etapa del proceso no responden

Tabla 42. Modo de Falla Unidad de Control (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MONITOREO	CONTROL	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

F	FF	MF	MODO DE FALLA
F01	A	1	Los sensores de temperatura no están leyendo temperaturas reales
		2	Interferencia en las señales de entrada al cuadro electrónico
	B	1	Las señales recopiladas no son las correctas
	C	1	Los manómetros están descalibrados
F02	A	1	Los contactores de los sensores de moldeo no están funcionando
	B	1	Alguno de los cables del sensor produce un corto circuito
F03	A	1	Fallas en el montaje obteniendo una imagen distorsionada
		2	Programación inadecuada del software
		3	Algunos diodos ya no funcionan o su chip está dañado
		4	Los LEDs de visualización no reaccionan a las señales de entrada

Tabla 43. Análisis Modos de Fallas y Efectos de la Unidad de Control (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MONITOREO	CONTROL	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

F	FF	MF	GRAVEDAD	FRECUENCIA	DETECTABILIDAD	NPR	TAREA	TAREA PROPUESTA
F01	A	1	7	5	4	140	M016	Inspeccion general de los sensores de temperatura
		2	6	5	4	120	E007	Inspeccion y correccion al cableado del montaje en los sensores
	B	1	5	6	5	150	-	Idem E007
	C	1	5	7	3	105	M017	Inspeccion y calibracion de los distintos manometros
F02	A	1	6	5	3	90	E008	Limpieza y retorqueo de los contactores para los sensores de moldeo
	B	1	5	6	4	120	-	Idem E007
F03	A	1	5	3	6	90	E009	Inspeccion general de los montajes en el cuadro electronico
		2	6	4	7	168	M018	Identificar y corregir errores en la programacion del software para el cuadro electronico
		3	5	6	6	180	E010	Inspeccion general sobre funcionamiento de los diodos y hacer correcciones pertinentes
		4	5	5	5	125	E011	Inspeccion y correccion sobre el funcionamiento de los LEDs de visualizacion

Tabla 44. Tarea Propuesta Unidad de Control (Inyectora de Tapas)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MONITOREO	CONTROL	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

F	FF	MF	TAREA	TAREA PROPUESTA	FRECUENCIA	EJECUTOR
F01	A	1	M016	Inspección general de los sensores de temperatura	Semanal	Mecánico
		2	E007	Inspección y corrección al cableado del montaje en los sensores	Mensual	Electricista
	B	1	-	Idem E007		
	C	1	M017	Inspección y calibración de los distintos manómetros	Mensual	Mecánico
F02	A	1	E008	Limpieza y retorqueo de los contactores para los sensores de moldeo	Mensual	Electricista
	B	1	-	Idem E007		
F03	A	1	E009	Inspección general de los montajes en el cuadro electrónico	Mensual	Electricista
		2	M018	Identificar y corregir errores en la programación del software para el cuadro electrónico	Trimestral	Mecánico
		3	E010	Inspección general sobre funcionamiento de los diodos y hacer correcciones pertinentes	Mensual	Electricista
		4	E011	Inspección y corrección sobre el funcionamiento de los LEDs de visualización	Mensual	Electricista

Tabla 45. Tareas de Mantenimiento para la Inyectoras de tacones "1"

ITEM	FRECUENCIA	EQUIPO	COD. TAREA	TAREA PROPUESTA	EJECUTOR
1	Semanal	UNIDAD INYECTORA	M001	Inspección general de la nariz de la inyectora	Mecánico
2	Semanal	UNIDAD INYECTORA	M005	Mantenimiento general a unidad reguladora de control de presión	Mecánico
3	Semanal	UNIDAD DE CONTROL	M016	Inspección general de los sensores de temperatura	Mecánico
4	Mensual	UNIDAD INYECTORA	E001	Verificar buen estado de los contactores del calentador	Electricista
5	Mensual	UNIDAD INYECTORA	M003	Inspeccionar correcto funcionamiento de los sensores de temperatura que tiene el calentador	Mecánico
6	Mensual	UNIDAD INYECTORA	E002	Medir corriente en los motores y verificar que estén dentro de los rangos normales de operación	Electricista
7	Mensual	UNIDAD INYECTORA	E005	Verificar el buen funcionamiento de las resistencias del calentador	Electricista
8	Mensual	UNIDAD DE CIERRE	M010	Realizar limpieza, inspección y mantenimiento general a las válvulas antirretorno	Mecánico
9	Mensual	UNIDAD DE CIERRE	M011	Inspección general de las barras guías. Detectar torceduras en las bases	Mecánico
10	Mensual	UNIDAD DE CIERRE	M013	Lubricación general del cilindro hidráulico de cierre del molde	Mecánico
11	Mensual	UNIDAD DE CIERRE	M014	Lubricar acoples de sujeción del molde	Mecánico
12	Mensual	UNIDAD DE CIERRE	M015	Detectar fugas por tuberías, mangueras, válvulas, etc.	Mecánico
13	Mensual	UNIDAD DE CIERRE	E006	Limpieza y retorqueo de contactos internos del sistema eléctrico de la unidad de cierre	Electricista
14	Mensual	UNIDAD DE CONTROL	E007	Inspección y corrección al cableado del montaje en los sensores	Electricista
15	Mensual	UNIDAD DE CONTROL	M017	Inspección y calibración de los distintos manómetros	Mecánico
16	Mensual	UNIDAD DE CONTROL	E008	Limpieza y retorqueo de los contactores para los sensores de moldeo	Electricista
17	Mensual	UNIDAD DE CONTROL	E009	Inspección general de los montajes en el cuadro electrónico	Electricista
18	Mensual	UNIDAD DE CONTROL	E010	Inspección general sobre funcionamiento de los diodos y hacer correcciones pertinentes	Electricista
19	Mensual	UNIDAD DE CONTROL	E011	Inspección y corrección sobre el funcionamiento de los LEDs de visualización	Electricista

20	Trimestral	UNIDAD INYECTORA	M002	Inspección general del motor eléctrico sobre giro del tornillo	Mecánico
21	Trimestral	UNIDAD INYECTORA	M006	Verificar el buen funcionamiento del control de velocidad del motor eléctrico	Mecánico
22	Trimestral	UNIDAD INYECTORA	M007	Lubricación general del sistema de transmisión motor-tornillo	Mecánico
23	Trimestral	UNIDAD DE CIERRE	M008	Inspección general de salidas y entradas de la bomba	Mecánico
24	Trimestral	UNIDAD DE CIERRE	M009	Detectar y corregir fugas en las mangueras y racores del equipo	Mecánico
25	Trimestral	UNIDAD DE CONTROL	M018	Identificar y corregir errores en la programación del software para el cuadro electrónico	Mecánico
26	Semestral	UNIDAD INYECTORA	E003	Medir aislamiento eléctrico en el bobinado de los motores, con respecto a tierra y a fases	Electricista
27	Semestral	UNIDAD INYECTORA	E004	Limpieza y retorqueo de contactos internos de botonera	Electricista
28	Semestral	UNIDAD INYECTORA	M004	Verificar el buen ajuste de los acoples motor-reductor-tornillo	Mecánico
29	Semestral	UNIDAD DE CIERRE	M012	Limpiar molde colmatados con restos de polímero endurecido	Mecánico
30	Semestral	UNIDAD DE CIERRE	E004	Limpieza y retorqueo de contactos internos de botonera	Electricista

Tabla 46. Tareas de Mantenimiento para la Inyectoras de tapas

ITEM	FRECUENCIA	EQUIPO	COD. TAREA	TAREA PROPUESTA	EJECUTOR
1	Semanal	UNIDAD INYECTORA	M001	Inspección general de las narices de las inyectoras	Mecánico
2	Semanal	UNIDAD INYECTORA	M005	Mantenimiento general a unidades reguladoras de control de presión	Mecánico
3	Semanal	UNIDAD DE CONTROL	M016	Inspección general de los sensores de temperatura	Mecánico
4	Mensual	UNIDAD INYECTORA	E001	Verificar buen estado de contactores de los calentadores	Electricista
5	Mensual	UNIDAD INYECTORA	M003	Inspeccionar correcto funcionamiento de los sensores de temperatura que tiene los calentadores	Mecánico
6	Mensual	UNIDAD INYECTORA	E002	Medir corriente en los motores y verificar que estén dentro de los rangos normales de operación	Electricista
7	Mensual	UNIDAD INYECTORA	E005	Verificar el buen funcionamiento de las resistencias de los calentadores	Electricista
8	Mensual	UNIDAD DE CIERRE	M010	Realizar limpieza, inspección y mantenimiento general a las válvulas antirretorno	Mecánico
9	Mensual	UNIDAD DE CIERRE	M011	Inspección general de las barras guías. Detectar torceduras en las bases	Mecánico
10	Mensual	UNIDAD DE CIERRE	M013	Lubricación general del cilindro hidráulico de cierre del molde	Mecánico
11	Mensual	UNIDAD DE CIERRE	M014	Lubricar acoples de sujeción del molde	Mecánico
12	Mensual	UNIDAD DE CIERRE	M015	Detectar fugas por tuberías, mangueras, válvulas, etc.	Mecánico
13	Mensual	UNIDAD DE CIERRE	E006	Limpieza y retorqueo de contactos internos del sistema eléctrico de la unidad de cierre	Electricista
14	Mensual	UNIDAD DE CONTROL	E007	Inspección y corrección al cableado del montaje en los sensores	Electricista
15	Mensual	UNIDAD DE CONTROL	M017	Inspección y calibración de los distintos manómetros	Mecánico
16	Mensual	UNIDAD DE CONTROL	E008	Limpieza y retorqueo de los contactores para los sensores de moldeo	Electricista
17	Mensual	UNIDAD DE CONTROL	E009	Inspección general de los montajes en el cuadro electrónico	Electricista
18	Mensual	UNIDAD DE CONTROL	E010	Inspección general sobre funcionamiento de los diodos y hacer correcciones pertinentes	Electricista
19	Mensual	UNIDAD DE CONTROL	E011	Inspección y corrección sobre el funcionamiento de los LEDs de visualización	Electricista


20	Trimestral	UNIDAD INYECTORA	M002	Inspección general de los motores eléctricos sobre giro de los tornillo	Mecánico
21	Trimestral	UNIDAD INYECTORA	M006	Verificar el buen funcionamiento de los controles de velocidad de motores eléctricos	Mecánico
22	Trimestral	UNIDAD INYECTORA	M007	Lubricación general de los sistemas de transmisión motor-tornillo	Mecánico
23	Trimestral	UNIDAD DE CIERRE	M008	Inspección general de salidas y entradas de la bomba	Mecánico
24	Trimestral	UNIDAD DE CIERRE	M009	Detectar y corregir fugas en las mangueras y racores del equipo	Mecánico
25	Trimestral	UNIDAD DE CONTROL	M018	Identificar y corregir errores en la programación del software para el cuadro electrónico	Mecánico
26	Semestral	UNIDAD INYECTORA	E003	Medir aislamiento eléctrico en el bobinado de los motores, con respecto a tierra y a fases	Electricista
27	Semestral	UNIDAD INYECTORA	E004	Limpieza y retorqueo de contactos internos de botonera	Electricista
28	Semestral	UNIDAD INYECTORA	M004	Verificar el buen ajuste de los acoples motor-reductor-tornillo	Mecánico
29	Semestral	UNIDAD DE CIERRE	M012	Limpiar molde colmatados con restos de polímero endurecido	Mecánico
30	Semestral	UNIDAD DE CIERRE	E004	Limpieza y retorqueo de contactos internos de botonera	Electricista

8. STANDARD JOBS

El objetivo es realizar una serie de procedimientos estandarizados para la elaboración de las tareas en el área de mantenimiento, y así asegurar que los operarios, contratistas o personal calificado que efectúen una actividad de mantenimiento o reparación adecuadamente. Los siguientes Standard Jobs describen los procesos para la máquina crítica a inyección horizontal para tacones.

Estos procedimientos se realizaron bajo las directrices de control de documentos para la ISO 9001:2008, debido a que la empresa cuenta con la certificación del sistema de gestión de calidad y por todo esto los procedimientos que se realicen se deben hacer acordes al procedimiento de elaboración de documentos.

Cada uno de los procedimientos contiene: Objetivos, Alcance, Responsabilidad y Autoridad, Procedimiento, Herramientas e instrumentos a Utilizar, Identificación de Variables Fuera de Control, Documentos Relacionados y Documentación del Trabajo

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
	TITULO: PROCEDIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA INYECTORA DE TACONES 1			HOJA 1 DE 5
	FECHA EMISION	FECHA ULTIMA REVISION	REVISION	CODIGO

1.- OBJETIVO

Este procedimiento tiene como finalidad establecer las instrucciones generales para el desarrollo del programa de mantenimiento centrado en la eficiencia de las partes claves de la maquina a inyección horizontal para tacones.

2.- ALCANCE

El procedimiento tiene como alcance contemplar en términos generales el proceso de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM en las partes claves de la Maquina a inyección horizontal para tacones.

3.- RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

El presente manual debe ser leído atentamente antes de transportar, instalar, usar o ejecutar cualquier tipo de manutención sobre la máquina.

Debe ser conservado con cuidado en un lugar conocido por el usuario, por los responsables, a los encargados del transporte, instalación, uso, manutención, reparación, desmantelamiento final, etc.

Asegurarse que todos los usuarios hayan comprendido en profundidad las normas del uso y el significado de eventuales símbolos reportados sobre la máquina.

3.1 Trabajadores

- Cualquier operación de instalación, manutención ordinaria y manutención extraordinaria debe efectuarse con la maquina parada, privada de alimentación eléctrica.
- No operar ningún equipo que se encuentra bloqueado ni destruir los elementos de aseguramiento y avisos.
- No introducir las manos, destornilladores, llaves u otros utensilios dentro de las partes en movimiento.
- Utilizar un vestido adecuado a la máquina. No llevar vestidos amplios, corbatas, sortijas, pulseras y otras cosas que puedan envolverse en las partes móviles de la máquina. Los pelos largos deben ser recogidos en gorros.
- El operador tiene que utilizar las protecciones como los delantales, guantes, zapatos de prevención de accidentes y protección para el oído, proporcionados por el empleador.
- Tenga precaución por temperaturas elevadas, en el equipo a reparar y con equipos aledaños.
- El puesto de trabajo de los operadores debe mantenerse limpio, en orden, libre de estorbos que puedan limitar el libre movimiento.
- No levante piezas mayores a 25 kg. Si la pieza sobrepasa este peso se debe efectuar el movimiento en conjunto con dos o más personas, dependiendo de la necesidad.
- Si se presenta derrames de materiales generados por equipos cercanos informe al jefe inmediato.
- Recoger y limpiar el área de trabajo
- Los trabajadores están en la obligación de cumplir con lo contemplado en este procedimiento

3.1 Supervisores y/o Ingenieros

- Cada operador debe conocer los riesgos residuales presentes en esta máquina con el fin de prevenir eventuales accidentes.
- El personal supervisor será responsable de prestar particular atención a los peligros residuales presentes en la máquina.
- Realice reporte de seguridad de comportamientos y condiciones inseguras
- En caso de ser necesario, apóyese en los líderes de seguridad para ejecutar el trabajo de manera segura.

3.3 Representante de HSEQ

- El área de HSE será la responsable del cumplimiento del bloqueo de los quemadores de los hornos.
- Diligenciar el Formato: Autorización para trabajos especiales.
- Asegurar que el área quede limpia de residuos y ordenada después del mantenimiento.

4.- PROCEDIMIENTO

Como parte del Programa de mantenimiento de la empresa SUELAS Y TACONES “RALLY”, se presentan el proceso de desarrollo en el mantenimiento de cualquiera de las maquinas a inyección horizontal. Dividido de la siguiente forma:

Para cualquier maquina a inyección horizontal de la empresa SUELAS Y TACONES “RALLY”.

- **Transporte y puesta en tarjeta de expedición**
 - a. Para efectuar la carga y la descarga, es necesario poseer un medio con grúa y con capacidad muy superior al peso de la máquina.
 - b. Los puntos para su elevación están indicados en la Figura 27.
 - c. El peso esta reportado sobre la matrícula de la máquina.
 - d. Posicionar la máquina, asegurando un espacio libre para todos los lados de la misma, suficientes para la ejecución de las operaciones de manutención, al menos 100 cm. Asegúrese que hayan al menos 100 cm libres en la parte delantera de la máquina para el trabajo del operador.
 - e. Controlar que todos los puntos de apoyo de la prensa estén en contacto con el pavimento y cargados; eventualmente colocar soportes.
 - f. Es aconsejable interponer entre la máquina y los puntos de apoyo, pedazos de goma u otro material que absorba las vibraciones para amortiguar la transmisión de las mismas de la máquina de pavimento.

Figura 27. Elevación de la maquina



▪ **Conexión eléctrica**

- a. La conexión y el cable deben ser adecuadas respecto a la potencia instalada.
- b. Al montar la maquina deberá ser instalado, solo para el servicio de la misma, un interruptor magneto térmico o similar, adecuado para los valores de tensión y de máxima potencia de absorción.
- c. Conectar el cable de alimentación a las tomas de seguridad R S T del seccionador de ingreso con bloqueo puerta y el cable a tierra a la toma con contraseña PE. Ver Figura 28.
- d. La máquina deberá ser conectada a una planta de tierra adecuada con un cable de oportuna sección.
- e. La conexión con la planta a tierra corre a cargo del cliente.

- f. Cada derivación está protegida por fusibles de protección. Todos los elementos de potencia están dotados de fusibles o magnetos.
- g. Una vez ejecutada la conexión eléctrica, controlar el sentido de rotación de los motores.
- h. Eventualmente invertir dos de las tres fases en los seleccionados de ingreso, después de haber aislado eléctricamente la maquina llevando a la posición de OFF el interruptor magneto térmica colocada en la máquina.
- i. Para la abertura de la caja eléctrica, llevar a la posición O el interruptor general del cuadro y aislar la máquina de la conexión eléctrica llevando a la posición OFF el interruptor magneto térmica colocada en la máquina.
- j. Estas operaciones serán permitidas exclusivamente al operador para la manutención.

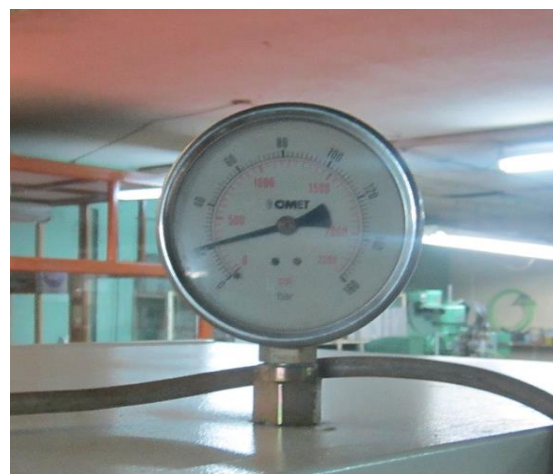
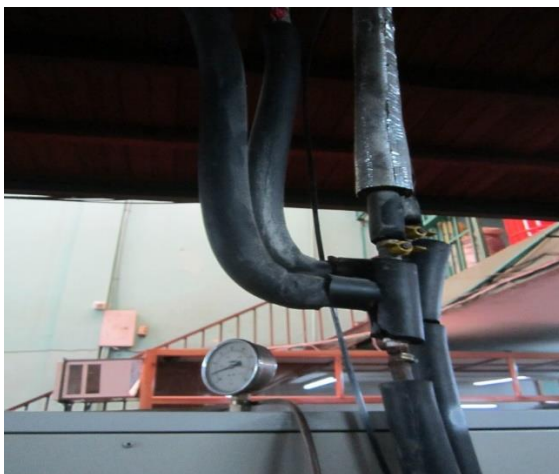
Figura 28. Conexión eléctrica



▪ **Conexión neumática**

- a. La prensa está equipada con dispositivos de accionamiento neumático.
- b. Para la conexión de la maquina a la planta de aire, está prevista una llave a descarga rápida (1) para desconectar o reconectar velozmente la alimentación neumática y una forma para la conexión de la planta, Ver Figura 29.
- c. Todo está colocado en la parte posterior de la máquina.
- d. Conectar el tubo de alimentación del aire proveniente del compresor o de la red neumática de distribución a la toma prevista.
- e. Llegados a este punto, abrir la llave de la planta montada en la máquina y sucesivamente la llave de descarga rápida (1).
- f. Montando en el regulador de presión está situado un filtro (2) para la purificación del aire.
- g. Para la alimentación de los accionadores neumáticos (electroválvula para los cilindros del molde) está previsto un regulador (3) para la presión del aire en alimentación.
- h. Accionar la leva del regulador de presión antes indicada.
- i. La presión señalada por el manómetro (4) siempre debe quedar dentro de los límites señalados.

Figura 29. Conexión neumática



▪ **Conexión planta de refrigeración**

- a. Efectuar la conexión de la maquina a la red del agua o a la planta de refrigeración.
- b. El tubo de carga No. 5 de ½ y de descarga No. 6 De 1 in, están colocados en la parte posterior de la máquina.
- c. La presión mínima en entrada debe ser de 1.5 Bar mientras que el valor máximo no deberá superar los 3 Bar.
- d. Asegurarse que el agua o el fluido refrigerante circulen siempre durante el funcionamiento de la máquina.
- e. En la parte derecha de la maquina están colocados los flusostatos, ver (1) de figura 30.
- f. Están presentes 4 reguladores para cada estación de trabajo, dedicados respectivamente a las funciones de:
 - Regulación del fluido refrigerante de regreso para el molde móvil (3).
 - Regulación del fluido refrigerante de regreso para molde fijo (4).
- g. Es posible así cerrar o abrir manualmente, según el proceso de moldeo, el fluido de refrigeración sobre cada una de las mitades de los moldes o en ambas mitades.
 - Regulación del fluido refrigerante de regreso para enfriamiento del aceite (5).
 - Regulación para enfriamiento de la parte final del inyector cercano al embudo (6).

Figura 30. Conexión planta de refrigeración



▪ **Carga y descarga de aceite**

- a. Para cargar el aceite, desenroscar la tapa (1) del tanque.
- b. Asegurarse que esté presente el filtro de entrada al tanque.
- c. El tipo de aceite a utilizar esta reportado en la chapa de la máquina.
- d. Verter el aceite en el tanque utilizando la bomba.
- e. Observar el indicador de nivel (2) y llenar hasta que el indicador se coloque en la marca de nivel mínimo. Solo después de haber abierto completamente la prensa, completar hasta el límite del nivel máximo.
- f. Colocar nuevamente la tapa (1) de cierre poniendo atención al cierre hermético de esta.
- g. El completamiento del aceite debe ser efectuado con la prensa completamente abierta hasta el nivel máximo del indicador (2).

- h. Para el cambio de aceite, cerrar la llave (3), retirar la tapa (4) y conectar un tubo a la toma de descarga.
- i. Descargar entonces completamente el tanque abriendo la llave (5) ver Figura 31.

Figura 31. Carga y descarga de aceite.



- **Carga y descarga de embudos**
 - a. Ejecutar siempre la carga y la descarga de los embudos con la maquina parada y sin alimentación eléctrica.
 - b. Cargar los embudos con el material a trabajar; utilizar aspiradores para la carga automática.

- c. Antes del encendido de la máquina, abrir la puerta de cierre 1, ver figura 32.
- d. Cada uno de los embudos, por la parte del molde, posee un indicador de nivel (3) así desde el puesto de trabajo, el operador puede controlar cuando el material está por terminarse.
- e. Si el cambio de material es necesario, vaciar el material residual contenido en el embudo.
- f. Proceder como sigue haciendo referencia a la Figura 32.
 - Cerrar la puerta (1).
 - Girar el embudo elevando la leva (2).
 - Abrir la puerta (1) y recuperar todo el material residual.
 - Antes del sucesivo llenado, reponer el embudo en la posición de trabajo.
- g. Cuando el embudo está girando, poner atención a no introducir los dedos u otros objetos en la abertura de alimentación del tornillo. Está terminantemente prohibido hacer girar los tornillos de carga.
- h. Durante las fases de carga y/o descarga de los embudos prestar atención a los peligros de quemaduras sobre los inyectores; no tocarlos. Para prevenir quemaduras utilizar eventualmente guantes.

Figura 32. Carga y descarga de embudos



▪ Encendido de la maquina

Después de haber dado tensión eléctrica a la máquina, llevando a la posición I el interruptor general con bloqueo de puerta, la alimentación neumática a la posición N, la llave de aire comprimido y el circuito del fluido refrigerante abiertos, procederé entonces como sigue a continuación:

- a. Encender la bomba, llevando a posición de START el selector luminoso (8), cerrar las protecciones móviles antes de iniciar cualquier otra operación.
- b. Los selectores y los botones para la gestión del ciclo maquina deben estar colocados como indicado en la Figura 33.
- c. Con el selector (1) es posible trabajar en:
 - Manual (selector a izquierda)
 - Semiautomático (selector al centro)
 - Automático (selector a derecha)
- d. Esta modalidad operativa debe ser utilizada para la preparación del ciclo productivo y para interrumpir la ejecución del ciclo automático y/o semiautomático y ejecutar eventuales operaciones de recuperación.
- e. Con el selector (1) en posición manual, se habilitan los selectores y botones colocados para el comando de cada singular paso del ciclo de la máquina.
- f. Selector (2) de comando cierre / apertura prensa.
- g. Este elector funciona a impulsos, es decir, posee un retorno automático al centro en posición de Stop si se deja libre.
- h. Rotando el selector a izquierda, se habilita la apertura de la prensa mientras que rotándolo a derecha se habilita el cierre.
- i. Selector (3) de comando marcha adelante/ atrás carro inyección
- j. Este selector funciona a impulsos, es decir, posee un regreso automático al centro en posiciones de Stop si se deja libre.

- k.** Rotando el selector a izquierda, se habilita la marcha hacia adelante del carro de inyección hacia el molde, mientras que rotando a derecha, se habilita la marcha atrás del mismo.
- l.** Selector (4) de comando inyección/carga inyector
- m.** Rotando el selector a izquierda, se habilita la inyección, mientras que rotándolo hacia la derecha, se habilita la carga de uno de los inyectores. Para saber cuál de los inyectores se refiere el comando, leer las instrucciones reportadas en el manual de uso del terminal de programación anexado.

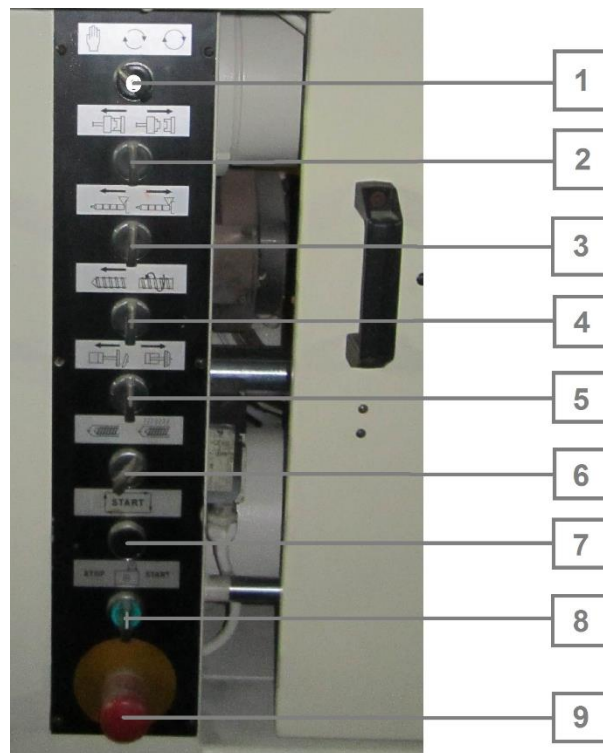
P.D: Ambos movimientos se efectúan solo si la temperatura del inyector ha sido alcanzada.

- n.** Selector (5) selector de comando salida y regreso extractor
- o.** Este selector funciona a impulsos, o bien tiene un regreso automático en el centro el posición de stop ha soltado. Rotando el selector a la izquierda se habilita el regreso del extractor, en cambio rotando el selector a la derecha se habilita la salida.
- p.** Selector (6) de calentamiento de inyectores
- q.** Este selector posee 2 posiciones de comando estables.
- r.** Rotando el selector a derecha, se habilita el calentamiento de ambos inyectores, mientras que rotando hacia la izquierda se detiene.
- s.** Botón (7) de comando extractor manual
- t.** Con el botón oprimido, se habilita la extracción de la pieza elaborada. Dejando libre el mismo el extractor regresa a la posición de reposo.
- u.** Selector luminoso (8) de comando start/stop bomba aceite.
- v.** Este selector funciona a impulsos, es decir, posee un regreso automático al centro en posición de Stop si se deja libre.
- w.** Rotando el selector a la derecha, se habilita el encendido de la bomba, mientras que rotando hacia la izquierda, e detiene.
- x.** Botón (9) de stop emergencia

- y. Oprimiendo este botón, se bloquean todos los movimientos de la máquina, se detienen todos los motores. Solamente las resistencias del inyector permanecen encendidas.

Durante las fases de limpieza de la boquilla, prestar atención a los peligros de quemaduras sobre el extrusor y sobre la boquilla, no tocarlos. Para prevenir quemaduras utilizar eventualmente guantes de protección.

Figura 33. Panel de comando de la maquina



- **Paro de la maquina**

- a. Con la maquina en posición de STOP (selector 1 en posición manual y/o botón de emergencia oprimido) detener la maquina siguiendo ordenadamente las siguientes operaciones.
 - Rotar el selector 8 hacia la izquierda para detener la bomba del circuito oleodinámico.
 - Llevar a la posición de OFF la llave del aire comprimido para cerrar la alimentación pneumática
 - Cerrar el circuito del fluido refrigerante
- b. No ejecutar las operaciones a continuación reportadas si se utiliza el encendido de las resistencias de calentamiento del inyector con reloj semanal inserido en el terminal video.
 - Rotar el selector 6 hacia la izquierda para detener el calentamiento del inyector
 - Detener la maquina llevando a posición O el interruptor general de bloqueo puerta para desconectar la corriente eléctrica

- **Manutención**

- a. Todas las operaciones de manutención ordinaria y/o extraordinaria serán efectuadas desconectando de la red la alimentación eléctrica
- b. No operar sobre circuitos oleodinámicos y del fluido refrigerante cuando tiene presión. El estado de presión se evidencia, refiriéndose al circuito oleodinámico, en el manómetro puesto sobre la bomba.
- c. Prestar atención a la manutención del cuadro eléctrico. El peligro se señala en una etiqueta de "Tensión peligrosa"
 - Oprimir el botón de emergencia: todos los movimientos y las funciones de la maquina se deben bloquear instantáneamente excluyendo el calentamiento de los extrusores.

- La máquina no debe realizar ningún movimiento con las puertas de protección abiertas
- Controlar que la presión del aire comprimido señalada en el manómetro, aquella del circuito oleodinámico y la del circuito refrigerante este dentro de los límites especificados. Controlar la funcionalidad de los manómetros.

5.- HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

- Juego de llaves mixtas de 1/4" a 1"
- Juego de dados de 1/4" a 1" y ratchet
- Juego de llaves Allen
- Tubo de carga No. 5 de 1/2"
- Tubo de descarga No. 6 De 1 in
- Calibrador de Galgas
- Calibrador Pie de Rey
- Juego de destornilladores
- Cepillo de cerdas de acero
- Pinzas o alicates
- Paños de limpieza
- Elementos para iluminación (Lámparas / Linternas)

6.- IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES FUERA DE CONTROL

Para identificar las variables de control que influyen en la calidad de inyección en las maquinas a inyección horizontal; es necesario verificar las variables de operación que al estar por fuera de lo permitido se debe identificar las posibles fallas que afecten las variables para realizar la respectiva intervención.


7.- DOCUMENTOS RELACIONADOS

- Realizar el permiso de trabajo
- Elaborar el Formato de Trabajo Seguro
- Seguir el Procedimiento de Trabajo

8.- DOCUMENTACIÓN DEL TRABAJO

Documente el trabajo realizado llenando la hoja de vida de cada equipo

ELABORO: GRUPO DE MANTENIMIENTO	REVISO: GERENTE DE MANTENIMIENTO	APROBO: DIRECTOR PRODUCCION Y TECNOLOGIA
--	---	--

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS			
	TITULO: PROCEDIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA INYECTORA DE TAPAS			HOJA 1 DE 5
	FECHA EMISION	FECHA ULTIMA REVISION	REVISION	CODIGO

1.- OBJETIVO

Este procedimiento tiene como finalidad establecer las instrucciones generales para el desarrollo del programa de mantenimiento centrado en la eficiencia de las partes claves de la maquina a inyección horizontal para tacones.

2.- ALCANCE

El procedimiento tiene como alcance contemplar en términos generales el proceso de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM en las partes claves de la Maquina a inyección horizontal para tacones.

3.- RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

El presente manual debe ser leído atentamente antes de transportar, instalar, usar o ejecutar cualquier tipo de manutención sobre la máquina.

Debe ser conservado con cuidado en un lugar conocido por el usuario, por los responsables, a los encargados del transporte, instalación, uso, manutención, reparación, desmantelamiento final, etc.

Asegurarse que todos los usuarios hayan comprendido en profundidad las normas del uso y el significado de eventuales símbolos reportados sobre la máquina.

3.1 Trabajadores

- Cualquier operación de instalación, manutención ordinaria y manutención extraordinaria debe efectuarse con la maquina parada, privada de alimentación eléctrica.
- No operar ningún equipo que se encuentra bloqueado ni destruir los elementos de aseguramiento y avisos.
- No introducir las manos, destornilladores, llaves u otros utensilios dentro de las partes en movimiento.
- Utilizar un vestido adecuado a la máquina. No llevar vestidos amplios, corbatas, sortijas, pulseras y otras cosas que puedan envolverse en las partes móviles de la máquina. Los pelos largos deben ser recogidos en gorros.
- El operador tiene que utilizar las protecciones como los delantales, guantes, zapatos de prevención de accidentes y protección para el oído, proporcionados por el empleador.
- Tenga precaución por temperaturas elevadas, en el equipo a reparar y con equipos aledaños.
- El puesto de trabajo de los operadores debe mantenerse limpio, en orden, libre de estorbos que puedan limitar el libre movimiento.
- No levante piezas mayores a 25 kg. Si la pieza sobrepasa este peso se debe efectuar el movimiento en conjunto con dos o más personas, dependiendo de la necesidad.
- Si se presenta derrames de materiales generados por equipos cercanos informe al jefe inmediato.
- Recoger y limpiar el área de trabajo
- Los trabajadores están en la obligación de cumplir con lo contemplado en este procedimiento

3.1 Supervisores y/o Ingenieros

- Cada operador debe conocer los riesgos residuales presentes en esta máquina con el fin de prevenir eventuales accidentes.
- El personal supervisor será responsable de prestar particular atención a los peligros residuales presentes en la máquina.
- Realice reporte de seguridad de comportamientos y condiciones inseguras
- En caso de ser necesario, apóyese en los líderes de seguridad para ejecutar el trabajo de manera segura.

3.3 Representante de HSEQ

- El área de HSE será la responsable del cumplimiento del bloqueo de los quemadores de los hornos.
- Diligenciar el Formato: Autorización para trabajos especiales.
- Asegurar que el área quede limpia de residuos y ordenada después del mantenimiento.

4.- PROCEDIMIENTO

Como parte del Programa de mantenimiento de la empresa SUELAS Y TACONES “RALLY”, se presentan el proceso de desarrollo en el mantenimiento de cualquiera de las maquinas a inyección horizontal. Dividido de la siguiente forma:

Para cualquier maquina a inyección horizontal de la empresa SUELAS Y TACONES “RALLY”.

- **Transporte y puesta en tarjeta de expedición**
 - a. Para efectuar la carga y la descarga, es necesario poseer un medio con grúa y con capacidad muy superior al peso de la máquina.
 - b. Los puntos para su elevación están indicados en la Figura 34.
 - c. El peso esta reportado sobre la matrícula de la máquina.
 - d. Posicionar la máquina, asegurando un espacio libre para todos los lados de la misma, suficientes para la ejecución de las operaciones de mantenimiento, al menos 100 cm. Asegúrese que hayan al menos 100 cm libres en la parte delantera de la máquina para el trabajo del operador.
 - e. Controlar que todos los puntos de apoyo de la prensa estén en contacto con el pavimento y cargados; eventualmente colocar soportes.
 - f. Es aconsejable interponer entre la máquina y los puntos de apoyo, pedazos de goma u otro material que absorba las vibraciones para amortiguar la transmisión de las mismas de la máquina de pavimento.

Figura 34. Elevación de la maquina



▪ **Conexión eléctrica**

- a. La conexión y el cable deben ser adecuadas respecto a la potencia instalada.
- b. Al montar la maquina deberá ser instalado, solo para el servicio de la misma, un interruptor magneto térmico o similar, adecuado para los valores de tensión y de máxima potencia de absorción.
- c. Conectar el cable de alimentación a las tomas de seguridad R S T del seccionador de ingreso con bloqueo puerta y el cable a tierra a la toma con contraseña PE. Ver Figura 35.
- d. La máquina deberá ser conectada a una planta de tierra adecuada con un cable de oportuna sección.
- e. La conexión con la planta a tierra corre a cargo del cliente.
- f. Cada derivación está protegida por fusibles de protección. Todos los elementos de potencia están dotados de fusibles o magnetos.
- g. Una vez ejecutada la conexión eléctrica, controlar el sentido de rotación de los motores.
- h. Eventualmente invertir dos de las tres fases en los seleccionados de ingreso, después de haber aislado eléctricamente la maquina llevando a la posición de OFF el interruptor magneto térmica colocada en la máquina.
- i. Para la abertura de la caja eléctrica, llevar a la posición O el interruptor general del cuadro y aislar la máquina de la conexión eléctrica llevando a la posición OFF el interruptor magneto térmica colocada en la máquina.
- j. Estas operaciones serán permitidas exclusivamente al operador para la manutención.

Figura 35. Conexión eléctrica



▪ **Conexión neumática**

- a. La prensa está equipada con dispositivos de accionamiento neumático.
- b. Para la conexión de la maquina a la planta de aire, está prevista una llave a descarga rápida (1) para desconectar o reconectar velozmente la alimentación neumática y una forma para la conexión de la planta, Ver Figura 36.
- c. Todo está colocado en la parte posterior de la máquina.
- d. Conectar el tubo de alimentación del aire proveniente del compresor o de la red neumática de distribución a la toma prevista.
- e. Llegados a este punto, abrir la llave de la planta montada en la máquina y sucesivamente la llave de descarga rápida (1).
- f. Montando en el regulador de presión está situado un filtro (2) para la purificación del aire.

- g.** Para la alimentación de los accionadores neumáticos (electroválvula para los cilindros del molde) está previsto un regulador (3) para la presión del aire en alimentación.
- h.** Accionar la leva del regulador de presión antes indicada.
- i.** La presión señalada por el manómetro (4) siempre debe quedar dentro de los límites señalados.

Figura 36. Conexión neumática



▪ **Conexión planta de refrigeración**

- a. Efectuar la conexión de la maquina a la red del agua o a la planta de refrigeración.
- b. El tubo de carga No. 5 de ½ y de descarga No. 6 De 1 in, están colocados en la parte posterior de la máquina.
- c. La presión mínima en entrada debe ser de 1.5 Bar mientras que el valor máximo no deberá superar los 3 Bar.
- d. Asegurarse que el agua o el fluido refrigerante circulen siempre durante el funcionamiento de la máquina.
- e. En la parte derecha de la maquina están colocados los flusostatos, ver (1) de figura 37.
- f. Están presentes 4 reguladores para cada estación de trabajo, dedicados respectivamente a las funciones de:
 - Regulación del fluido refrigerante de regreso para el molde móvil (3).
 - Regulación del fluido refrigerante de regreso para molde fijo (4).
- g. Es posible así cerrar o abrir manualmente, según el proceso de moldeo, el fluido de refrigeración sobre cada una de las mitades de los moldes o en ambas mitades.
 - Regulación del fluido refrigerante de regreso para enfriamiento del aceite (5).
 - Regulación para enfriamiento de la parte final del inyector cercano al embudo (6).

Figura 37. Conexión planta de refrigeración



▪ **Carga y descarga de aceite**

- a. Para cargar el aceite, desenroscar la tapa (1) del tanque, Ver figura 38.
- b. Asegurarse que esté presente el filtro de entrada al tanque.
- c. El tipo de aceite a utilizar esta reportado en la chapa de la máquina.
- d. Verter el aceite en el tanque utilizando la bomba.
- e. Observar el indicador de nivel (2) y llenar hasta que el indicador se coloque en la marca de nivel mínimo. Solo después de haber abierto completamente la prensa, completar hasta el límite del nivel máximo.
- f. Colocar nuevamente la tapa (1) de cierre poniendo atención al cierre hermético de esta.

- g. El completamiento del aceite debe ser efectuado con la prensa completamente abierta hasta el nivel máximo del indicador (2).
- h. Para el cambio de aceite, cerrar la llave (3), retirar la tapa (4) y conectar un tubo a la toma de descarga.
- i. Descargar entonces completamente el tanque abriendo la llave (5) ver Figura 38.

Figura 38. Carga y descarga de aceite.



▪ **Carga y descarga de embudos**

- a. Ejecutar siempre la carga y la descarga de los embudos con la maquina parada y sin alimentación eléctrica.

- b.** Cargar los embudos con el material a trabajar; utilizar aspiradores para la carga automática.
- c.** Antes del encendido de la máquina, abrir la puerta de cierre 1, ver figura 39.
- d.** Cada uno de los embudos, por la parte del molde, posee un indicador de nivel (3) así desde el puesto de trabajo, el operador puede controlar cuando el material está por terminarse.
- e.** Si el cambio de material es necesario, vaciar el material residual contenido en el embudo.
- f.** Proceder como sigue haciendo referencia a la Figura 39.
 - Cerrar la puerta (1).
 - Girar el embudo elevando la leva (2).
 - Abrir la puerta (1) y recuperar todo el material residual.
 - Antes del sucesivo llenado, reponer el embudo en la posición de trabajo.
- g.** Cuando el embudo está girando, poner atención a no introducir los dedos u otros objetos en la abertura de alimentación del tornillo. Está terminantemente prohibido hacer girar los tornillos de carga.
- h.** Durante las fases de carga y/o descarga de los embudos prestar atención a los peligros de quemaduras sobre los inyectores; no tocarlos. Para prevenir quemaduras utilizar eventualmente guantes.

Figura 39. Carga y descarga de embudos



▪ **Encendido de la maquina**

Después de haber dado tensión eléctrica a la máquina, llevando a la posición I el interruptor general con bloqueo de puerta, la alimentación pneumática a la posición N, la llave de aire comprimido y el circuito del fluido refrigerante abiertos, procederé entonces como sigue a continuación:

- a. Encender la bomba, llevando a posición de START el selector luminoso (8), cerrar las protecciones móviles antes de iniciar cualquier otra operación.
- b. Los selectores y los botones para la gestión del ciclo maquina deben estar colocados como indicado en la Figura 40.
- c. Con el selector (1) es posible trabajar en:
 - Manual (selector a izquierda)

- Semiautomático (selector al centro)
- Automático (selector a derecha)
- d.** Esta modalidad operativa debe ser utilizada para la preparación del ciclo productivo y para interrumpir la ejecución del ciclo automático y/o semiautomático y ejecutar eventuales operaciones de recuperación.
- e.** Con el selector (1) en posición manual, se habilitan los selectores y botones colocados para el comando de cada singular paso del ciclo de la máquina.
- f.** Selector (2) de comando cierre / apertura prensa.
- g.** Este selector funciona a impulsos, es decir, posee un retorno automático al centro en posición de Stop si se deja libre.
- h.** Rotando el selector a izquierda, se habilita la apertura de la prensa mientras que rotándolo a derecha se habilita el cierre.
- i.** Selector (3) de comando marcha adelante/ atrás carro inyección
- j.** Este selector funciona a impulsos, es decir, posee un regreso automático al centro en posiciones de Stop si se deja libre.
- k.** Rotando el selector a izquierda, se habilita la marcha hacia adelante del carro de inyección hacia el molde, mientras que rotando a derecha, se habilita la marcha atrás del mismo.
- l.** Selector (4) de comando inyección/carga inyector
- m.** Rotando el selector a izquierda, se habilita la inyección, mientras que rotándolo hacia la derecha, se habilita la carga de uno de los inyectores. Para saber cuál de los inyectores se refiere el comando, leer las instrucciones reportadas en el manual de uso del terminal de programación anexo.

P.D: Ambos movimientos se efectúan solo si la temperatura del inyector ha sido alcanzada.

- n.** Selector (5) selector de comando salida y regreso extractor
- o.** Este selector funciona a impulsos, o bien tiene un regreso automático en el centro el posición de stop ha soltado. Rotando el selector a la izquierda se habilita el

regreso del extractor, en cambio rotando el selector a la derecha se habilita la salida.

- p.** Selector (6) de calentamiento de inyectores
- q.** Este selector posee 2 posiciones de comando estables.
- r.** Rotando el selector a derecha, se habilita el calentamiento de ambos inyectores, mientras que rotando hacia la izquierda se detiene.
- s.** Botón (7) de comando extractor manual
- t.** Con el botón oprimido, se habilita la extracción de la pieza elaborada. Dejando libre el mismo el extractor regresa a la posición de reposo.
- u.** Selector luminoso (8) de comando start/stop bomba aceite.
- v.** Este selector funciona a impulsos, es decir, posee un regreso automático al centro en posición de Stop si se deja libre.
- w.** Rotando el selector a la derecha, se habilita el encendido de la bomba, mientras que rotando hacia la izquierda, e detiene.
- x.** Botón (9) de stop emergencia
- y.** Oprimiendo este botón, se bloquean todos los movimientos de la máquina, se detienen todos los motores. Solamente las resistencias del inyector permanecen encendidas.

Durante las fases de limpieza de la boquilla, prestar atención a los peligros de quemaduras sobre el extrusor y sobre la boquilla, no tocarlos. Para prevenir quemaduras utilizar eventualmente guantes de protección.

Figura 40. Panel de comando de la maquina



- **Paro de la maquina**

- a. Con la maquina en posición de STOP (selector 1 en posición manual y/o botón de emergencia oprimido) detener la maquina siguiendo ordenadamente las siguientes operaciones.
 - Rotar el selector 8 hacia la izquierda para detener la bomba del circuito oleodinámico.
 - Llevar a la posición de OFF la llave del aire comprimido para cerrar la alimentación pneumática
 - Cerrar el circuito del fluido refrigerante
- b. No ejecutar las operaciones a continuación reportadas si se utiliza el encendido de las resistencias de calentamiento del inyector con reloj semanal inserido en el terminal video.
 - Rotar el selector 6 hacia la izquierda para detener el calentamiento del inyector
 - Detener la maquina llevando a posición O el interruptor general de bloqueo puerta para desconectar la corriente eléctrica

- **Manutención**

- a. Todas las operaciones de manutención ordinaria y/o extraordinaria serán efectuadas desconectando de la red la alimentación eléctrica
- b. No operar sobre circuitos oleodinámicos y del fluido refrigerante cuando tiene presión. El estado de presión se evidencia, refiriéndose al circuito oleodinámico, en el manómetro puesto sobre la bomba.
- c. Prestar atención a la manutención del cuadro eléctrico. El peligro se señala en una etiqueta de "Tensión peligrosa"
 - Oprimir el botón de emergencia: todos los movimientos y las funciones de la maquina se deben bloquear instantáneamente excluyendo el calentamiento de los extrusores.

- La máquina no debe realizar ningún movimiento con las puertas de protección abiertas
- Controlar que la presión del aire comprimido señalada en el manómetro, aquella del circuito oleodinámico y la del circuito refrigerante este dentro de los límites especificados. Controlar la funcionalidad de los manómetros.

5.- HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

- Juego de llaves mixtas de 1/4" a 1"
- Juego de dados de 1/4" a 1" y ratchet
- Juego de llaves Allen
- Tubo de carga No. 5 de 1/2"
- Tubo de descarga No. 6 De 1 in
- Calibrador de Galgas
- Calibrador Pie de Rey
- Juego de destornilladores
- Cepillo de cerdas de acero
- Pinzas o alicates
- Paños de limpieza
- Elementos para iluminación (Lámparas / Linternas)

6.- IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES FUERA DE CONTROL

Para identificar las variables de control que influyen en la calidad de inyección en las maquinas a inyección horizontal; es necesario verificar las variables de operación que al estar por fuera de lo permitido se debe identificar las posibles fallas que afecten las variables para realizar la respectiva intervención.

7.- DOCUMENTOS RELACIONADOS

- Realizar el permiso de trabajo
- Elaborar el Formato de Trabajo Seguro
- Seguir el Procedimiento de Trabajo

8.- DOCUMENTACIÓN DEL TRABAJO

Documente el trabajo realizado llenando la hoja de vida de cada equipo

ELABORO: GRUPO DE MANTENIMIENTO	REVISO: GERENTE DE MANTENIMIENTO	APROBO: DIRECTOR PRODUCCION Y TECNOLOGIA
--	---	--

9. REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA SOPORTAR EL SOFTWARE SMPRALLY.

El equipo necesario para soportar el software para el Sistema de Información de Mantenimiento (SMPRALLY) debe tener como mínimo las siguientes características:

Requerimientos de Hardware:

Procesador: Recomendado Pentium IV de 2,4 GHz o superior.

Espacio en Disco Duro: 100 MB de espacio libre en la unidad donde reside el Sistema operativo, generalmente (Disco local C:). Mas el espacio ocupado por la información agregada a la base de datos. Recomendado 1 GB (Gigabyte) o superior.

Unidad de CD o DVD: Para realizar la instalación de la aplicación y los requisitos previos.

Impresora: preferiblemente a color.

Memoria RAM: Recomendada 1 GB (Gigabyte) o de mejor capacidad si está dentro de lo posible.

Requerimientos de Software:

Microsoft SQL 2008 Server Express Edition

Microsoft .NET Framework 3.5

Crystal Reports for .NET Framework 2.0 (x86)

Sistema Operativo: Windows Server 2003; Windows XP.

Windows Installer 3.5 o superior

9.1 SISTEMA DE INFORMACION PARA LA UTILIZACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RCM PARA LA EMPRESA SUELAS Y TACONES RALLY

Esta herramienta es de vital importancia en la implementación del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, debido a que con ella se tienen las guías necesarias para realizar cada labor pertinente a dicha metodología.

Se tuvo que integrar esta herramienta logrando una implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad haciéndolo mucho más fácil, además permitió llevar indicadores de dicha gestión, evidenciando la implementación.

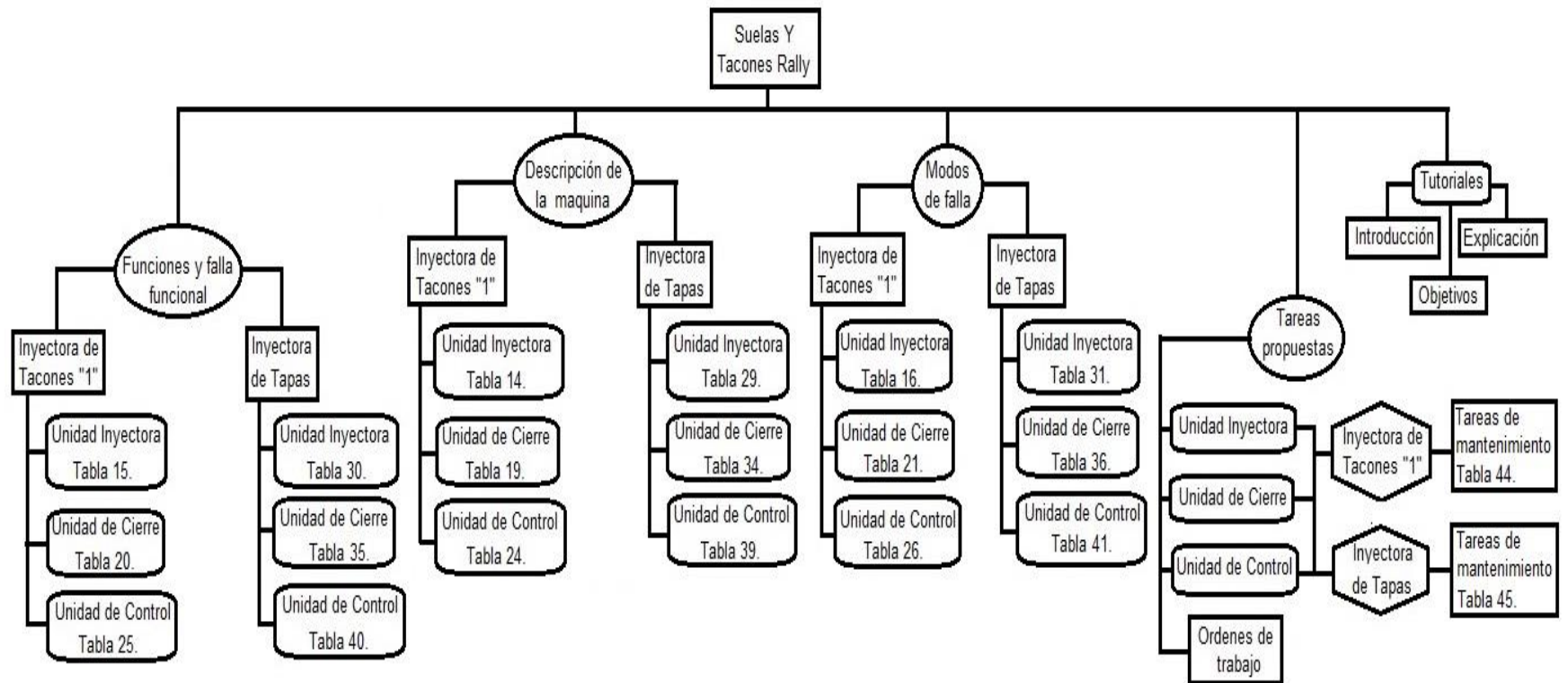
SUELAS Y TACONES RALLY no ha sido ajeno a éste desarrollo, por tal razón decidió junto con la asesoría brindada por los estudiantes de la Universidad Industrial de Santander, complementar el plan de mantenimiento preventivo con la implementación de este software para la administración de los procesos de mantención.

La recopilación de información que se hizo previamente en la empresa a manera de inventarios, codificación de equipos, análisis de criticidad y el mantenimiento preventivo antes desarrollado, los cuales sirvieron de apoyo fundamental en el progreso del sistema de información.

Una de las decisiones importantes a tomar era el lenguaje de programación que se iba a utilizar, que para nuestro proyecto viene a ser Macros de Excel.

En la figura 41 se muestra el sistema de información.

Figura 41: Diagrama de flujo del programa de mantenimiento RCM de la empresa Suelas y tacones Rally



9.2 LENGUAJE DE PROGRAMACION¹³

Microsoft VBA (Visual Basic for Applications) es el lenguaje de macros de Microsoft que se utiliza para programar aplicaciones Windows y que se incluye en varias aplicaciones Microsoft. VBA permite a usuarios y programadores ampliar la funcionalidad de programas de la suite Microsoft Office. Visual Basic para Aplicaciones es un subconjunto casi completo de Visual Basic 5.0 y 6.0.

Microsoft VBA viene integrado en aplicaciones de Microsoft Office, como Word, Excel, Access y Powerpoint. Prácticamente cualquier cosa que se pueda programar en Visual Basic 5.0 o 6.0 se puede hacer también dentro de un documento de Office, con la sola limitación que el producto final no se puede compilar separadamente del documento, hoja o base de datos en que fue creado; es decir, se convierte en una macro (o más bien súper macro). Esta macro puede instalarse o distribuirse con sólo copiar el documento, presentación o base de datos.

Su utilidad principal es automatizar tareas cotidianas, así como crear aplicaciones y servicios de bases de datos para el escritorio. Permite acceder a las funcionalidades de un lenguaje orientado a eventos con acceso a la API de Windows.

Al provenir de un lenguaje basado en Basic tiene similitudes con lenguajes incluidos en otros productos de ofimática como StarBasic y Openoffice.

Características de Microsoft VBA

- Permiten automatizar trabajo Excel manual para que se haga en 1 clic.
- Permiten crear nuevas funciones y cálculos Excel a medida

¹³ http://es.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic_for_Applications

- Permiten expandir las prestaciones de Excel con nuevas herramientas y soluciones
- Permiten crear aplicaciones en Excel más profesionales y automatizadas
- Con las macros te puedes ahorrar cientos de horas de trabajo Excel manual.
- Además, puedes crear aplicaciones Excel que dejarán con la boca abierta a más de uno.

9.3 ANALISIS DETALLADO DE LOS MODULOS DEL PROGRAMA

De acuerdo a los módulos planteados inicialmente se logró obtener una interfaz que permitiera acceder de una forma sencilla a los diferentes campos, lo que contribuirá al mantenimiento centrado en confiabilidad de la empresa SUELAS Y TACONES RALLY.

9.3.1 Interfaz de los módulos. Se creó un usuario maestro (ver anexo A), el cual asigna las actividades específicas (ordenes de trabajo) dentro de dicha gestión.

Los módulos a los cuales se puede acceder por medio del programa se muestran en la figura 42 y son:

- Descripción de la máquina
- Funciones y falla funcional
- Modos de falla
- Tareas propuestas
- Tutoriales

Figura 42. Hoja principal del programa



9.3.1.1 Descripción de la máquina. En este módulo es de vital importancia ya que con el podemos tener una idea clara de las maquinas con las que contamos, además es posible administrar de una manera más eficiente esta dependencia, contribuyendo con el fortalecimiento del departamento de mantenimiento centrado en confiabilidad de la empresa SUELAS Y TACONES RALLY.

En esta parte del programa podemos observar la descripción de las maquinas tanto de la Inyectora de Tacones 1 como de la Inyectora de Tapas. Para empezar debemos dar clic en el botón “DESCRIPCION DE LA MAQUINA” y se nos abre automáticamente un archivo donde podremos seleccionar lo que queramos ver.


Después de abrir el archivo seleccionamos la maquina o unidad de la inyectora en la parte izquierda de la hoja que deseemos conocer, luego damos clic en el botón “VER” apareciendo una imagen donde nos habla todo sobre la maquina seleccionada.

Si en algún momento el archivo se daña o la imagen se distorsiona por oprimir sin haber seleccionado una máquina, damos clic en el botón “ARREGLAR” en la parte derecha de la hoja y automáticamente el archivo se compone. Ver figura 43.

Figura 43. Explicación de descripción de la maquina

EXPLICACION DE DESCRIPCION DE LA MAQUINA

1	En esta parte del programa podemos observar la descripción de las maquinas tanto de la Inyectora de Tacones 1 como de la Inyectora de Tapas. Para empezar debemos dar click en el botón “DESCRIPCION DE LA MAQUINA” y se nos abre automáticamente un archivo donde podremos seleccionar lo que queramos ver.	VER
2	Después de abrir el archivo seleccionamos la maquina o unidad de la inyectora en la parte izquierda de la hoja que deseamos conocer, luego damos click en el botón “VER” apareciendo una imagen donde nos habla todo sobre la maquina seleccionada.	VER
3	Si en algún momento el archivo se daña o la imagen se distorsiona por oprimir sin haber seleccionado una máquina, damos click en el botón “ARREGLAR” en la parte derecha de la hoja y automáticamente el archivo se compone.	VER



9.3.1.2 Funciones y falla funcional. Este módulo cuenta con todas las funciones y fallas correspondientes a la gestión de mantenimiento.

El archivo trata de observar las funciones y los diferentes tipos de fallas funcionales que pueden ocurrir en la maquina o unidad de las Inyectoras. Para empezar debemos dar clic en el botón “FUNCIONES Y FALLA FUNCIONAL” y se nos abre automáticamente un archivo donde podremos seleccionar lo que queramos ver.

Después de abrir el archivo seleccionamos la maquina o unidad de la inyectora en la parte superior de la hoja que deseamos conocer, luego damos clic en el botón

“VER” apareciendo una imagen donde nos muestra las funciones y las diferentes fallas funcionales que según en estudios anteriores se podrían dar.

Si en algún momento el archivo se daña o la imagen se distorsiona por oprimir sin haber seleccionado una máquina, damos clic en el botón “ARREGLAR” en la parte superior de la hoja y automáticamente el archivo se compone.

Figura 44. Explicación de funciones y falla funcional

EXPLICACION DE FUNCIONES Y FALLA FUNCIONAL

1	El archivo trata de observar las funciones y los diferentes tipos de fallas funcionales que pueden ocurrir en la maquina o unidad de las Inyectoras. Para empezar debemos dar click en el botón “FUNCIONES Y FALLA FUNCIONAL” y se nos abre automáticamente un archivo donde podremos seleccionar lo que queramos ver.	VER	
2	Después de abrir el archivo seleccionamos la maquina o unidad de la inyectora en la parte superior de la hoja que deseemos conocer, luego damos click en el botón “VER” apareciendo una imagen donde nos muestra las funciones y las diferentes fallas funcionales que según en estudios anteriores se podrían dar.	VER	
3	Si en algún momento el archivo se daña o la imagen se distorsiona por oprimir sin haber seleccionado una máquina, damos click en el botón “ARREGLAR” en la parte superior de la hoja y automáticamente el archivo se compone.	VER	

9.3.1.3 Modos de falla. En este módulo encontramos toda la información correspondiente a la maquinaria de la empresa, así como las actividades realizadas sobre cada una desde que se empezó la implementación de la metodología.

En el programa podemos observar los distintos modos de fallas que se presentan en cada falla funcional de las maquinas tanto de la Inyectora de Tacones 1 como de la Inyectora de Tapas. Para empezar debemos dar clic en el botón “MODOS DE FALLA” y se nos abre automáticamente un archivo donde podremos seleccionar lo que queramos ver.

Después de abrir el archivo seleccionamos la maquina o unidad de la inyectora en la parte derecha de la hoja que deseemos conocer, luego damos clic en el botón “VER” apareciendo una imagen donde están todos los modos de fallas que pueden ocasionar la falla funcional.

Si en algún momento el archivo se daña o la imagen se distorsiona por oprimir sin haber seleccionado una máquina, damos clic en el botón “ARREGLAR” en la parte derecha de la hoja y automáticamente el archivo se compone.

Figura 45. Explicación de modos de falla



9.3.1.4 Tareas propuestas. Además de poder configurar algunos aspectos del usuario es posible obtener unos reportes en este módulo a manera de indicadores que me reflejan la eficacia de la gestión de mantenimiento realizada y se combina con el módulo de costos para saber qué presupuesto se está gastando con estas labores.

Para ver, realizar y guardar las tareas propuestas se debe primero dar clic en el botón “TAREAS PROPUESTAS” que se encuentra en la parte inferior derecha de la página principal. Después de este paso se abrirá el archivo donde podrás ver las tareas a realizar, guardar y mostrar las que quedan pendientes y por ultimo limpiar

todo el archivo para empezar de nuevo con el proceso, este último solo se realizara después de terminar con todas las labores aplazadas.

Cuando abres “TAREAS PROPUESTAS” se debe primero seleccionar la unidad o equipo de la inyectora en la que se desea realizar la labor, luego damos clic en la inyectora a la cual se le hará el mantenimiento y automáticamente le aparecen las tareas a realizar.

En la parte izquierda después de realizar la tarea se selecciona el icono en blanco y le damos clic, automáticamente aparece ya realizada la labor y continuaremos con la siguiente tarea.

Luego de terminar con las labores damos clic en el botón “TERMINAR” para que queden guardadas las tareas pendientes y si luego queremos realizar alguna labor aplazada damos clic e el botón “TAREAS PENDIENTES” seleccionamos la que se hizo y otra vez “TERMINAR”.

El botón “LIMPIAR” solo se oprime cuando queramos empezar de nuevo el ciclo de mantenimiento que se le debe aplicar a las inyectoras tanto la de tacones 1 como la de tapas que son las más críticas en la empresa.

Figura 46. Explicación de tareas propuestas

EXPLICACION DE TAREAS PROPUESTAS

1	Para ver, realizar y guardar las tareas propuestas se debe primero dar click en el botón "TAREAS PROPUESTAS" que se encuentra en la parte inferior derecha de la página principal. Después de este paso se abrirá el archivo donde podrás ver las tareas a realizar, guardar y mostrar las que quedan pendientes y por último limpiar todo el archivo para empezar de nuevo con el proceso, este último solo se realizara después de terminar con todas las labores aplazadas.	VER
2	Cuando abres "TAREAS PROPUESTAS" se debe primero seleccionar la unidad o equipo de la inyectora en la que se desea realizar la labor, luego damos click en la inyectora a la cual se le hará el mantenimiento y automáticamente le aparecen las tareas a realizar.	VER
3	En la parte izquierda después de realizar la tarea se selecciona el icono en blanco y le damos clic, automáticamente aparece ya realizada la labor y continuaremos con la siguiente tarea.	VER
4	Luego de terminar con las labores damos click en el botón "TERMINAR" para que queden guardadas las tareas pendientes y si luego queremos realizar alguna labor aplazada damos click e el botón "TAREAS PENDIENTES" seleccionamos la que se hizo y otra vez "TERMINAR".	VER
5	El botón "LIMPIAR" solo se oprime cuando queramos empezar de nuevo el ciclo de mantenimiento que se le debe aplicar a las inyectoras tanto la de tacones 1 como la de tapas que son las más críticas en la empresa.	VER



9.3.1.5 Tutoriales. En este módulo es posible crear órdenes de trabajo, inspecciones periódicas o solicitudes hacia el encargado del departamento por parte de su superior inmediato.

INTRODUCCION

La tendencia en el mejoramiento del proceso ha sido la adquisición de maquinaria y equipos automáticos como herramienta básica para lograr mayores índices de productividad y reducción de costos de producción, estos equipos por su operación, exigen un programa de mantenimiento riguroso que garantice alcanzar las metas de producción, ya que cualquier fallo conlleva apuros constantes ocasionando grandes pérdidas económicas para la empresa.

RALLY es una organización dedicada a fabricar y comercializar productos, con énfasis en el sector calzado. A través de innovación, mejoramiento continuo y orientación al cliente, busca el liderazgo en sus respectivos campos de acción asegurando: A nuestros clientes, contribución a su desarrollo, satisfaciendo sus necesidades y excediendo sus expectativas, a nuestra gente, un clima laboral de mutuo respeto y desarrollo integral, a nuestros proveedores, una relación de largo plazo y mutuo desarrollo.

En base a los resultados obtenidos en el análisis de criticidad, podemos observar que en la planta SUELAS Y TACONES “RALLY” existen cuatro (4) maquinas con alto índice de criticidad. Por esta razón, se le hará un plan de mantenimiento RCM a la maquina:

- M04 (Inyectora de tacones “1”)
- M06 (inyectora de tapas)

Con el fin de aumentar los índices de disponibilidad del equipo, mejorar la habilidad administrativa de los recursos reduciendo los gastos de mantenimiento y romper con paradigmas antiguos, creando una visión más amplia de mejoras a futuro.

Figura 47. Introducción del programa

INTRODUCCION IMAGEN

La tendencia en el mejoramiento del proceso ha sido la adquisición de maquinaria y equipos automáticos como herramienta básica para lograr mayores índices de productividad y reducción de costos de producción, estos equipos por su operación, exigen un programa de mantenimiento riguroso que garantice alcanzar las metas de producción, ya que cualquier fallo conlleva apuros constantes ocasionando grandes pérdidas económicas para la empresa.

RALLY es una organización dedicada a fabricar y comercializar productos, con énfasis en el sector calzado. A través de innovación, mejoramiento continuo y orientación al cliente, busca el liderazgo en sus respectivos campos de acción asegurando: A nuestros clientes, contribución a su desarrollo, satisfaciendo sus necesidades y excediendo sus expectativas, a nuestra gente, un clima laboral de mutuo respeto y desarrollo integral, a nuestros proveedores, una relación de largo plazo y mutuo desarrollo.

En base a los resultados obtenidos en el análisis de criticidad, podemos observar que en la planta SUELAS Y TACONES "RALLY" existen cuatro (4) máquinas con alto índice de criticidad. Por esta razón, se le hará un plan de mantenimiento RCM a la máquina:

- M04 (inyectora de tacones "1") IMAGEN
- M06 (inyectora de tapas) IMAGEN

Con el fin de aumentar los índices de disponibilidad del equipo, mejorar la habilidad administrativa de los recursos reduciendo los gastos de mantenimiento y romper con paradigmas antiguos, creando una visión más amplia de mejoras a futuro.



OBJETIVOS

El objetivo fundamental del programa es aumentar la disponibilidad y disminuir costes de mantenimiento de las inyectoras:

- M04 (Inyectora de tacones "1")
- M06 (inyectora de tapas)

Analizar todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrollar un mecanismo que trata de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.

Determinar una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta

9.4 CAPACITACIÓN

Para poder concluir nuestra labor fue necesario realizar una capacitación en la empresa con todos los trabajadores, supervisores y/o ingenieros involucrados en esta empresa. A manera de exposición se relacionó a cada asistente con la importancia de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad, se dio a conocer los Standard Jobs, las ordenes de trabajo realizadas y como se debían seguir ejecutando.

Además se familiarizo a los supervisores y/o ingenieros con el software de mantenimiento centrado en confiabilidad, haciéndolos partícipes de dicha gestión, dándoles las herramientas para poder usar el programa e introducirlo a sus labores cotidianas.

Debido a que los procesos que tenía la empresa eran netamente preventivos, se recalcó ante el dueño y el departamento de mantenimiento que los resultados de esta metodología se verán a largo plazo y que era de vital importancia seguir las indicaciones dadas para que se vieran reflejados los beneficios.

Todos los aspectos involucrados en dicha capacitación fueron los citados en los ítems anteriores y fueron tratados rigurosamente.

10. CONCLUSIONES

- En este trabajo se elaboró un mantenimiento bajo la metodología RCM para la empresa SUELAS Y TACONES 'RALLY', basado en la información obtenida del mantenimiento preventivo, el cual permitió conocer cada uno de los 12 equipos de la planta y su estado actual, el mantenimiento centrado en confiabilidad, lo que constituye desde el punto de vista de mantenimiento, la ruta para el mejoramiento del proceso de fabricación de suelas y tacones.
- Se diseñó la estrategia de mantenimiento teniendo como base fundamental la filosofía RCM para las inyectoras más críticas de la empresa, en el que se realizó un análisis de fallas para los 6 componentes de las inyectoras cada componente con más de 9 segmentos, determinando las partes más críticas dentro de la unidad de inyección, cierre y control. Para reducir las fallas de operación, con el fin de aumentar la confiabilidad y disponibilidad en más de 1.5% por encima del 98% estipulado en la empresa SUELAS Y TACONES 'RALLY'.
- Con toda la información recopilada de la empresa se realizó una tabulación sistemática separando los componentes críticos y realizando un filtrado de información con el propósito de calcular los tiempos perdidos por equipo, número de fallas con sus respectivos indicadores de gestión (MTBF, MTTR y Disponibilidad) y se realizó el Pareto de fallas para las inyectoras de suelas y las inyectoras de tacones, estableciendo que el mayor número de fallas es por la inyectora de tacones 1 y la inyectora de tapas con una disponibilidad de un 98%.
- Durante la realización de reuniones no estructuradas con el personal de mantenimiento, operadores y personal calificado se pudo elaborar los talleres de RCM obteniendo una serie de fallas funcionales, modos de fallas y asignando un conjunto de tareas de mantenimiento para el personal involucrado.

- El éxito del programa de mantenimiento de la empresa depende en gran medida del trabajo mancomunado que se realice, con el propósito de llevar a cabo la implementación de un 90% las actividades propuestas en este trabajo, seguido de los trabajos que se llevan a cabo en la actualidad para mejorar el proceso productivo y mejorar los beneficios de la planta.
- Se diseñó un programa de mantenimiento centrado en confiabilidad de los equipos críticos de la planta de producción que se adapta a la infraestructura organizacional y física de la empresa SUELA Y TACONES “RALLY” de acuerdo a lo planteado en los objetivos de este proyecto.
- Se implementó un sistema de información de mantenimiento (Software), con el diseño y estructuración de formatos que se adaptan a las necesidades de la empresa, fáciles de diligenciar y que permiten evaluarla gestión de mantenimiento.
- Se elaboran 2 (dos) Standard Job de las inyectoras con mayor número de fallas presentes en la empresa SUELAS Y TACONES ‘RALLY’; con el fin de realizar un procedimiento adecuado.
- Es importante generar proyectos UNIVERSIDAD – INDUSTRIA como un convenio de mutuo beneficio que permite al estudiante interactuar con el sector industrial para la resolución de un problema específico.

11. RECOMENDACIONES

El sistema de mantenimiento programado debe ser ejecutado continuamente según lo planeado y además deben integrarse progresivamente en la marcha del programa, los equipos que no se tuvieron en cuenta, de acuerdo con el alcance de este proyecto.

La empresa debe contar con un departamento integral de mantenimiento, con una clara interrelación entre las dos áreas de mantenimiento conocidas, el mantenimiento Locativo y el mantenimiento electromecánico, donde se presten servicios de apoyo con el objetivo de garantizar la máxima productividad de la empresa.

En el manejo de la información procurar que no sea restringida al personal de mantenimiento, que sea de acceso general, ya que muchas veces allí se encuentran los datos necesarios para la resolución oportuna de fallas y ejecución del mantenimiento.

Es importante la integración de la gestión de repuestos con el área de mantenimiento de la planta, generando una mejor comunicación con el almacén de repuestos y ejercer un adecuado control de la adquisición y entrega oportuna de los mismos en la planta.

Con el fin de avanzar en la labor de mantenimiento de los equipos e instalaciones, es importante implementar métodos de control de condición como el análisis vibracional y la termografía, que permitan hacer una evaluación objetiva de su estado y definir las acciones de mantenimiento a seguir.

Antes de iniciar cualquier tipo de labor sobre la prensa, cada operador deberá conocer perfectamente el funcionamiento de la máquina y sus comandos y haber leído y entendido todas las informaciones recogidas en el presente proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

CAMPBELL, John Dixon y Otros. Sistema de Mantenimiento “Plantación y Control. México: Editorial Limusa Wiley. Año 2002. 419 Págs.

LESUR ESQUIVEL, Luis. Manual de mantenimiento eléctrico Industrial: Una guía paso a paso. México: Trillas, 2010. 79p

RAMÍREZ ORTIZ, Jhon Jairo. JOLY BURGOS, María Helena. Diseño de un plan maestro de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos de Fervill Ltda. Tesis de grado Administrador Industrial. Cartagena: Universidad de Cartagena, Programa de administración industria, 2005.

REY SACRISTÁN, Francisco. Mantenimiento en la Empresa: Etapas y experiencias para su Implantacion. 1ed. Madrid: Editorial Confemetal, 2002. 355p.

VILLADIEGO GÓMEZ. Janes. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Movicom. Tesis de grado Administrador Industrial. Cartagena: Universidad de Cartagena, Programa de Administración Industrial, 2006

ANEXO A

IMÁGENES DEL PROGRAMA

1. Hoja principal del programa



3.1 Introducción del programa

INTRODUCCION

IMAGEN

La tendencia en el mejoramiento del proceso ha sido la adquisición de maquinaria y equipos automáticos como herramienta básica para lograr mayores índices de productividad y reducción de costos de producción, estos equipos por su operación, exigen un programa de mantenimiento riguroso que garantice alcanzar las metas de producción, ya que cualquier fallo conlleva apuros constantes ocasionando grandes pérdidas económicas para la empresa.

RALLY es una organización dedicada a fabricar y comercializar productos, con énfasis en el sector calzado. A través de innovación, mejoramiento continuo y orientación al cliente, busca el liderazgo en sus respectivos campos de acción asegurando: A nuestros clientes, contribución a su desarrollo, satisfaciendo sus necesidades y excediendo sus expectativas, a nuestra gente, un clima laboral de mutuo respeto y desarrollo integral, a nuestros proveedores, una relación de largo plazo y mutuo desarrollo.

En base a los resultados obtenidos en el análisis de criticidad, podemos observar que en la planta SUELAS Y TACONES "RALLY" existen cuatro (4) maquinas con alto índice de criticidad. Por esta razón, se le hará un plan de mantenimiento RCM a la maquina:

- M04 (Inyectora de tacones "1")

IMAGEN

- M06 (inyectora de tapas)

IMAGEN


Con el fin de aumentar los índices de disponibilidad del equipo, mejorar la habilidad administrativa de los recursos reduciendo los gastos de mantenimiento y romper con paradigmas antiguos, creando una visión más amplia de mejoras a futuro.



3.2 Objetivos del programa

OBJETIVOS

IMAGEN

<p>*** El objetivo fundamental del programa es aumentar la disponibilidad y disminuir costes de mantenimiento de las inyectoras:</p> <ul style="list-style-type: none">• M04 (Inyectora de tacones "1")• M06 (inyectora de tapas)	<p>IMAGEN</p>	
<p>*** Analizar todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrollar un mecanismo que trata de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.</p>	<p>IMAGEN</p>	
<p>*** Determinar una serie de acciones que permitan garantizar una alta disponibilidad de la planta</p>	<p>IMAGEN</p>	

3.3 Explicación del programa

EXPLICACION DEL PROGRAMA

En esta parte del programa explicaremos el debido proceso para el manejo y el buen funcionamiento del archivo, para ello se debe leer detenidamente y seguir el debido proceso registrado tanto en el texto como en las imágenes.

EXPLICACION DE DESCRIPCION DE LA MAQUINA

EXPLICACION DE FUNCIONES Y FALLA FUNCIONAL

EXPLICACION DE MODOS DE FALLA

EXPLICACION DE TAREAS PROPUESTAS

3.4 Descripción de la maquina unidad inyectora (inyectora de tacones 1)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
INYECCION	PRENSA A INYECCION	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

FRONTERAS		DIAGRAMA JERARQUICO DE EQUIPOS
Máquina de extrusión con un solo husillo, teniendo la cámara calentadores y sensores para mantener una temperatura programada constante		
ENTRADAS		
Materia prima, energía eléctrica, aceite para los cilindros hidráulicos		
CARACTERISTICAS TECNICAS		
Diámetro del tornillo: 42 mm Relación L/D del tornillo: 18 Volumen inyectable inyector: 304 cm ³ Rpm tornillo: 50-300 Rpm/1' Presión específica sobre el material: 1130 Kg/cm ²		
CONDICIONES OPERACIONALES		
calentamiento de boquillas 1 Nr, refrigeración necesario 4000 kcal/h, fuerza extractor hidráulico 1.8 ton, presión max central oleodinámica 150 bar		
CONDICIONES AMBIENTALES		
El equipo se encuentra en una planta techada con ventilación natural, hay presencia de polvo y la temperatura ambiente es en promedio 30°C		
FUNCION PRINCIPAL		
F01	Inyectar el polímero fundido al molde de la unidad de cierre	
FUNCIONES SECUNDARIAS		
F02	Girar el tornillo para que actúe como transporte del polímero durante el proceso de inyección	
F03	Mantener bajo presión el polímero fundido hasta que sea expulsado	
F04	Calentar y ayudar a fundir el polímero mientras avanza por el tornillo	
F05	Transmitir el movimiento lineal al husillo en el proceso de inyección	

INYECTORA DE TACONES 1		
UNIDAD INYECTORA	<input type="checkbox"/>	VER
UNIDAD DE CIERRE	<input type="checkbox"/>	VER
UNIDAD DE CONTROL	<input type="checkbox"/>	VER
INYECTORA DE TAPAS		
UNIDAD INYECTORA	<input type="checkbox"/>	VER
UNIDAD DE CIERRE	<input type="checkbox"/>	VER
UNIDAD DE CONTROL	<input type="checkbox"/>	VER

ARREGLAR

3.5 Funciones y falla funcional de la unidad inyectora (inyectora de tapas)

INYECTORA DE TACONES 1			INYECTORA DE TAPAS			ARREGLAR
UNIDAD INYECTORA	<input type="checkbox"/>	VER	UNIDAD INYECTORA	<input type="checkbox"/>	VER	
UNIDAD DE CIERRE	<input type="checkbox"/>	VER	UNIDAD DE CIERRE	<input type="checkbox"/>	VER	
UNIDAD DE CONTROL	<input type="checkbox"/>	VER	UNIDAD DE CONTROL	<input type="checkbox"/>	VER	

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
INYECCION	PRENSA A INYECCION	T98-BC	INYECTORA DE TAPAS	M06

F	FUNCION	FF	FALLA FUNCIONAL
F01	Inyectar el polímero fundido a los moldes de la unidad de cierre	A	Incapaz de inyectar el polímero fundido al molde
		B	La fundición del polímero no es suficiente para poder inyectar
		C	El polímero está muy fundido para inyectar
F02	Girar los tornillos para que actúen como transporte del polímero durante el proceso de inyección	A	Incapaz de girar los tornillos como un sistema de transporte
		B	Los tornillos se pandea por el peso del polímero
F03	Mantener bajo presión el polímero fundido hasta que sea expulsado	A	Los sistemas de control de presión no responde a los comandos dados
F04	Calentar y ayudar a fundir el polímero mientras avanza por los tornillos	A	Los calentadores no funden el polímero totalmente
		B	Los calentadores dejan enfriar el polímero fundido
F05	Transmitir el movimiento lineal a los husillos en el proceso de inyección	A	Los tornillos se mueven muy rápido axialmente
		B	No responden los tornillos axialmente

1.6 Modos de falla de la unidad de control (inyectora de tacones 1)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - SUELAS Y TACONES RALLY				
AREA OPERATIVA	SISTEMA	CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO
MONITOREO	CONTROL	T98	INYECTORA DE TACONES 1	M04

F	FF	MF	MODO DE FALLA
F01	A	1	Los sensores de temperatura no están leyendo temperaturas reales
		2	Interferencia en las señales de entrada al cuadro electrónico
	B	1	Las señales recopiladas no son las correctas
	C	1	Los manómetros están descalibrados
F02	A	1	Los contactores de los sensores de moldeo no están funcionando
	B	1	Alguno de los cables del sensor produce un corto circuito
F03	A	1	Fallas en el montaje obteniendo una imagen distorsionada
		2	Programación inadecuada del software
		3	Algunos diodos ya no funcionan o su chip está dañado
		4	Los LEDs de visualización no reaccionan a las señales de entrada


INYECTORA DE TACONES 1		
UNIDAD INYECTORA	<input type="checkbox"/>	VER
UNIDAD DE CIERRE	<input type="checkbox"/>	VER
UNIDAD DE CONTROL	<input type="checkbox"/>	VER

INYECTORA DE TAPAS		
UNIDAD INYECTORA	<input type="checkbox"/>	VER
UNIDAD DE CIERRE	<input type="checkbox"/>	VER
UNIDAD DE CONTROL	<input type="checkbox"/>	VER

ARREGLAR

1.7.1 Orden de trabajo de la unidad inyectora (inyectora de tacones 1)

INYECTORA DE TACONES 1			INYECTORA DE TAPAS			ARREGLAR
UNIDAD INYECTORA	<input type="checkbox"/>	VER	UNIDAD INYECTORA	<input type="checkbox"/>	VER	
UNIDAD DE CIERRE	<input type="checkbox"/>	VER	UNIDAD DE CIERRE	<input type="checkbox"/>	VER	
UNIDAD DE CONTROL	<input type="checkbox"/>	VER	UNIDAD DE CONTROL	<input type="checkbox"/>	VER	

ORDEN DE TRABAJO	
	DIRECCION DE EXPEDICION CARRERA 14 # 25-46 CLIENTE SUELAS Y TACONES "RALLY" AUTORIZADO POR: GONZALO ANGARITA MAQUINA INYECTORA DE TACONES 1 EQUIPO UNIDAD INYECTORA
FALLA FUNCIONAL	DESCRIPCION DE TAREAS
A Incapaz de inyectar el polímero fundido al molde	M001 Inspección general de la nariz de la inyectora
B La fundición del polímero no es suficiente para poder inyectar	M002 Inspección general del motor eléctrico sobre giro del tornillo
C El polímero está muy fundido para inyectar	E001 Verificar buen estado de los contactores del calentador
A Incapaz de girar el tornillo como un sistema de transporte	M003 Inspeccionar correcto funcionamiento de los sensores de temperatura que tiene el calentador
B El tornillo se pandea por el peso del polímero	E002 Medir corriente en los motores y verificar que estén dentro de los rangos normales de operación
A El sistema de control de presión no responde a los comandos dados	E003 Medir aislamiento eléctrico en el bobinado de los motores, con respecto a tierra y a fase
A El calentador no funde el polímero totalmente	E004 Limpieza y retorqueo de contactos internos de botonera
B El calentador deja entrar el polímero fundido	M004 Verificar el buen ajuste de los acoples motor-reductor-tornillo
A El tornillo se mueve muy rápido aisladamente	M005 Mantenimiento general a unidad reguladora de control de presión
B No responde el tornillo aisladamente	E001 Verificar buen estado de los contactores del calentador
	E005 Verificar el buen funcionamiento de las resistencias del calentador
	M006 Verificar el buen funcionamiento del control de velocidad del motor eléctrico
	M007 Lubricación general del sistema de transmisión motor-tornillo

TAREA	EJECUTOR	FECHA	PAGO APROXIMADO POR FECHA (PESOS)	PAGO TOTAL (PESOS)	COSTO DE MANO DE OMBRA	COSTO TOTAL
M001	Mecánico	Semanal	\$20.000	\$230.000	INCLUIDO EN SALARIOS DE LOS OPERARIOS	\$230.000
M005	Mecánico					
E001	Electricista					
M003	Mecánico					
E002	Electricista					
E005	Electricista	Trimestral	\$120.000			
M002	Mecánico					
M007	Mecánico					
E003	Electricista	Semestral	\$40.000			
E004	Electricista					
M004	Mecánico					

TESORERIA SUELAS Y TACONES RALLY	APROBADO
---	-----------------

ANEXO B

HOJA DE COMPROMISO

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD
RCM PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA EMPRESA SUELAS Y TACONES
"RALLY".**

Director de Proyecto de Grado



Ph.D. CARLOS BORRAS PINILLA

Autores



Edisson Andres|Escobar Calderón

Código: 2081429



Héctor Jesús Villegas Góngora

Código: 2090371