

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD
(RCM) PARA LA EMPRESA CHOVA DEL ECUADOR S.A.
PLANTAS INGA Y CASHAPAMBA”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA MECÁNICA**

CARLA CRISTINA SAMANIEGO AGUIRRE

**DIRECTOR: ING. EMILIO TUMIPAMBA
CODIRECTOR: ING. JAVIER POZO**

Sangolquí, 2013-07-16

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA LA EMPRESA CHOVA DEL ECUADOR S.A. PLANTAS INGA Y CASHAPAMBA” fue realizado en su totalidad por la señora Carla Cristina Samaniego Aguirre, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniera Mecánica.

Ing. Emilio Tumipamba
DIRECTOR

Ing. Javier Pozo
CODIRECTOR

Sangolquí, 2013-07-16

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, CARLA CRISTINA SAMANIEGO AGUIRRE

DECLARO QUE:

La tesis / proyecto de grado titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA LA EMPRESA CHOVA DEL ECUADOR S.A. PLANTAS INGA Y CASHAPAMBA”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas y notas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mí autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis/proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 16 de Julio de 2013

Carla Cristina Samaniego Aguirre

C.I.:171329882-4

A U T O R I Z A C I Ó N

Yo, CARLA CRISTINA SAMANIEGO AGUIRRE

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del proyecto de grado titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA LA EMPRESA CHOVA DEL ECUADOR S.A. PLANTAS INGA Y CASHAPAMBA”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 16 de Julio de 2013.

CARLA CRISTINA SAMANIEGO AGUIRRE

C.I.: 171329882-4

DEDICATORIA

A mi padre Julio que está en el cielo, por haberme guiado para escoger la carrera de Ingeniería Mecánica, quien siempre me inculcó dedicación a mis estudios. Desde el cielo, sé que se siente orgulloso porque estoy cumpliendo con su sueño, que es el mío.

A mi madre Yolanda, por ser una mujer luchadora, trabajadora, valiente, que me enseñó que con esfuerzo y dedicación se cumplen todas las metas, porque en los momentos difíciles hizo todo para que salgamos adelante.

A mi hermano Adrián, por brindarme siempre su apoyo.

En especial dedico a las personas que ahora son mi razón de vivir, son mi mayor motivación para cumplir mis metas, pero sobre todo por todo su amor, cariño, apoyo y comprensión, Estevi mi esposo y Joaquín mi hijo, a ustedes les dedico todos mis logros.

Carla Samaniego A.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida y unos maravillosos padres que me enseñaron que todo se consigue con esfuerzo y dedicación. A la familia que ahora hemos formado con mi esposo y mi hijo, por todo el apoyo en la realización de este proyecto.

A la Escuela Politécnica del Ejército, pero en particular a la Carrera de Ingeniería Mecánica; al Ing. Emilio Tumipamba, Director del proyecto por sus consejos y enseñanzas para que éste sea realizado de la mejor manera; y, en especial al Codirector Ing. Javier Pozo, por todo su apoyo y confianza para que llegue a feliz término.

A la empresa Chova del Ecuador S.A., al Gerente General Ing. Javier Pozo, Ing. Oscar Rhea y al Tec. Jaime Noroña por haberme permitido trabajar junto a ellos, por brindarme sus conocimientos y aporte técnico, sin los cuales no hubiera sido posible la culminación del mismo.

Carla Samaniego A.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Certificación de la Elaboración del Proyecto	i
Autoría de Responsabilidad	ii
Autorización	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xiv
Índice de anexos	xvii
Resumen	xviii
Capítulo 1	1
Generalidades	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Sistema de gestión de Chova del Ecuador	1
1.1.2. Mantenimiento de maquinaria.....	3
1.2. Definición del problema.....	6
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo general	7
1.3.2. Objetivos específicos	7
1.4. Alcance del proyecto.....	8
1.5. Justificación.....	9
Capítulo 2	10
Diagnóstico operativo de la maquinaria.....	10
2.1. Estructuración de la maquinaria.....	10

2.1.1.	Distribución de la planta	10
2.1.1.1.	Planta industrial cashapamba	10
2.1.1.2.	Planta industrial inga.....	14
2.1.2.	Descripción de los equipos.....	15
2.2.	Diagnóstico del estado actual de los equipos.....	18
2.2.1.	Planta inga.....	19
2.2.2.	Planta cashapamba	30
2.3.	Descripción de operaciones del mantenimiento.....	53
2.3.1.	Mantenimiento de tanques	53
2.3.2.	Mantenimiento de calderos	54
2.3.2.1.	Procedimiento	55
2.3.3.	Mantenimiento de bombas	56
2.3.3.1.	Procedimiento	57
2.3.4.	Mantenimiento de montacargas	66
2.3.5.	Mantenimiento de compresor.....	67
2.3.5.1.	Procedimiento	69
2.3.6.	Mantenimiento de enrolladora	72
2.3.6.1.	Procedimiento	73
2.3.7.	Mantenimiento de cortadora de alumband.....	77
2.3.7.1.	Procedimiento	77
2.3.8.	Mantenimiento de motores eléctricos	79
2.3.9.	Mantenimiento de silos	80
2.3.10.	Mantenimiento de gofradora foil	81
2.3.11.	Mantenimiento de prensa	81

2.3.12.	Mantenimiento de inyectora de poliuretano.....	81
2.3.13.	Mantenimiento de conformadora de bajantes, canales y perfiles	83
2.3.14.	Mantenimiento de desembobinadora de fleje para perfiles.....	83
2.3.15.	Mantenimiento molino trigonal.....	84
2.3.15.1.	Procedimiento	84
2.3.16.	Mantenimiento molino coloidal	89
2.3.17.	Mantenimiento de tren de laminación.....	90
2.4.	Recursos utilizados y mano de obra.....	91
2.4.1.	Lista de repuestos.....	91
2.4.2.	Mano de obra.....	92
Capítulo 3	94
Implementación de un plan de mantenimiento	94
3.1.	Mantenimiento preventivo	94
3.1.1.	Programación en software mp9.....	98
3.1.1.1.	Catálogos.....	102
3.1.1.2.	Localización de equipos.....	124
3.1.1.3.	Mantenimiento rutinario.....	125
3.1.1.4.	Órdenes de trabajo, vales y consumos	128
3.2.	Mantenimiento correctivo	129
Capítulo 4	132
Soluciones	132
4.1.	Soluciones técnicas	132
4.1.1.	Gráficas	136
4.1.2.	Capacitación.....	139

4.1.2.1.	Objetivo.....	139
4.1.2.2.	Alcance.....	139
4.1.2.3.	Plan de actividades.....	139
4.1.2.4.	Asistencia.....	140
4.2.	Soluciones económicas.....	141
Capítulo 5.....		146
Análisis económico y financiero.....		146
5.1.	Análisis económico.....	146
5.1.1.	Inversión inicial.....	146
5.1.2.	Costos indirectos.....	146
5.1.3.	Costos misceláneos.....	147
5.1.4.	Costo total.....	147
5.1.5.	Inversión fija.....	147
5.1.6.	Inversión diferida.....	148
5.1.7.	Amortización y depreciación.....	148
5.1.8.	Flujo neto efectivo.....	149
5.1.9.	Cálculo del VAN, B/C, TIR.....	150
5.2.	Financiamiento.....	152
5.2.1.	Entidades de financiamiento.....	152
Capítulo 6.....		153
Conclusiones y Recomendaciones.....		153
6.1.	Conclusiones.....	153
6.2.	Recomendaciones.....	155
Bibliografía.....		156
Anexos.....		157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Descripción de los equipos Planta Inga	15
Tabla 2.2 Descripción de los equipos Planta Cashapamba	16
Tabla 2.3 Estado técnico tanque de almacenamiento de emulsión N°1.....	19
Tabla 2.4 Estado técnico tanque de asfalto N°1	20
Tabla 2.5 Estado técnico tanque de solución jabonosa N°1	21
Tabla 2.6 Estado técnico tanque de aceite plastificante	22
Tabla 2.7 Estado técnico tanque de emulsión MC-30.....	23
Tabla 2.8 Estado técnico tanque de almacenamiento de diésel	24
Tabla 2.9 Estado técnico de caldero de aceite térmico	25
Tabla 2.10 Estado Técnico de bomba de solución jabonosa.....	26
Tabla 2.11 Estado técnico de bomba de despacho de emulsión asfáltica	27
Tabla 2.12 Estado técnico de bomba de asfalto	28
Tabla 2.13 Estado técnico de bomba descarga de asfalto	29
Tabla 2.14 Estado técnico del compresor de tornillo	30
Tabla 2.15 Estado técnico de enrolladora	31
Tabla 2.16 Estado técnico tanque pre-mezclador	32
Tabla 2.17 Estado técnico del tanque mezclador de paletas N°1	33
Tabla 2.18 Estado técnico de la cortadora de alumband.....	34
Tabla 2.19 Estado técnico de motor polioli inyectora de poliuretano.....	35
Tabla 2.20 Estado técnico de caldero N°1	36
Tabla 2.21 Estado técnico del tanque de almacenamiento de asfalto N°1	37
Tabla 2.22 Estado técnico del silo N°1 carbonato	38

Tabla 2.23 Estado técnico de la bomba de dosificación de aceite plastificante	39
Tabla 2.24 Estado técnico del tanque para diésel	40
Tabla 2.25 Estado técnico gofradora foil	41
Tabla 2.26 Estado Técnico de montacargas N°2	42
Tabla 2.27 Estado Técnico de montacargas N°1	43
Tabla 2.28 Estado técnico de prensa	45
Tabla 2.29 Estado técnico de la inyectora de poliuretano.....	46
Tabla 2.30 Estado técnico de la conformadora de canales.....	47
Tabla 2.31 Estado técnico de la desembobinadora de fleje para perfiles.....	48
Tabla 2.32 Estado técnico de conformadora de bajantes	49
Tabla 2.33 Estado técnico del molino trigonal.....	50
Tabla 2.34 Estado técnico del molino coloidal	51
Tabla 2.35 Estado técnico de tren de laminación etapa 1	52
Tabla 2.36 Mantenimiento periódico de tanques mezcladores	53
Tabla 2.37 Mantenimiento periódico de tanques de almacenamiento de asfalto	54
Tabla 2.38 Mantenimiento periódico de tanques de almacenamiento de emulsión	54
Tabla 2.39 Mantenimiento periódico de calderas	54
Tabla 2.40 Mantenimiento periódico de bombas centrífugas	56
Tabla 2.41 Torque para apriete de pernos.....	60
Tabla 2.42 Tabla de ajustes y tolerancias de los cojinetes.....	64
Tabla 2.43 Mantenimiento periódico de bombas de engranajes	66

Tabla 2.44 Mantenimiento periódico de montacargas	66
Tabla 2.45 Mantenimiento periódico de compresor de tornillo.....	68
Tabla 2.46 Mantenimiento periódico enrolladora.....	72
Tabla 2.47 Mantenimiento periódico de cortadora de alumband.....	77
Tabla 2.48 Mantenimiento periódico de motores eléctricos	80
Tabla 2.49 Mantenimiento periódico de silos	80
Tabla 2.50 Mantenimiento periódico gofradora foil	81
Tabla 2.51 Mantenimiento periódico de prensa	81
Tabla 2.52 Mantenimiento periódico de inyectora de poliuretano	82
Tabla 2.53 Mantenimiento periódico de conformadora de bajantes, canales y perfiles.....	83
Tabla 2.54 Mantenimiento periódico de desembobinadora de flejes para perfiles.....	83
Tabla 2.55 Mantenimiento periódico de molino trigonal.....	84
Tabla 2.56 Mantenimiento periódico de molino coloidal	89
Tabla 2.57 Mantenimiento periódico de tren de laminación.....	90
Tabla 2.58 Lista de repuestos.....	91
Tabla 2.59 Mano de Obra Plantas Inga - Cashapamba	92
Tabla 3.1 Lista de repuestos Clave	116
Tabla 4.1 Fallas en Bombas centrífugas	132
Tabla 4.2 Fallas en Molino Trigonal.....	133
Tabla 4.3 Fallas en Rodamientos	134
Tabla 4.4 Cronograma de capacitación.....	139
Tabla 4.5 Tabla de costos de análisis de vibraciones.....	141

Tabla 5.1 Inversión inicial.....	146
Tabla 5.2 Costos a profesionales.....	146
Tabla 5.3 Costos misceláneos	147
Tabla 5.4 Costo total	147
Tabla 5.5 Inversión fija	148
Tabla 5.6 Inversión diferida	148
Tabla 5.7 Amortización y depreciación	148
Tabla 5.8 Amortización y Depreciación	149
Tabla 5.9 Flujo Neto Efectivo	149
Tabla 5.10 VAN, R B/C, TIR	150
Tabla 5.11 Entidades de Financiamiento	152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Información de la empresa Chova del Ecuador S.A.....	2
Figura 1.2 Planta Inga	4
Figura 1.3 Planta Cashapamba.....	5
Figura 2.1 Área de cortes	10
Figura 2.2 Área de laminación	11
Figura 2.3 Área de gofrado	11
Figura 2.4 Área de oficinas y bodega de repuestos.....	12
Figura 2.5 Bodega de producto terminado.....	12
Figura 2.6 Área de Metales	13
Figura 2.7 Área de poliuretanos	13
Figura 2.8 Área de soldadura	13
Figura 2.9 Nave de calderos.....	14
Figura 2.10 Distribución planta Inga	14
Figura 2.11 Partes de una Caldera.....	55
Figura 2.12 Partes de una bomba centrífuga.....	57
Figura 2.13 Nivel	57
Figura 2.14 Ubicación de los indicadores de cuadrante.....	58
Figura 2.15 Alineación paralela	59
Figura 2.16 Alineación angular.....	59
Figura 2.17 Extracción de la cubierta	61
Figura 2.18 Medidor de picaduras de corrosión.....	62
Figura 2.19 Área de inspección.....	62
Figura 2.20 Área de inspección en el impulsor.....	63

Figura 2.21 Revisión del eje.....	65
Figura 2.22 Filtro de aire.....	69
Figura 2.23 Cambio de filtro de aceite.....	69
Figura 2.24 Partes de la enrolladora.....	73
Figura 2.25 Acople de conexión del aire para la espiga	73
Figura 2.26 Rodamiento 6004.....	74
Figura 2.27 Retenedor (30x50x10)	74
Figura 2.28 Engrane, chumacera, rodillo de arrastre	75
Figura 2.29 Placa cortadora.....	76
Figura 2.30 Guía en el expulsor	76
Figura 2.31 Rodamiento del expulsor	76
Figura 2.32 Partes de la cortadora de alumband	77
Figura 2.33 Alineación espigas	79
Figura 2.34 Revisión de casquillos y poleas	85
Figura 2.35 Tipos de aceite hidráulicos	85
Figura 2.36 Llenado de aceite	86
Figura 2.37 Huelgo axial de los utillajes.....	87
Figura 2.38 Tensión de correas	88
Figura 2.39 Alineación de correas	89
Figura 3.1 Flujo grama del mantenimiento preventivo de un equipo	95
Figura 3.2 Pantalla de inicio del programa	98
Figura 3.3 Ejemplo del equipo ingresado en el software	104
Figura 3.4 Localización/Inmuebles	109
Figura 3.5 Planes de mantenimiento ingresados al software	110

Figura 3.6 Programación del régimen de un plan de mantenimiento	110
Figura 3.7 Programación de las partes de un equipo	113
Figura 3.8 Programación de un plan de una parte de un equipo	113
Figura 3.9 Repuestos y Consumibles	120
Figura 3.10 Inventario.....	121
Figura 3.11 Programación mano de obra	122
Figura 3.12 Programación de un proveedor	123
Figura 3.13 Herramientas.....	124
Figura 3.14 Localización de equipos	125
Figura 3.15 Asociación de equipos a planes de mantenimiento	125
Figura 3.16 Mantenimientos iniciales	126
Figura 3.17 Mantenimientos próximos	127
Figura 3.18 Flujo grama del mantenimiento correctivo de un equipo	130
Figura 4.1 Actividades programadas vs. realizadas de mantenimientos de tipo correctivo.....	136
Figura 4.2 Actividades programadas vs. Realizadas de mantenimientos de tipo preventivo.....	137
Figura 4.3 Fallas ocurridas (Correctivos).....	138
Figura 4.4 Costos por mantenimientos preventivos y correctivos	138
Figura 4.5 Equipo análisis de vibraciones.....	141
Figura 4.6 Controles y funciones del equipo	143
Figura 4.7 Pantalla del equipo.....	143
Figura 4.8 Gráfico de gravedad ISO 10816-3	145
Figura 4.9 Gráfico de gravedad de aceleración con envolve	145

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A1: Plano distribución planta Inga

Anexo A2: Plano distribución planta Cashapamba

Anexo B: Listado de códigos de repuestos

Anexo C1: Orden de trabajo de Mantenimiento Preventivo

Anexo C2: Orden de trabajo de Mantenimiento Correctivo

Anexo D: Hoja de Asistencia Capacitación

RESUMEN

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) es una técnica que permite determinar cuáles son los procedimientos más adecuados para cualquier activo físico. Es así que Chova del Ecuador S.A. plantea implementar un sistema de gestión de mantenimiento basado en ésta técnica para contar con registros de mantenimiento y disminuir sus paros imprevistos debido a mantenimientos correctivos. Como recomienda la técnica los procedimientos de los planes de mantenimiento se realizan en base a sugerencias de fabricantes de los equipos así como de libros y normas que tienen una información completa. Con esta información se programa el software MP9 de mantenimiento, el cual ayuda a generar órdenes de trabajo de mantenimientos preventivos y correctivos, calendarios de paros programados, gráficas comparativas y tener un registro de repuestos y herramientas. Así después de tres meses de haber implementado el sistema de gestión se obtuvieron gráficas, una de ellas muestra que del 100% de operaciones de mantenimientos que fueron realizadas en el mes de junio, el 3% son por mantenimientos correctivos y el 97% son por mantenimientos preventivos. Esto quiere decir que existen solamente 6 paros imprevistos en ese mes. Así la empresa únicamente utiliza su presupuesto para mantenimientos planificados y a futuro se obtendrá un ahorro en producción y mantenimiento.

Palabras claves:

- Confiabilidad
- Mantenimiento
- Preventivo
- Correctivo
- Gestión

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

CHOVA DEL ECUADOR S.A. es una empresa líder en el mercado ecuatoriano en la producción y comercialización de productos asfálticos para la impermeabilización. La compañía cuenta con una excelente infraestructura, con instalaciones industriales modernas, lo que le ha permitido dar grandes saltos en términos de su preferencia en el mercado local e internacional.

Los productos que la empresa fabrica son:

- Láminas impermeabilizantes asfálticas
- Revestimientos líquidos
- Emulsiones asfálticas
- Placas asfálticas anti ruido
- Canales y bajantes de aguas lluvia

1.1.1. SISTEMA DE GESTIÓN DE CHOVA DEL ECUADOR

El principal componente de fabricación es el asfalto, que es provisto por la empresa nacional Petroecuador, adicionalmente cuenta con proveedores del exterior de materias primas que no se producen en el país como son el polímero, foil de aluminio, armaduras de poliéster y fibra de vidrio. Otros proveedores nacionales distribuyen otros productos como biocidas, caolín y carbonato de calcio. En el siguiente mapa conceptual se detalla los potenciales rivales, proveedores y clientes de Chova del Ecuador.

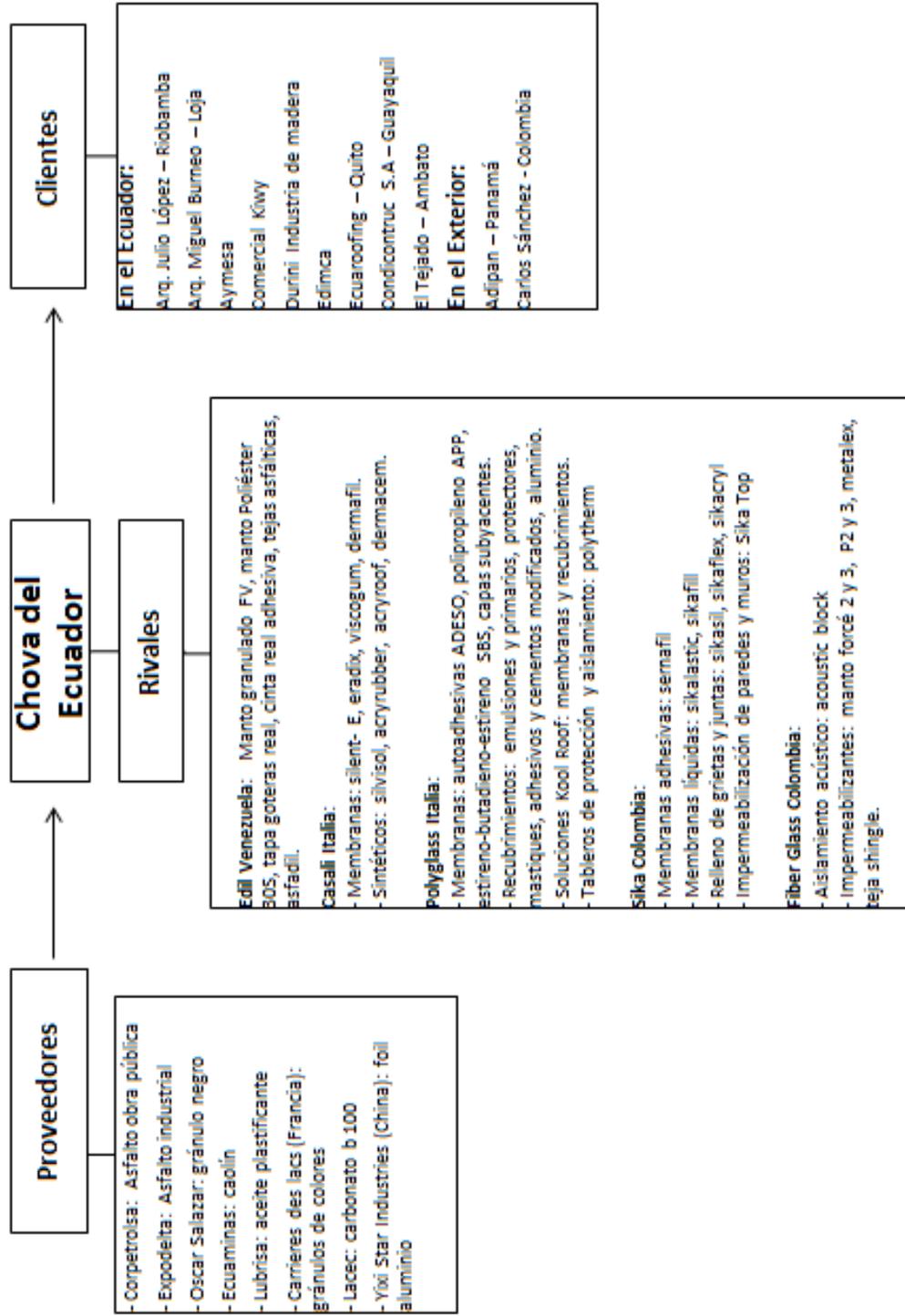


Figura 1.1 Información de la empresa Chova del Ecuador S.A

Chova del Ecuador comercializa productos que cumplen con normas internacionales: norma americana ASTM D 1970-01, norma española UNE 104, norma técnica NTE – INEN. Mantiene vigente un Sistema de Aseguramiento de Calidad ISO 9 001.

Chova del Ecuador es consciente que el cuidado y protección del medio ambiente, también es uno de los mecanismos que asegurará el crecimiento y la permanencia. Debe cumplir con las normativas ambientales establecidas para su funcionamiento y aplica a una certificación ISO 14 000

1.1.2. MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA

Chova del Ecuador S.A., ha venido realizando un mantenimiento correctivo, es decir el momento que un equipo o máquina no funciona correctamente, se procede a parar el mismo, para efectuar su respectiva reparación. Además, la empresa detiene sus actividades una vez al año para realizar un mantenimiento general de toda la planta, ya que carece de un registro de horas de operación de equipos y máquinas. En el año 2 010 compró la licencia de un software de mantenimiento llamado MP9, sin embargo no se ha realizado su respectiva programación.

La empresa en este momento gasta en mantenimiento el 2% de sus ventas, Chova del Ecuador vende 15'000 000, quiere decir que el valor que tiene destinado para mantenimiento es de 300 000 dólares anuales.

Los equipos y maquinarias de Chova del Ecuador son los siguientes:

Planta Inga:

- Tanque de almacenamiento de emulsión N°1
- Tanque de asfalto N°1
- Tanque de solución jabonosa N°1

- Tanque de aceite plastificante
- Tanque de emulsión MC-30
- Tanque de almacenamiento diésel
- Caldero aceite térmico
- Bomba de solución jabonosa
- Bomba de despacho de emulsión
- Bomba de asfalto
- Bomba de descarga de asfalto



Figura 1.2 Planta Inga

Planta Cashapamba

- Compresor de tornillo
- Compresor descarga de carbonato
- Enrolladora
- Tanque pre-mezclador
- Tanque mezclador de paletas N°1
- Cortadora de alumband
- Motor Polioli Inyectora de Poliuretano
- Caldero N°1
- Tanque de almacenamiento de asfalto N°1

- Silo N°1 de carbonato
- Bomba de dosificación de aceite plastificante
- Tanque para diésel
- Tanque de expansión aceite térmico
- Gofradora foil
- Montacargas N°1
- Montacargas N°2
- Prensa
- Inyectora de poliuretano
- Bomba de agua
- Conformadora de canales
- Desembobinadora de flejes para perfiles
- Conformadora de bajantes
- Polipasto eléctrico
- Molino trigonal
- Molino coloidal
- Tren de laminación etapa 1

Las características de los equipos se detallan en el capítulo 2.



Figura 1.3 Planta Cashapamba

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Chova del Ecuador al ser una empresa que fabrica diversidad de productos requiere del uso de varios equipos y maquinarias, los cuales son susceptibles a fallas, por lo cual es necesario realizar un mantenimiento general. La empresa ha venido realizando únicamente un mantenimiento correctivo a los equipos que lo necesitan, que en el peor de los casos ha representado una pérdida en la producción de 55 457,10 dólares por día de para. Además la empresa destina el 2% de sus ventas al año para mantenimiento de los equipos de las plantas.

Chova plantea la necesidad de crear un sistema de gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad para reducir sus pérdidas de producción por mantenimientos correctivos, para lo cual adquirió la licencia de un software de mantenimiento preventivo llamado mp9, el cual necesita ser programado en base a la disponibilidad de los equipos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), y programar el mantenimiento preventivo en el software MP9.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender y aplicar la técnica RCM.
- Programar el mantenimiento preventivo en el software MP9
- Diagnosticar el estado de máquinas y equipos de las plantas.
- Capacitar al personal la utilización y programación del software MP9.

1.4. ALCANCE DEL PROYECTO

La implementación del sistema de gestión de mantenimiento permitirá a la empresa Chova del Ecuador S.A. tener una producción continua, aumentar la disponibilidad de sus equipos, disminuir sus costos de mantenimiento, y dar una guía al área de mantenimiento. La planificación del mantenimiento se lo realizará a 39 equipos – maquinarias de la empresa Chova del Ecuador: Plantas Inga y Cashapamba.

Adquirir y mejorar habilidades y destrezas de los operadores, en el área de mantenimiento y producción industrial que formen parte de la experiencia personal y profesional.

1.5. JUSTIFICACIÓN

Para Chova del Ecuador es una necesidad implementar un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad para los equipos y máquinas, de las plantas Inga y Cashapamba, para lo cual se aplicarán los conocimientos adquiridos en la Carrera de Ingeniería Mecánica.

De esta manera se podrán realizar los mantenimientos de una manera programada, y la empresa disminuirá sus gastos por paros imprevistos que se estima sería de 12 885,20 dólares por mes.

Además, Chova del Ecuador S.A. necesita implementar el sistema de gestión de mantenimiento para obtener la certificación ISO TS 16 949 e ISO 9 000 ¹, requisito exigido por General Motors, cliente importante de la empresa.

¹ Norma aplicada a las ensambladoras

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO OPERATIVO DE LA MAQUINARIA

2.1. ESTRUCTURACIÓN DE LA MAQUINARIA

Para poder realizar un diagnóstico operativo de la maquinaria es importante definir la distribución de la planta y detallar características importantes de cada quipo, como: marca, modelo.

2.1.1. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

La empresa Chova del Ecuador cuenta con dos plantas: Planta Cashampamba y Plata el Inga, cada planta tiene diferentes áreas (ver Anexo A1 y A2), que se detallan a continuación:

2.1.1.1. Planta Industrial Cashapamba

- Nave 1: Impermeabilización
 - Área de Cortes: corta las láminas impermeabilizantes en las dimensiones requeridas para ser enrolladas y empacadas.



Figura 2.1 Área de cortes

- Área de Laminación:



Figura 2.2 Área de laminación

- Compensador Armaduras: es un área que cuenta con un compensador de longitudes, que permite que la lámina sea enrollada fácilmente.
 - Enrollado: enrollan las láminas impermeabilizantes para ser empacadas.
 - Pre mezcla: mezcla el polímero con asfalto aceite.
- Nave 2: Administración-Bodegas
 - Área de Gofrado: da forma de diamante a la lámina impermeabilizante.



Figura 2.3 Área de gofrado

- Bodega de Repuestos: almacenamiento de repuestos de equipos y máquinas
- Oficinas Administración
- Laboratorio de Calidad: realiza el control de calidad de los productos



Figura 2.4 Área de oficinas y bodega de repuestos

- Nave 3: Bodega de Producto Terminado: almacena el producto terminado



Figura 2.5 Bodega de producto terminado

- Nave 4: Metales y Construcción Liviana :
 - Área de Metales: produce perfiles, canales, bajantes y codos



Figura 2.6 Área de Metales

- Área Poliuretanos: inyecta el poliuretano para la fabricación de paneles.



Figura 2.7 Área de poliuretanos

- Área de Soldadura: sueldan los perfiles para fabricar los paneles.



Figura 2.8 Área de soldadura

- Nave de Calderos
 - Área de Calderos: ubicación de todos los calderos.
 - Área de Tanques: ubicación todos los tanques de almacenamiento.



Figura 2.9 Nave de calderos

2.1.1.2. Planta Industrial Inga



Figura 2.10 Distribución planta Inga

- Área de Calderos: ubicación de todos los calderos.
- Área de Emulsiones Asfálticas: realiza la mezcla de asfalto con emulsificantes, que al mezclarse con agua forman la emulsión.
- Área de Mezcla en Frío: mezcla de agregados pétreos con emulsión asfáltica para la producción de bitumix, que es utilizado para tapar baches.

- Área de Tanques: ubicación de todos los tanques de almacenamiento
- Laboratorio de Productos Viales: efectúan las pruebas químicas de las mezclas para la elaboración de productos

2.1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

Tabla 2.1 Descripción de los equipos Planta Inga

Equipo	Marca/ Fabricante	Modelo	Capacidad	Serie	Código
Tanque de almacenamiento emulsión N°2	ACINDEC	-	6000 gal.	102-01	C00009
Tanque de Asfalto N°2	ACINDEC	UL-142	13000 gal.	5128-01-01	C00006
Tanque de solución jabonosa N°1	PROYECTOS MECÁNICOS	-	1300 gal.	-	C00013
Tanque de aceite plastificante	CHOVA DEL ECUADOR	-	1000 gal.	-	C00011
Tanque de emulsión MC-30	ACINDEC	MC-30	7000 gal.	-	C00007
Tanque de almacenamiento diésel	ACINDEC	Vertical	4000 gal.	5229-01	C00001
Caldero aceite térmico	PIROBLOC	GFT-060/20/C 1	750 KW	725C921	-
Bomba de solución Jabonosa	VIKING	LQ227-A	28 Bar	12005625	C00028
Bomba de despacho de emulsión asfáltica	VIKING	L1227-A	24 Bar	12073799	C00024
Bomba de asfalto	VIKING	K224-A	400 Psi.	11318264	C00026
Bomba descarga de asfalto	VIKING	Q224-A	40 Psi.	12249312	C00029

Tabla 2.2 Descripción de los equipos Planta Cashapamba

Equipo	Marca/ Fabricante	Modelo	Capaci dad	Serie	Código
Compresor de tornillo	ATLAS COPCO	GA18	8.8 Bar/ 128 PSI	API463476	C00050
Enrolladora	-	-	10 KW	-	C00052
Tanque Pre-Mezclador	-	-	-	-	C00053
Tanque mezclador de paletas N°1	-	-	-	-	C00054
Cortadora de Alumband	INSETEC	CHOVA	4 rollos	-	C00057
Motor Poliol Inyectora de Poliuretano	ELECTRO ADDA	FCP160M T-4	12.7 KW	B1200655	-
Caldero N°1	HEIZA	HW-S- 03/K	600 kW	1510	C00062
Tanque almacenamiento de asfalto N°1	ACINDEC	-	13000 GL.	-	C00064
Silo N °1 Carbonato	-	-	20 TON	-	C00070
Bomba dosificación de aceite plastificante	KSB	Etan Y040-160	30 m³/h	417609111	C00077
Tanque para diésel	-	-	4000 gal.	-	C00080
Gofradora foil	RBC	RBC	-	-	C00085
Montacargas N°2	CATERPILLAR	GP30NM	250 KG	AT13FN01 20	C00088
Montacargas N°1	CATERPILLAR	Gp-30k	2 Ton.	AT1303679 5	C00021
Prensa	RBC- ECUAINSETEC	CHOVA	-	-	C00089

**Tabla 2.2 Descripción de los equipos Planta Cashapamba
(Continuación)**

Inyectora de poliuretano	CANNON POLYURETHANE TECHNOLOGY	A-BASIC 100	180 BAR	1-60402	C00090
Conformadora de canales	WELTY WAY	A	1000 LB	57514	C00107
Desembobinadora de Fleje para perfiles	DECOILER	LB decoiler	-	50212	C00105
Conformadora de Bajantes	WELTY WAY	PG5	-	1503- SLC	C00109
Molino Trigonal	SUPRATON	349-5.03	5 TON/h	5916	C00131
Molino Coloidal	CHARLOTTE	G75	-	-	C00142
Tren de Laminación Etapa 1	-	-	-	-	C00145 (E1)

2.2. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS EQUIPOS

El área de gerencia, producción y mantenimiento señala que las categorías para determinar el estado de los equipos son los siguientes:

- BUENO- Categoría A: tiene una máxima disponibilidad de maquinaria - equipos y tiene su respectiva documentación (manuales, planos de conjunto, despiece y eléctricos)
- REGULAR- Categoría B: tiene disponibilidad de maquinaria - equipos, pero no tiene su documentación completa. (manuales, planos de conjunto, despiece y eléctricos)
- MALO- Categoría C: no existe disponibilidad de maquinaria - equipos y tampoco tiene su respectiva documentación (manuales, planos de conjunto, despiece y eléctricos)

Para determinar el estado actual de los equipos, se realizó un estudio técnico de las diferentes máquinas, tomando en cuenta sus partes y el nivel de desgaste de las mismas, que fue realizado conjuntamente con el personal de la planta, es decir con el técnico de mantenimiento.

2.2.1. PLANTA INGA

Tabla 2.3 Estado técnico tanque de almacenamiento de emulsión N°1



Marca: ACINDEC	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00008	Significado: tanque de almacenamiento de emulsión asfáltica (es una mezcla de asfalto con emulsificantes que con el agua forman la emulsión)		
	Planos conjunto: si		
Manuales: no	Planos despiece: no aplica	Repuestos: no	
	Planos eléctricos: no aplica		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo			X
Cabeza			X
Pernos y tuercas			X
Empaques			X
Aislamiento			X
Válvulas			X
Tuberías			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno			

Tabla 2.4 Estado técnico tanque de asfalto N°1



Marca: ACINDEC

Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña

Código: C00006

Significado: tanque de almacenamiento de asfalto

Planos conjunto: si

Manuales: no

Planos despiece: no aplica

Repuestos: no

Planos eléctricos: no aplica

ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo			X
Cabeza			X
Pernos y tuercas			X
Empaques			X
Aislamiento			X
Válvulas			X
Tuberías			X

CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno

Tabla 2.5 Estado técnico tanque de solución jabonosa N°1



Marca:	PROYECTOS MECÁNICOS		
	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código:	Significado: tanque de almacenamiento de solución jabonosa (ácido HCL, agua, emulsificante)		
C00013	Planos conjunto: si		
Manuales: no	Planos despiece: no aplica	Repuestos: no	
	Planos eléctricos: no aplica		

ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo			X
Cabeza			X
Pernos y tuercas			X
Empaques			X
Aislamiento			X
Válvulas			X
Tuberías			X

CONCLUSIÓN: Estado técnico regular

Tabla 2.6 Estado técnico tanque de aceite plastificante



Marca: CHOVA DEL ECUADOR	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00011	Significado: tanque de almacenamiento aceite plastificante (aditivo que suaviza los materiales a los que se añaden)		
Manuales: no	Planos conjunto: si	Repuestos: no	
	Planos despiece: no aplica		
	Planos eléctricos: no aplica		

ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo			X
Cabeza			X
Pernos y tuercas			X
Empaques			X
Aislamiento			X
Válvulas			X
Tuberías			X

CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno

Tabla 2.7 Estado técnico tanque de emulsión MC-30



Marca: ACINDEC	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00007	Significado: tanque de almacenamiento de asfalto modificado MC-30 (Asfalto diluido, a partir de un cemento asfáltico diluido en solventes, del tipo kerosene)		
Manuales: no	Planos conjunto: si	Repuestos: no	
	Planos despiece: no aplica		
	Planos eléctricos: no aplica		

ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo			X
Cabeza			X
Pernos y tuercas			X
Empaques			X
Aislamiento			X
Válvulas			X
Tuberías			X

CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno

Tabla 2.8 Estado técnico tanque de almacenamiento de diésel



Marca: ACINDEC	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00001	Significado: tanque de almacenamiento de diésel		
Manuales: no	Planos conjunto: si	Repuestos: no	
	Planos despiece: no aplica		
	Planos eléctricos: no aplica		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo			X
Cabeza			X
Pernos y tuercas			X
Empaques			X
Aislamiento			X
Válvulas			X
Tuberías			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

Tabla 2.9 Estado técnico de caldero de aceite térmico



Marca:	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña	
Pirobloc		
Código: S/N	Significado: Caldero que permite el calentamiento del aceite térmico.	
Manuales: si	Planos conjunto: si	Repuestos: no
	Planos despiece: no	
	Planos eléctricos: no	

ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo			X
Filtros			X
Refractario			X
Serpentín			X
Acoples ventilador – quemador			X
Álabes – quemador			X
Boquillas/electrodos – quemador			X
Fotoceldas			X
Inyectores - quemador			X

CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno

Tabla 2.10 Estado Técnico de bomba de solución jabonosa



Marca: Viking **Responsable de mantenimiento:** Jaime Noroña

Código: C00028 **Significado:** Bomba que permite el traslado de solución jabonosa al tanque de almacenamiento

Manuales: si **Planos conjunto:** si **Repuestos:** si
Planos despiece: si
Planos eléctricos: si

ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Acoples		X	
Base			X
Filtros			X
Pernos de retención		X	
Resortes			X
Sellos			X
Álabes			X

CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno

Tabla 2.11 Estado técnico de bomba de despacho de emulsión asfáltica



Marca: Viking	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña	
Código: C00024	Significado: Bomba que permite la salida de la emulsión del tanque de almacenamiento	
Manuales: si	Planos conjunto: si	Repuestos: no
	Planos despiece: si	
	Planos eléctricos: si	

ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Base			X
Empaques		X	
Engranajes			X
Filtros y cedazos			X
Rodamientos o bocines		X	
CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno			

Tabla 2.12 Estado técnico de bomba de asfalto



Marca: Viking	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00026	Significado: Bomba que permite el traslado del asfalto al tanque de almacenamiento		
Manuales: si	Planos conjunto: si	Repuestos: si	
	Planos despiece: si		
	Planos eléctricos: si		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Base			X
Empaques			X
Engranajes			X
Filtros y cedazos		X	
Rodamientos o bocines			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno			

Tabla 2.13 Estado técnico de bomba descarga de asfalto



Marca: Viking	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00029	Significado: Bomba que permite la salida de asfalto del tanque de almacenamiento		
Manuales: si	Planos conjunto: si	Repuestos: no	
	Planos despiece: si		
	Planos eléctricos: si		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Base		X	
Empaques			X
Engranajes			X
Filtros y cedazos			X
Rodamientos o bocines			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno			

2.2.2. PLANTA CASHAPAMBA

Tabla 2.14 Estado técnico del compresor de tornillo



Marca: ATLAS COPCO	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña	
Código: C00050	Significado: alimentar el mando neumático del tren de laminación	
Manuales: si	Planos conjunto: si	Repuestos: no
	Planos despiece: no	
	Planos eléctricos: no	

ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Armario eléctrico			X
Colector de condensador – flotador			X
Filtro de aire			X
Filtro de Aceite			X
Led			X
Refrigeradores			X
Válvula de seguridad			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno			

Tabla 2.15 Estado técnico de enrolladora



Marca: s/n **Responsable de mantenimiento:** Jaime Noroña

Código: C00052 **Significado:** enrolla láminas impermeabilizantes

Manuales: no **Planos conjunto:** no **Repuestos:** no
Planos despiece: no
Planos eléctricos: no

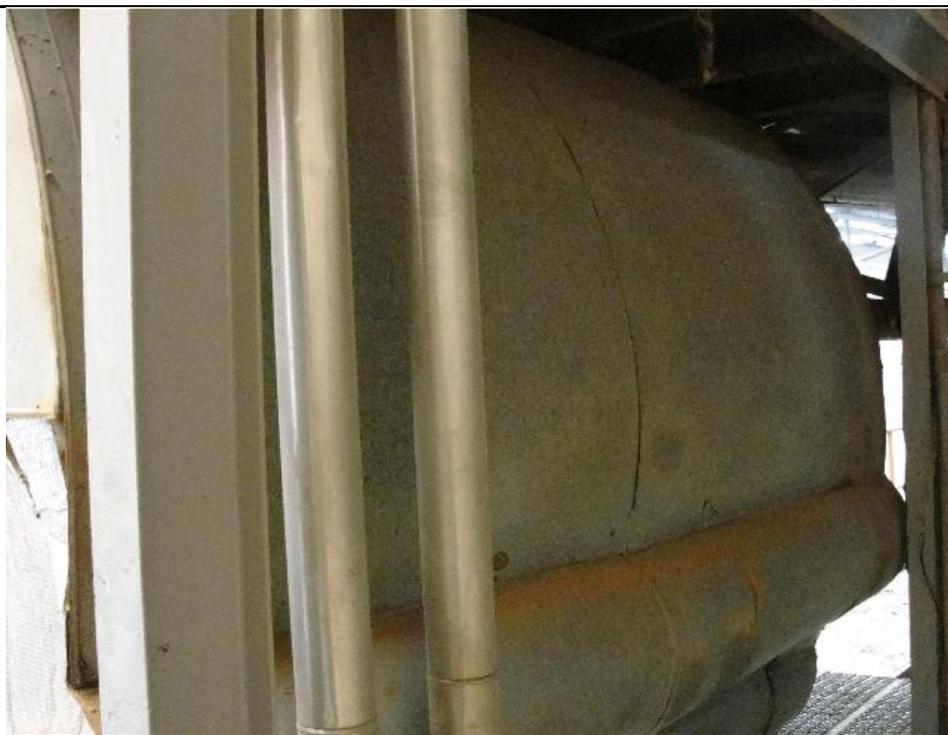
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Engranajes			X
Cadenas			X
Bandas			X
Chumaceras			X
Placa cortadora			X
Resortes		X	
Sistema neumático			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

Tabla 2.16 Estado técnico tanque pre-mezclador



Marca: s/n	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00053	Significado: tanque de almacenamiento de pre-mezcla: polímero asfalto y aceite		
Manuales: no	Planos conjunto: no	Repuestos: no	
	Planos despiece: no		
	Planos eléctricos: no		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo			X
Válvulas			X
Conexiones- termocuplas		X	
Eje mezclador-		X	
Prensaestopas			X
Rodamientos			X
Aspas			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

Tabla 2.17 Estado técnico del tanque mezclador de paletas N°1



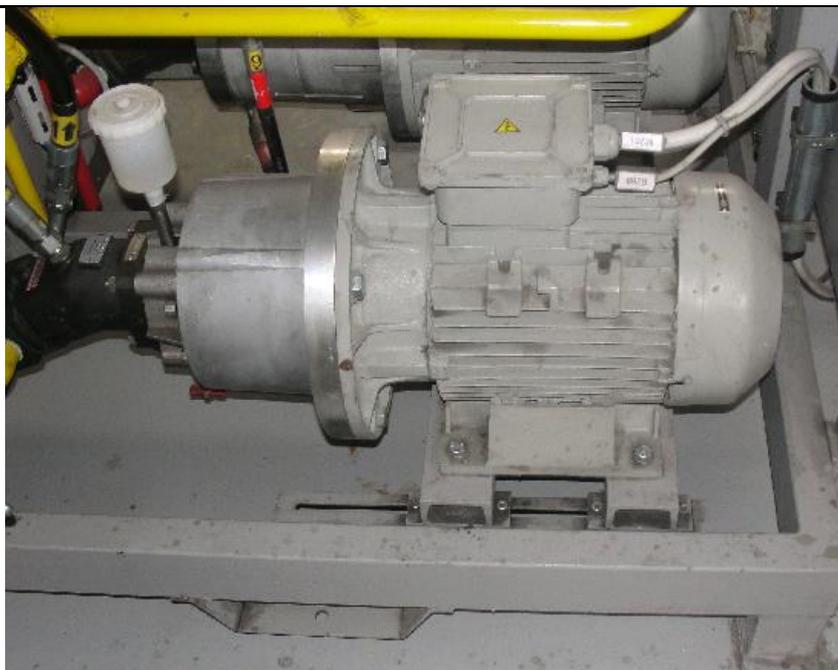
Marca: s/n	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00054	Significado: tanque de almacenamiento de mezcla de: asfalto, aceite, carbonato y caolín		
Manuales: no	Planos conjunto: no	Repuestos: no	
	Planos despiece: no		
	Planos eléctricos: no		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo		X	
Válvulas			X
Conexiones-termocuplas			X
Eje mezclador-		X	
Prensaestopas			X
Rodamientos			X
Aspas			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

Tabla 2.18 Estado técnico de la cortadora de alumband



Marca:	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
INSETEC			
Código:	Significado: corta las láminas de alumband en las dimensiones requeridas para ser enrolladas y empacadas		
C00057			
Manuales: no	Planos conjunto: no	Repuestos: no	
	Planos despiece: no		
	Planos eléctricos: no		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Acoples - conexiones			X
Chumaceras		X	
Cilindros			X
Eje de la cuchilla			X
Rodamientos			X
Espigas		X	
Sistema de enfriamiento (boquillas)			X
Sistema neumático			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

Tabla 2.19 Estado técnico de motor polioli inyectora de poliuretano



Marca: ELECTRO		Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña ADDA	
Código: s/n		Significado: motor que permite el accionamiento de la bomba de polioli.	
Manuales: si		Planos conjunto: si	Repuestos: no
		Planos despiece: si	
		Planos eléctricos: si	
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Base – ejes- acoples			X
Caja de conexión – terminales			X
Carcasa			X
Rotor – estator- bobinas			X
Tapaderas – rodamientos			X
Ventilador			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno			

Tabla 2.20 Estado técnico de caldero N°1



Marca: Heiza **Responsable de mantenimiento:** Jaime Noroña

Código: C00062 **Significado:** Caldero que permite el calentamiento del aceite térmico.

Manuales: si **Planos conjunto:** si **Repuestos:** no
Planos despiece: si
Planos eléctricos: si

ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo		x	
Filtros			x
Refractario			x
Serpentín			x
Acoples ventilador – quemador		x	
Álabes – quemador			x
Boquillas/electrodos – quemador			x
Fotoceldas		x	
Inyectores - quemador			x
CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno			

Tabla 2.21 Estado técnico del tanque de almacenamiento de asfalto N°1



Marca: s/n	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00064	Significado: tanque de almacenamiento de asfalto		
Manuales: no	Planos conjunto: no	Repuestos: no	
	Planos despiece: no		
	Planos eléctricos: no		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo		X	
Cabeza			X
Pernos y tuercas		X	
Empaques			X
Aislamiento		X	
Válvulas			X
Tuberías			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

Tabla 2.22 Estado técnico del silo N°1 carbonato



Marca: s/n	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00070	Significado: Almacenamiento de carbonato		
Manuales: no	Planos conjunto: no	Repuestos: no	
	Planos despiece: no		
	Planos eléctricos: no		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo			X
Filtros			X
Sistema neumático			X
Tapas - empaques			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

Tabla 2.23 Estado técnico de la bomba de dosificación de aceite plastificante



Marca: KSB	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00077	Significado: Bomba que permite la dosificación de aceite plastificante		
Manuales: si	Planos conjunto: si	Repuestos: no	
	Planos despiece: no		
	Planos eléctricos: no		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Acoples		X	
Base			X
Filtros			X
Pernos de retención			X
Resortes		X	
Sellos			X
Álabes			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

Tabla 2.24 Estado técnico del tanque para diésel



Marca: s/n	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00080	Significado: tanque de almacenamiento de diésel		
Manuales: no	Planos conjunto: si	Repuestos: no	
	Planos despiece: no		
	Planos eléctricos: no		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cuerpo			x
Cabeza			x
Pernos y tuercas			x
Empaques			x
Aislamiento			x
Válvulas			x
Tuberías			x
CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno			

Tabla 2.25 Estado técnico gofradora foil



Marca: RBC	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00085	Significado: Da la forma de diamante a la lámina de impermeabilizante		
Manuales: no	Planos conjunto: no	Repuestos: no	
	Planos despiece: no		
	Planos eléctricos: no		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Acoples		X	
Cadenas			X
Ejes – puntas de eje			X
Freno			X
Resortes		X	
Rodamientos – chumaceras			X
Rodillo de caucho			X
Rodillo gofrador			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

Tabla 2.26 Estado Técnico de montacargas N°2

		Horómetro: 7499		
		Marca: Caterpillar Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00088 Significado: transporta pallets con materia prima o producto terminado.				
Manuales: si Planos conjunto: si Repuestos: no				
Planos despiece: si Planos eléctricos: si				
ESTADO MECÁNICO		Malo	Regular	Bueno
Batería				x
Cadenas de levantamiento		x		
Cáncamos de pivote del chasis				x
Cáncamos de pivote del mástil				x
Extensión de la varilla del cilindro				x
Cojinetes de las ruedas				x
Eje del motor y ruedas matrices				x
Correas		x		
Cárter			x	
Válvula PCV y respiradero				x
Defensa superior				x
Freno de estacionamiento				x
Junta Universal			x	

Tabla 2.26 Estado Técnico de montacargas N°2 (Continuación)

Mecanismo de dirección		X
Filtro del motor	X	
Válvulas del motor		X
Mástil, portahorquillas, cadenas de levantamiento, pasador de gozne del mástil		X
Pedal de marcha lenta – eje de control	X	
Rodillos de cruceta		X
Sistema de combustible – filtro primario		X
Sistema de enfriamiento		X
Sistema hidráulico y de servodirección		X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular		

Tabla 2.27 Estado Técnico de montacargas N°1**Marca:** Caterpillar**Responsable de mantenimiento:** Jaime Noroña**Código:** C00021**Significado:** transporta pallets con materia prima o producto terminado.

Tabla 2.27 Estado Técnico de montacargas N°1 (Continuación)

Manuales: si Planos conjunto: si Repuestos: no Planos despiece: si Planos eléctricos: si			
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Batería			X
Cadenas de levantamiento	X		
Cáncamos de pivote del chasis			X
Cáncamos de pivote del mástil			X
Extensión de la varilla del cilindro			X
Cojinetes de las ruedas			X
Eje del motor y ruedas matrices			X
Correas		X	
Cárter		X	
Válvula PCV y respiradero			X
Defensa superior			X
Freno de estacionamiento			X
Junta Universal		X	
Mecanismo de dirección			X
Filtro del motor		X	
Válvulas del motor			X
Mástil, portan horquillas, cadenas de levantamiento.			X
Pedal de marcha lenta – eje de control			X
Rodillos de cruceta			X
Sistema de combustible – filtro primario		X	
Sistema de enfriamiento			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

Tabla 2.28 Estado técnico de prensa



Marca: RBC- **Responsable de mantenimiento:** Jaime Noroña
ECUAINSETEC

Código: C00089 **Significado:** se inyecta el poliuretano y comprime el mismo para que adquiera la forma del pallet.

Manuales: no **Planos conjunto:** no **Repuestos:** no

Planos despiece: no

Planos eléctricos: no

ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cilindros neumáticos			X
Guías			X
Rodamientos			X
Resistencias			X
Sistema neumático			X

CONCLUSIÓN: Estado técnico regular

Tabla 2.29 Estado técnico de la inyectora de poliuretano



Marca: Cannon Polyurethane	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00090	Significado: inyectora poliuretano a alta presión		
Manuales: si	Planos conjunto: si	Repuestos: no	
	Planos despiece: si		
	Planos eléctricos: si		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Bridas o empaques			X
Central oleodinámica – acumulador hidroneumático			X
Central oleodinámica – cabezales			X
Central oleodinámica – boquilla			X
Circuito neumático – filtro deshidratador			X
Cubetas líquido de obstrucción			X
Empalmes			X
Intercambiadores de calor			X
Seleccionadores de reciclado			X
Tuberías Flexibles			X
Tuberías rígidas			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno			

Tabla 2.30 Estado técnico de la conformadora de canales



Marca: Welty		Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña	
Way			
Código:		Significado: fabrica canales metálicos	
C00107			
Manuales:		Planos conjunto: no	Repuestos: no
no		Planos despiece: no	
		Planos eléctricos: no	
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cadenas			X
Chumaceras			X
Guías			X
Rodillos			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

Tabla 2.31 Estado técnico de la desembobinadora de fleje para perfiles



Marca: **Decoiler** Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña

Código: **C00105** Significado: fabrica perfiles metálicos

Manuales: **no** Planos conjunto: **no** Repuestos: **no**

Planos despiece: **no**

Planos eléctricos: **no aplica**

ESTADO MECÁNICO

Malo

Regular

Bueno

Eje roscado

x

Llantas

x

Manivela

x

Rodamientos

x

CONCLUSIÓN: Estado técnico regular

Tabla 2.32 Estado técnico de conformadora de bajantes



Marca: Welty Way	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00109	Significado: desembobina la materia prima para la elaboración de bajantes		
Manuales: no	Planos conjunto: no	Repuestos: no	
	Planos despiece: no		
	Planos eléctricos: no		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Cadenas			X
Chumaceras			X
Guías			X
Rodillos			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

Tabla 2.33 Estado técnico del molino trigonal



Marca:	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Supraton			
Código:	Significado: muele, refina y reduce el producto por fuertes acciones de corte y rozamiento		
C00131			
Manuales: si	Planos conjunto: si	Repuestos: no	
	Planos despiece: si		
	Planos eléctricos: si		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Prensa estopa			X
Caja de rodamientos			X
Sistema de seguridad			X
Válvula purga de aire			X
Cabezal de utillaje			X
Sistema hidráulico			X
Correas			X
Rodamientos			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno			

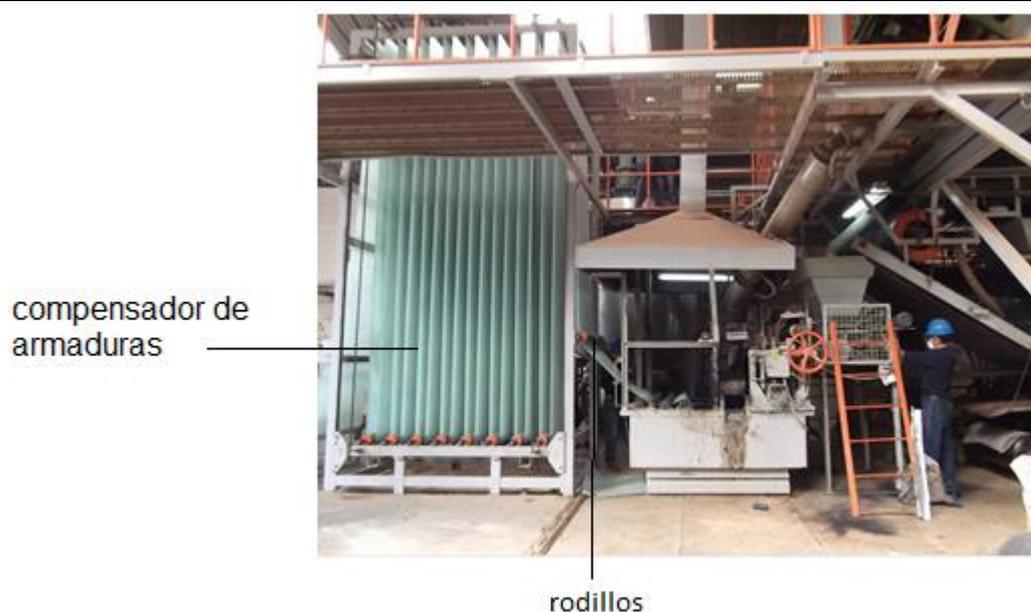
Tabla 2.34 Estado técnico del molino coloidal



Marca:	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña	
Charllotte		
Código:	Significado: muele refina y reduce el producto a	
C00142	fuertes acciones de corte y rozamiento	
Manuales: si	Planos conjunto: si	Repuestos: no
	Planos despiece: si	
	Planos eléctricos: si	

ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Caja de rodamientos			X
Sellos mecánicos			X
Eje			X
Sistema de enfriamiento			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico bueno			

Tabla 2.35 Estado técnico de tren de laminación etapa 1



Marca: s/n	Responsable de mantenimiento: Jaime Noroña		
Código: C00145 (E1)	Significado: producción de láminas impermeabilizantes		
Manuales: no	Planos conjunto: no	Repuestos: no	
	Planos despiece: no		
	Planos eléctricos: no		
ESTADO MECÁNICO	Malo	Regular	Bueno
Rodillos		X	
Cadenas		X	
Chumaceras			X
Piñones			X
Motoreductor			X
CONCLUSIÓN: Estado técnico regular			

2.3. DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento centrado en la confiabilidad promueve el uso de nuevas tecnologías, permitiendo de forma eficiente, optimizar procesos de producción y disminuir al máximo paros imprevistos en los equipos. Para esto vamos a realizar la programación en el software MP9, que nos permitirá un control adecuado de los equipos y sus fechas de mantenimiento y el registro de mantenimientos preventivos y correctivos. Es importante detallar el procedimiento de mantenimiento para los equipos de la planta.

2.3.1. MANTENIMIENTO DE TANQUES

El tanque es un depósito diseñado para almacenar o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presión interna relativamente baja. Se decidió realizar tres tipos diferentes debido al desgaste por los distintos fluidos que almacenan, estos son los siguientes:

- Tanques de mezcladores
- Tanques de almacenamiento de asfalto
- Tanques almacenamiento de emulsiones

Tabla 2.36 Mantenimiento periódico de tanques mezcladores

Actividad	Período de tiempo
Verificar conexiones	3 meses
Revisión del estado de accesorios: válvulas.	6 meses
Limpieza interior y exterior, pintar tanque	3 meses
Revisar los pernos del eje mezclador	3 meses
Revisión de aspas	3 meses

Tabla 2.37 Mantenimiento periódico de tanques de almacenamiento de asfalto

Actividad	Período de tiempo
Verificar conexiones	3 meses
Revisión del estado de accesorios: válvulas.	6 meses
Limpieza interior y exterior, pintar tanque	2 años

Tabla 2.38 Mantenimiento periódico de tanques de almacenamiento de emulsión

Actividad	Período de tiempo
Verificar conexiones	3 meses
Revisión del estado de accesorios: válvulas.	6 meses
Limpieza interior y exterior, pintar tanque	1 año

2.3.2. MANTENIMIENTO DE CALDEROS

Tabla 2.39 Mantenimiento periódico de calderas

Actividad	Período de tiempo
Revisión del cuerpo y limpieza exterior	3 meses
Revisión de filtros y reajuste de puntos de conexión	1 mes
Revisión de fibra cerámica y el refractario	1 año
Revisión del serpentín	1 año
Revisión del visor	1 mes
Revisión, reajuste y limpieza del acople del ventilador	3 meses
Revisión, reajuste y limpieza de álabes	3 meses
Revisión, reajuste y limpieza de boquillas	3 meses
Calibración de electrodos	3 meses
Limpieza, reajuste y calibración de fotoceldas	3 meses
Revisión, reajuste y limpieza de filtros de inyección diésel	3 meses

2.3.2.1. Procedimiento

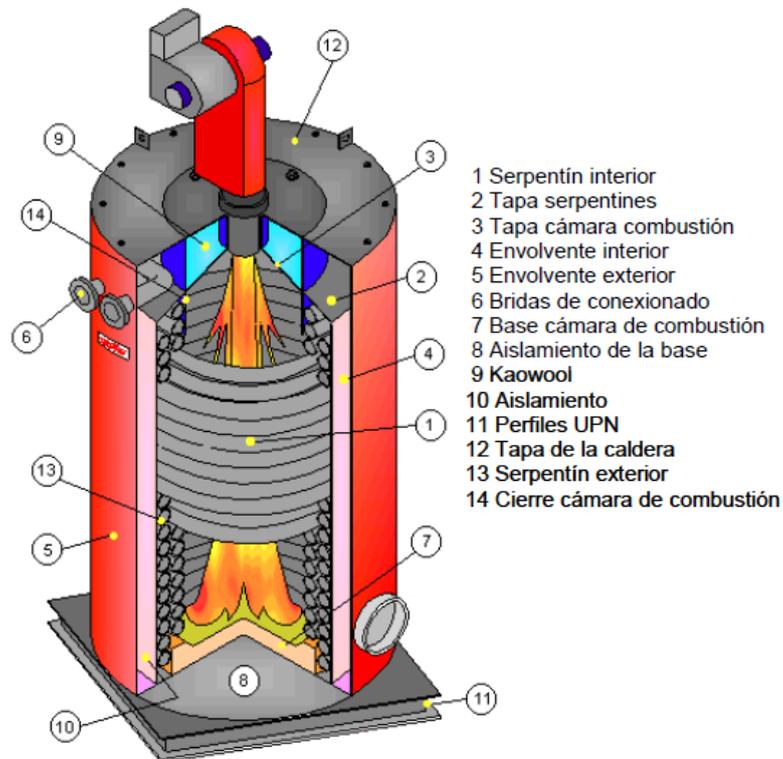


Figura 2.11 Partes de una Caldera

2.3.2.1.1. Estanqueidad:

1. Comprobar la estanqueidad en el serpentín para verificar existencia de fugas, si existen fugas reparar.

2.3.2.1.2. Limpieza del sistema:

1. Limpiar el serpentín con franela
2. Analizar el aceite mediante una prueba:
 - a. La prueba se la realiza en laboratorio.
 - b. El nombre del lubricante que utiliza la empresa es: TEXATHERM
 - 46
 - c. La empresa que realiza el análisis es: Swissoil
 - d. Se analiza lo siguiente:

- i. Apariencia
- ii. Si existe agua por crepitación
- iii. Viscosidad a 40°C (ASTM445)
- iv. Metales de desgaste: cromo, níquel, cobre, estaño, aluminio, plomo, hierro, silicio.

2.3.2.1.3. Inspección visual de las tuberías y conexiones

1. Verificar que las tuberías no tengan agrietamientos ni corrosión
2. Verificar el estado de las conexiones, si se encuentran en mal estado reemplazar.

2.3.3. MANTENIMIENTO DE BOMBAS

Las bombas se emplean para bombear aceite térmico, agua y asfalto. En Chova del Ecuador se utilizan dos tipos de bombas: las bombas centrífugas que son utilizadas para fluidos como aceite térmico y agua; y las bombas de engranajes que son utilizadas para asfalto.

Tabla 2.40 Mantenimiento periódico de bombas centrífugas

Actividad	Período de tiempo
Revisión y reajuste de acoples	3 meses
Reajuste y limpieza de la base	6 meses
Revisión y limpieza de filtros	3 meses
Revisión de fugas y reajuste de pernos de retención	6 meses
Revisión y reajuste de arandelas	6 meses
Revisión y reajuste de álabes	2 años
Alineación	6 meses

2.3.3.1. Procedimiento

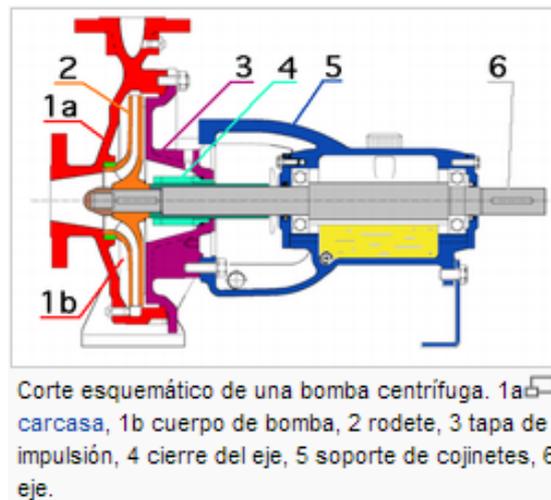


Figura 2.12 Partes de una bomba centrífuga

2.3.3.1.1. Alinear la bomba con el motor

La unidad debe operar con un des alineamiento máximo de 0.003". La tolerancia del indicador debe ser de 0.0005.

1. Verificar que la base esté nivelada: colocar el nivel en la superficie sobre la que se encuentre apoyada el motor y la bomba, si la burbuja se encuentra entre la dos marcas (como muestra la figura), la base está nivelada.

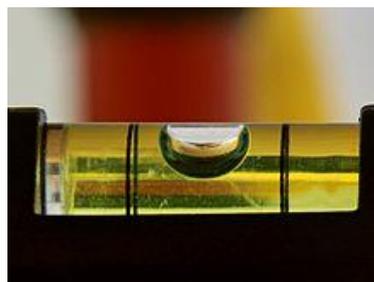


Figura 2.13 Nivel

2. Colocar los indicadores de cuadrante para la alineación:
 - Colocar dos indicadores de cuadrante como se indica en la figura:

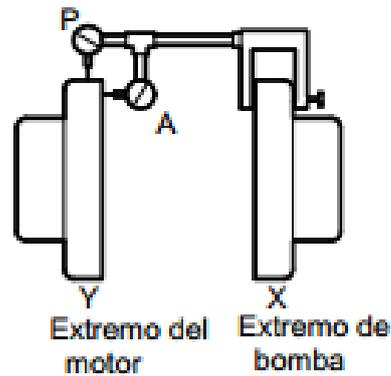


Figura 2.14 Ubicación de los indicadores de cuadrante

- a) Colocar la varilla del indicador en contacto con el perímetro de la mitad del acoplamiento del motor (alineación paralela).
 - b) Colocar la varilla del otro indicador en contacto con el extremo interior de la mitad del acoplamiento del motor (alineación angular)
3. Alineación paralela (corrección vertical)
- Colocar el indicador a cero en la posición central superior (posición de las 12 en punto) de la mitad del acoplamiento del motor.
 - Girar el indicador a la posición central inferior (posición de las 6 en punto)
 - Registrar la lectura del indicador:
 - a) Negativo: más separado del lado inferior que del superior. Se debe elevar el pie del motor en el extremo del eje (añadir separadores) , o bajar el pie del motor en el otro extremo (quitar separadores)
 - b) Positivo: más cerca del lado inferior que del superior. Se debe bajar el pie del motor en el extremo del eje (quitar separadores), o elevar el pie del motor en el otro extremo (añadir separadores)

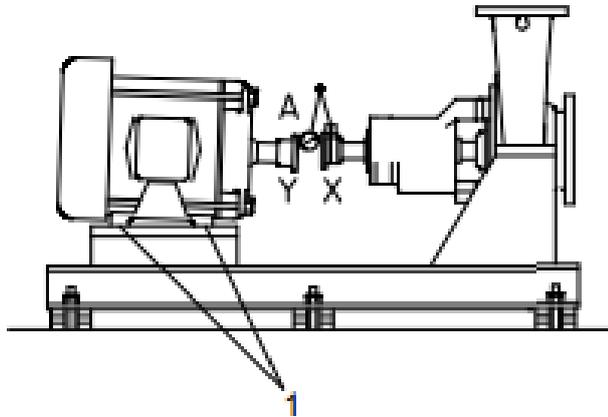


Figura 2.15 Alineación paralela

4. Alineación angular (corrección horizontal)

- Colocar el reloj comparador para la alineación angular en cero en el lado izquierdo de la mitad de la mitad del acoplamiento del motor, en la posición de las 9 en punto.
- Girar el reloj comparador hasta la posición de las 3 en punto.

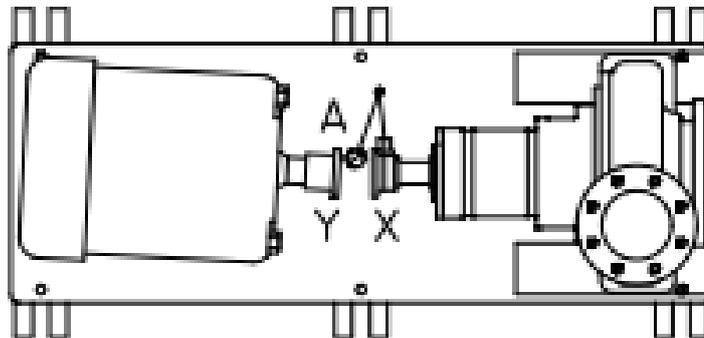


Figura 2.16 Alineación angular

2.3.3.1.2. Revisar el apretamiento de pernos y tuercas

1. Los pernos y tuercas que muestran daños o tengan la rosca defectuosa, deben desmontarse y sustituirse, tan pronto sea posible, por piezas de la misma clase
2. Para apretarlas utilizar, una llave dinamométrica

3. Los pares de apriete aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 2.41 Torque para apriete de pernos

Perno	Torque (Nm)
M6	10
M8	25
M10	51
M12	87
M16	215
M20	430
M24	740
M30	1500

Fuente: Catálogo Viking de bombas centrífugas

2.3.3.1.3. Lubricación de cojinetes:

1. La lubricación se realiza mediante un grasero.
2. Mediante el grasero se aplica la grasa al rodamiento.
3. Los lubricantes se utilizan de acuerdo a la aplicación del rodamiento:
 - a) Texclad: rodamientos sumergidos en agua
 - b) Thermatex EP2: rodamientos que trabajan a alta temperatura
 - c) Multifak: otros rodamientos.

2.3.3.1.4. Revisar que no existan fugas en el sello mecánico

Para la revisión de un año es necesario desmontar la bomba:

1. Cerrar las válvulas de aislamiento de los lados de aspiración y descarga de la bomba.
2. Abrir la válvula de drenaje, esperar hasta dejar salir líquido de la válvula de drenaje. Si sigue saliendo líquido de la válvula de drenaje, las válvulas de aislamiento no están sellando correctamente, es necesario reparar.

3. Dejar la válvula de drenaje abierta y extraer el tapón de descarga ubicado en la parte inferior de la carcasa de la bomba
4. Drenar el líquido de la tubería.
5. Extraer el protector del acoplamiento.
6. Extraer la cubierta posterior:
 - Extraer los pernos
 - Extraer la cubierta posterior mediante un tecla a través de la caja de rodamientos.

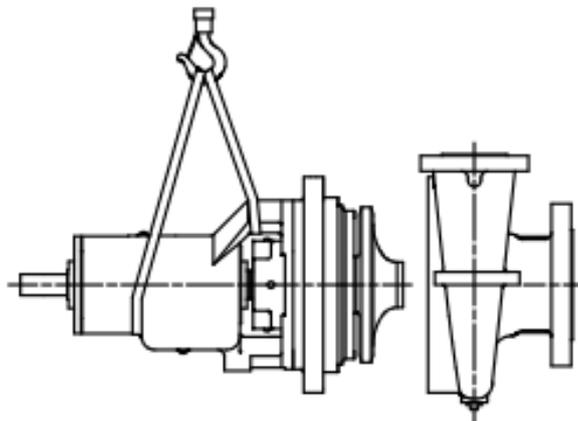


Figura 2.17 Extracción de la cubierta

- Extraer la caja de la carcasa
- Limpiar las superficies de la junta
- Transportar conjunto de desmontaje posterior a un área de trabajo limpia.

2.3.3.1.5. Revisar la carcasa:

1. Inspeccionar la carcasa para detectar grietas o picaduras.
2. Limpiar las superficies de las juntas en su totalidad
3. Reparar o reemplazar la carcasa si existe la siguiente condición:

- Desgaste localizado o picaduras de más de 1/8 de pulgadas de profundidad, la cual es medida con el medidor de picaduras de corrosión que se indica en la siguiente figura:

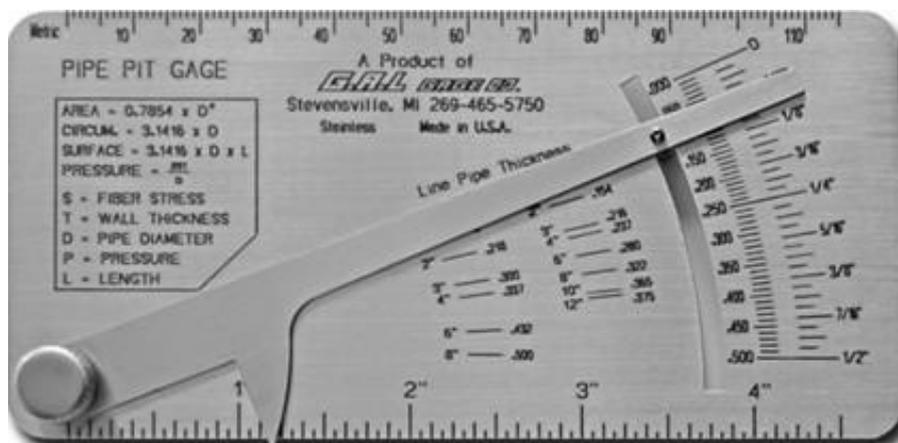


Figura 2.18 Medidor de picaduras de corrosión

La figura indica mediante flechas las áreas que se deben inspeccionar:

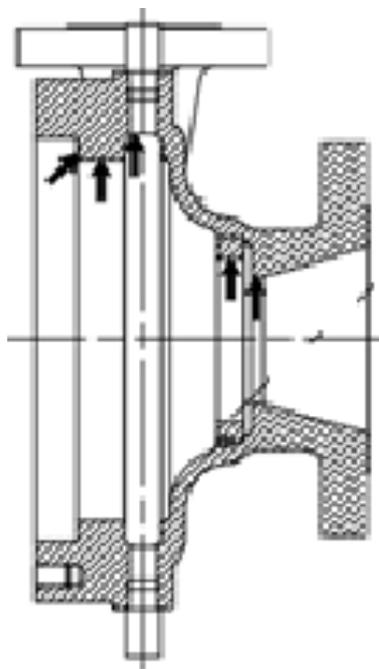


Figura 2.19 Área de inspección

2.3.3.1.6. Revisar la turbina

1. Cuando las paletas del impulsor (a) presentan surcos con una profundidad superior a 1/16 pulgas, o tienen un desgaste de más de 1/32 pulgadas, reemplazarlas.
2. Cuando las paletas de bombeo (b) tienen un desgaste o una curvatura de más de 1/32 pulgadas, reemplazarlas
3. Cuando los bordes de las paletas (c) tengan grietas, picaduras o corrosión reemplazarlas.
4. Verificar y limpiar el diámetro (d) del orificio del impulsor

La imagen muestra las áreas del impulsor para inspeccionar.

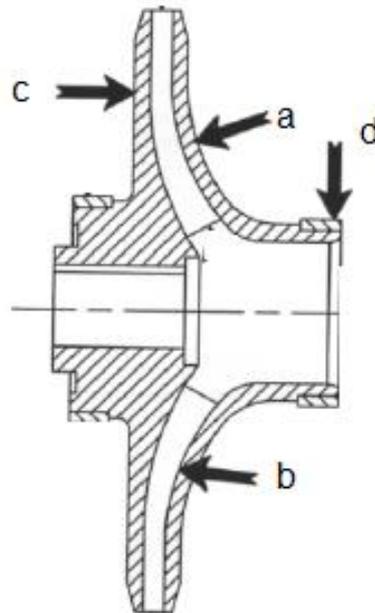


Figura 2.20 Área de inspección en el impulsor

2.3.3.1.7. Revisión del eje

1. Comprobar los ajustes del cojinete del eje. Si está fuera de la tolerancia reemplazar el eje. A continuación se muestra una tabla de las tolerancias:

Tabla 2.42 Tabla de ajustes y tolerancias de los cojinetes

Posición	Descripción	SX ²
Radial (Interior)	Diámetro externo del eje	2,3628(60,015) 2,3623(60,002)
	Interferencia	0,0001 (0,002) 0,0012 (0,030)
	Diámetro interior del cojinete	2,3616 (59,985) 2,3622 (60,000)
	Diámetro interno del bastidor del cojinete	4,3307 (110,000) 4,3316 (110,022)
	Holgura	0,000 (0,000) 0,0015(0,037)
	Diámetro externo del cojinete	4,3307 (110,000) 4,3301(110,022)
Empuje (Exterior)	Diámetro externo del eje	2,3628 (60,015) 2,3623 (60,002)
	Interferencia	0,0001(0,0002) 0,0012(0,030)
	Diámetro interior del cojinete	2,3616(59,985) 2,3622(60,000)
	Diámetro interno del bastidor del cojinete	5,1181(130,000) 5,1191(130,025)
	Holgura	0,000(0,000) 0,0017(0,043)
	Diámetro externo del cojinete	5,1181(130,000) 5,1174(129,982)

Fuente: Norma ISO286 (NSI) pulgadas-milímetros

² Rodamiento de rodillo cruzado

2. Comprobar la rectitud del eje:
 - Colocar rodillos de equilibrio (a) para sujetar el eje en las áreas de ajuste de los cojinetes.
 - Reemplazar el eje si la desviación excede 0,001 pulgadas, medido con los 3 relojes comparadores (b).
3. Comprobar la superficie del eje:
 - Comprobar la superficie del eje para ver si hay algún daño, especialmente en las áreas indicadas por la flechas en la siguiente figura, las cuales serán medidas con los micrómetros (c).

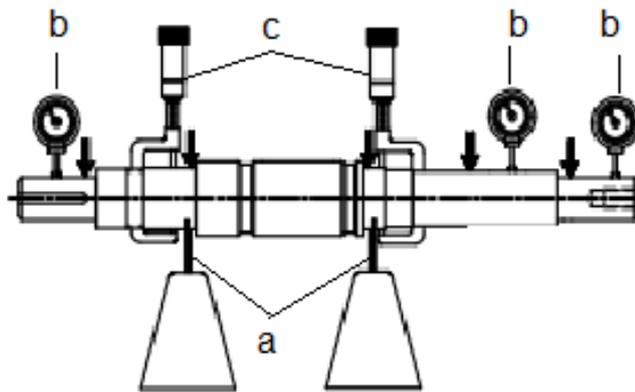


Figura 2.21 Revisión del eje

- Reemplazar el eje si está dañado y no puede repararse.

2.3.3.1.8. Revisar el anillo de aceite:

1. Revisar que los anillos de aceite se encuentren lo más redondeado posible.
2. Reemplazar los anillos de aceite si están desgastados, deformados o dañados

Tabla 2.43 Mantenimiento periódico de bombas de engranajes

Actividad	Período de tiempo
Revisión y reajuste de empaques	2 años
Reajuste y limpieza de la base	6 meses
Revisión, reajuste, limpieza y lubricación de engranajes	2 años
Limpieza de filtros	6 meses
Lubricación y revisión de rodamientos o bocines	3 meses
Alineación	6 meses

2.3.4. MANTENIMIENTO DE MONTACARGAS

Es un vehículo contrapesado en su parte trasera, que mediante dos horquillas, puede transportar y apilar cargas generalmente montadas sobre tarimas o palés.

- Utilizar el kilometraje, el consumo de combustible, las horas de servicio, o el tiempo de calendario, LO QUE OCURRA PRIMERO.

Tabla 2.44 Mantenimiento periódico de montacargas

Actividad	Período de tiempo/ horas de servicio
Revisión y limpieza de la batería	Mensual o cada 250 horas
Revisión del desgaste y verificar la tensión de las cadenas de levantamiento	6 meses o cada 1000 horas
Lubricar cáncamos de pivote del chasis	3 meses o cada 500 horas
Lubricar cáncamos de pivote del mástil	3 meses o cada 500 horas
Ajustar la extensión de la varilla del cilindro	3 meses o cada 500 horas
Engrasar el eje del motor y los cojinetes de las agujas.	1 año o cada 500 horas
Revisión y ajuste de las correas	3 meses o cada 500 horas

Tabla 2.44 Mantenimiento periódico de montacargas (Continuación)

Revisión de la válvula y el respiradero del cárter	Mensual o cada 250 horas
Revisión de la defensa superior	3 meses o cada 500 horas
Revisar y ajustar el freno de estacionamiento	Mensual o cada 250 horas
Revisar que no haya desgaste en los cojinetes de la junta universal	6 meses o cada 1000 horas
Revisar y lubricar los pivotes y los cojinetes del mecanismo de dirección	Mensual o cada 250 horas
Cambiar el aceite y el filtro	Mensual o cada 250 horas
Revisar el juego de válvulas del motor	Mensual o cada 250 horas
Revisar y lubricar el mástil, porta horquillas y las cadenas de levantamiento	Mensual o cada 250 horas
Lubricar el eje de control del pedal de marcha lenta	3 meses o cada 500 horas
Comprobar el funcionamiento de los rodillos de cruceta	3 meses o cada 500 horas
Limpieza y revisión del sistema de enfriamiento	1 año o cada 2000 horas
Revisión del nivel de aceite del sistema hidráulico y de servodirección	Mensual o cada 250 horas
Cambiar el aceite y filtros de aire y limpieza del colador	3 meses o cada 500 horas

2.3.5. MANTENIMIENTO DE COMPRESOR

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como los gases y los vapores.

- Utilizar las horas de servicio, o el tiempo de calendario, LO QUE OCURRA PRIMERO.
- No se deben mezclar lubricantes de marcas o tipos diferentes ya que podrían no ser compatibles y la mezcla de aceite tendrá unas propiedades inferiores.
- Drenar siempre el aceite del compresor en todos los puntos de drenaje, ya que el aceite usado que queda en el compresor puede contaminar el sistema de aceite y acortar la vida útil del nuevo aceite.

Tabla 2.45 Mantenimiento periódico de compresor de tornillo

Actividad	Período de tiempo
Revisión de refrigeradores	3 meses o cada 500 horas
Revisar filtro de aire	3 meses o cada 500 horas
Revisión del cartucho de filtro de aire	6 meses o cada 1000 horas
Revisión del elemento filtrante del armario eléctrico	2 años o cada 6000 horas
Revisar el nivel de aceite	2 años o cada 6000 horas
Cambiar el aceite	1000 horas o cada 6 meses
Cambiar cartucho de filtro de aire	1 año o cada 4000 horas
Limpiar los refrigeradores	1 año o cada 4000 horas
Comprobar las lecturas de presión y temperatura	1 año o cada 4000 horas
Comprobar el LED del display	1 año o cada 4000 horas
Comprobar si hay fugas	1 año o cada 4000 horas
Desmontar, desarmar y limpiar la válvula del flotador del colector de condensado	1 año o cada 4000 horas
Revisión de la válvula de seguridad	1 año o cada 4000 horas
Revisión de uniones atornilladas	1 año o cada 4000 horas

2.3.5.1. Procedimiento

2.3.5.1.1. Filtro de Aire

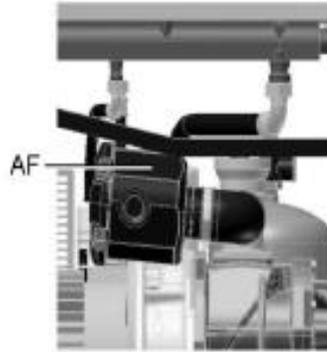


Figura 2.22 Filtro de aire

1. Desconectar el voltaje
2. En unidades Pasck, retirar el panel lateral y en unidades Full-Feature, retirar el panel frontal.
3. Desmontar el conjunto de filtro de aire
4. Retirar la tapa del filtro de aire AF girándola en sentido anti horario, saque el cartucho y limpiar la tapa.
5. Instalar el cartucho nuevo y la tapa.

2.3.5.1.2. Cambio del aceite y filtro de aceite

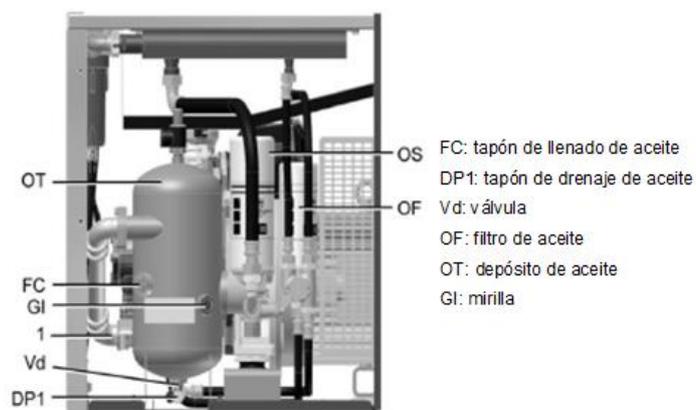


Figura 2.23 Cambio de filtro de aceite

1. Hacer funcionar el compresor hasta que se caliente.
2. Parar el compresor, cerrar la válvula de salida de aire y desconectar el voltaje.
3. Despresurizar el compresor abriendo la válvula de drenaje manual.
4. Esperar unos minutos y despresurizar el depósito de aire y aceite, aflojando el tapón de llenado de aceite FC una vuelta para permitir que escape la presión del sistema.
5. Quitar el tapón de drenaje de aceite DP1 y vaciar el aceite abriendo la válvula Vd.
6. Quitar el tapón de drenaje del tubo flexible situado junto a la salida del elemento.
7. Drenar el aceite del refrigerador de aceite quite el tapón de ventilación del refrigerador de aceite.
8. Cerrar la válvula de drenaje y volver a instalar los tapones después del drenaje
9. Recoger el aceite y reinstalar, apretando los tapones de drenaje y ventilación después del drenaje.
10. Volver a apretar la conexión superior del refrigerado de aceite
11. Desmontar el filtro de aceite OF.
12. Limpiar el asiento del colector.
13. Lubricar con aceite la junta del filtro nuevo.
14. Quitar el tapón de llenado FC.
15. Instalar un codo en el tapón de llenado para facilitar el llenado.

16. Llenar el depósito de aceite OT con aceite hasta que el nivel llegue al centro de la mirilla GI.

2.3.5.1.3. Cambio del separador de aceite

1. Hacer funcionar el compresor hasta que se caliente.
2. Cerrar la válvula de salida de aire y desconectar el voltaje.
3. Esperar unos minutos y despresurizar el sistema desenroscando el tapón de llenado de aceite (FC) dar una sola vuelta para permitir que escape la presión que pueda haber en el sistema.
4. Esperar 5 minutos y desmontar el separador de aceite (OS). Limpiar el asiento del colector.
5. Lubricar con aceite la junta del separador nuevo y rósquelo.
6. Apretar firmemente a mano.
7. Hacer funcionar el compresor en carga unos minutos.
8. Parar el compresor y esperar unos minutos para permitir que se asiente el aceite.
9. Despresurizar el sistema desenroscando el tapón de llenado (FC) una sola vuelta para permitir que escape la presión que pueda haber en el sistema.
10. Quitar el tapón y apretar el tapón de llenado.
11. Rearmar el temporizador de servicio

2.3.5.1.4. Refrigeradores

1. Pare el compresor, cerrar la válvula de salida de aire y desconectar el voltaje.
2. Cubrir todas las piezas debajo de los refrigeradores.

3. Limpiar todo el polvo de los refrigeradores con un cepillo de fibras. No emplear nunca un cepillo de alambre ni objetos metálicos.
4. Limpiar con aire comprimido en sentido opuesto al flujo normal. Utilizar aire a baja presión. Si es necesario, la presión se puede aumentar hasta 6 bar (87 psig).
5. Si fuese necesario lavar los refrigeradores con un agente de limpieza, consultar a Atlas Copco.

2.3.5.1.5. Secador:

1. Mantener el secador limpio.
2. Limpiar la superficie con aletas del condensador mensualmente con ayuda de un cepillo o aire comprimido.
3. Inspeccionar y limpiar el purgador de condensado electrónico mensualmente.

2.3.6. MANTENIMIENTO DE ENROLLADORA

Tabla 2.46 Mantenimiento periódico enrolladora

Actividad	Período de tiempo
Lubricación de engranajes y cadenas	3 meses
Revisión limpieza lubricación bandas	3 meses
Revisar chumaceras, cambiarlas si se encuentran en mal estado	6 meses
Cambiar placa cortadora	2 años
Cambiar resortes	2 años
Revisión del sistema neumático: expulsor, espiga, cilindro, regulador.	6 meses

2.3.6.1. Procedimiento

En la siguiente figura se indica las partes del equipo a las que se debe realizar el mantenimiento.



Figura 2.24 Partes de la enrolladora

2.3.6.1.1. Revisión de fugas de aire

1. Revisar en la conexión de la espiga
2. Abrir tapa del equipo, desatornillando los pernos.
3. Si existen fugas retirar el acople de conexión de aire para la espiga



Figura 2.25 Acople de conexión del aire para la espiga

4. Cambiar rodamientos y retenedores



Figura 2.26 Rodamiento 6004



Figura 2.27 Retenedor (30x50x10)

2.3.6.1.2. Revisión de fugas generales en mangueras y tuberías

2.3.6.1.3. Revisar estado de las bandas de giro de la espiga y para el arrastre de la enrolladora.

1. Si encuentran trizadas o cristalizadas reemplazarlas
2. Caso contrario templarlas.

2.3.6.1.4. Revisión del estado de chumaceras.

1. Lubricarlas con grasa multifack, por medio de una bomba para engrasar.
2. El rodamiento para el rodillo de caucho es F208 y para el rodillo de arrastre es P208.

2.3.6.1.5. Revisión de cadenas

1. Retirar las cadenas
2. Lavar las cadenas
3. Revisar que no exista desgaste
4. En el caso de que exista desgaste reemplazar la cadena
5. Montar la cadena y lubricar con grasa

2.3.6.1.6. Revisión de los engranajes

1. Revisar que los dientes del engranaje se encuentren en buen estado
2. Limpiar los engranajes
3. Lubricar los engranajes con grasa
4. Si se encuentran en mal estado reemplazar.

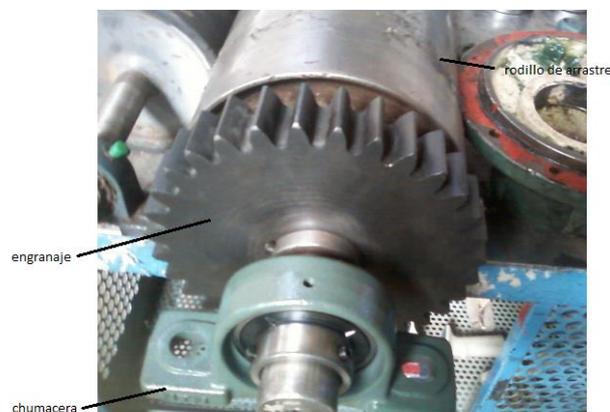


Figura 2.28 Engrane, chumacera, rodillo de arrastre

2.3.6.1.7. Placa cortadora

1. Revisión del desgaste de la placa cortadora, si está muy desgastada se le gira.
2. Si estuvieran los dos lados desgastados, fabricar una nueva.



Figura 2.29 Placa cortadora

2.3.6.1.8. Guía del Expulsor

1. Limpiar la guía con aire comprimido



Figura 2.30 Guía en el expulsor

2. Revisar el estado de los rodamientos del expulsor y revisar si existen fugas



Figura 2.31 Rodamiento del expulsor

2.3.7. MANTENIMIENTO DE CORTADORA DE ALUMBAND

Tabla 2.47 Mantenimiento periódico de cortadora de alumband

Actividad	Período de tiempo
Lubricación de rodamientos del eje de la cuchilla	3 meses
Revisión y alineación de espigas	3 meses
Revisión de rodamientos del eje de la cuchilla	3 meses
Revisión y calibración de la cuchilla	3 meses
Revisión de sistema neumático	6 meses
Revisión limpieza lubricación de chumaceras	6 meses
Revisión y limpieza de las boquillas del sistema de enfriamiento	6 meses
Revisión de cilindros	1 año

2.3.7.1. Procedimiento



Figura 2.32 Partes de la cortadora de alumband

2.3.7.1.1. Conexión de las Boquillas

1. Revisar que no existan fugas en la conexión de las boquillas que conectan con la bomba de enfriamiento.

2.3.7.1.2. Chumacera

1. Limpiar la chumacera con waípe
2. Lubricar la chumacera con una bomba de engrasar
3. Utilizar grasa Multifack
4. Reajustar chumaceras, apretar los pernos y prisioneros.
5. Revisar el estado del rodamiento, si se encuentra en mal estado reemplazar.

2.3.7.1.3. Sistema neumático

1. Revisar las conexiones de aire.
2. Limpiar los pistones con aire comprimido para retirar residuos de material.

2.3.7.1.4. Cabezal de corte

1. Cambiar rodamientos en el cabezal de corte.
2. El rodamiento es 62062RS1
3. Cambiar retenedores
4. El retenedor es 20x62x8

2.3.7.1.5. Eje de la cuchilla

1. Revisar que no exista desgaste en el eje
2. Apretar rodamiento del eje
3. Apretar puntas de eje

2.3.7.1.6. Espigas

1. Alinear espigas

- a. Para alinear las espigas se mide 10cm desde el punto 1 del primer eje.
- b. Con una piola se baja perpendicularmente al segundo eje y desde el punto 2, hasta donde toque la piola debe haber la misma distancia 10cm.
- c. Si se encuentra a una distancia de 10 cm., quiere decir que se encuentra desalineado, y para alinear se giran las espigas hasta que se encuentre totalmente alineado.



Figura 2.33 Alineación espigas

2.3.7.1.7. Boquillas

1. Limpieza de boquillas con aire comprimido.

2.3.8. MANTENIMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS

Debido al uso y estado de los motores, se decidió separar a los motores críticos para a estos motores realizarles un análisis de vibraciones. La empresa tiene motores solamente de tipo sincrónicos, que son motores de corriente alterna

Tabla 2.48 Mantenimiento periódico de motores eléctricos

Actividad	Período de tiempo
Revisión de voltajes y amperajes	6 meses
Revisión del estado de la base y acoples	6 meses
Limpieza y revisión de terminales de conexión	6 meses
Revisión y limpieza de la carcasa	3 meses
Revisión y limpieza de las bobinas del estator	2 años
Lubricación y revisión de rodamientos	2 años
Limpieza de la grasa en tapaderas de cojinetes o chumaceras	2 años
Revisión y reajuste del ventilador	1 año

2.3.9. MANTENIMIENTO DE SILOS

Tabla 2.49 Mantenimiento periódico de silos

Actividad	Período de tiempo
Limpieza interior y exterior, revisión del cuerpo	1 año
Revisión y limpieza de Filtros	3 meses
Revisión del sistema neumático: unidades de mantenimiento, conexiones de aire y sopladores	6 meses
Revisión de fugas y empaques	6 meses

2.3.10. MANTENIMIENTO DE GOFRADORA FOIL

Tabla 2.50 Mantenimiento periódico gofradora foil

Actividad	Período de tiempo
Revisión de alineación de ejes	6 meses
Revisión de rodillo gofrador	6 meses
Revisión de rodillo de caucho	6 meses
Limpieza reajuste lubricación y cambio de rodamientos y chumaceras si es necesario	3 meses
Revisión de resortes	1 año
Rectificada de rodillo de caucho	1 año
Revisión de puntas de eje	6 meses
Revisión de empaques y codo del freno	6 meses
Revisar acoples	6 meses
Lubricar y revisar cadenas	6 meses

2.3.11. MANTENIMIENTO DE PRENSA

Tabla 2.51 Mantenimiento periódico de prensa

Actividad	Período de tiempo/ horas de servicio
Revisión de calentamiento de resistencias	6 meses
Revisión del sistema neumático	6 meses
Revisión de cilindros neumáticos	3 meses
Revisión de las guías y rodamientos	6 meses

2.3.12. MANTENIMIENTO DE INYECTORA DE POLIURETANO

Es una máquina espumadora para poliuretanos de alta presión. Para conservar la máquina en buen estado hay que realizar una limpieza escrupulosa, sobre todo porque el isocianato que reacciona con la humedad y forma incrustaciones.

Tabla 2.52 Mantenimiento periódico de inyectora de poliuretano

Actividad	Período de tiempo/ horas de servicio
Limpieza general de la máquina.	1000 ciclos
Revisar si el material de las uniones, si es necesario sustituir estanqueidad.	10000 ciclos
Comprobar el mantenimiento de la presión de inflado.	500000 ciclos
Revisar nivel de aceite.	1000 ciclos
Revisar las guarniciones del cabezal de mezclado deben ser cambiadas.	100000 ciclos
Limpieza del filtro.	100000 ciclos
Revisar el cabezal de mezclado de la central oleodinámica.	500000 ciclos
Limpieza y revisión de boquillas.	10000 ciclos
Revisión del filtro de deshidratador del circuito neumático.	1000 ciclos
Comprobar la presión del líquido de obstrucción de las cubetas de líquido.	1000 ciclos
Comprobar la torsión y revisar el estado del empalme.	100000 ciclos
Limpieza de los intercambiadores de calor.	500000 ciclos
Comprobar el nivel de líquido de los seleccionadores de reciclado.	10000 ciclos
Revisar las tuberías flexibles.	400000 ciclos

2.3.13. MANTENIMIENTO DE CONFORMADORA DE BAJANTES, CANALES Y PERFILES

Tabla 2.53 Mantenimiento periódico de conformadora de bajantes, canales y perfiles

Actividad	Período de tiempo
Limpieza, reajuste y lubricación de chumaceras	3 meses
Revisión y reajuste de rodillos	3 meses
Lubricación de rodillos	6 meses
Limpieza y Lubricación de cadenas	6 meses
Revisión de guías	6 meses

2.3.14. MANTENIMIENTO DE DESEMBOBINADORA DE FLEJE PARA PERFILES

Tabla 2.54 Mantenimiento periódico de desembobinadora de flejes para perfiles

Actividad	Período de tiempo
Limpieza, reajuste y lubricación de rodamientos	3 meses
Lubricación de eje roscado	6 meses
Revisión de manivela	1 año
Revisión llantas	1 año

2.3.15. MANTENIMIENTO MOLINO TRIGONAL

Tabla 2.55 Mantenimiento periódico de molino trigonal

Actividad	Período de tiempo
Revisión d los casquillos y poleas	3 meses
Revisión del nivel de aceite de la caja de rodamientos	6 meses
Comprobar la temperatura de rodamientos	1 año
Revisión del sistema de seguridad	1 año
Comprobar la estanqueidad del cabezal de utillaje	3 meses
Revisión del sistema hidráulico	6 meses
Comprobar tensión de correas	3 meses
Revisión de fugas de rodamientos	3 meses
Revisión de alineación de correas	6 meses
Lubricación de rodamientos	6 meses
Cambio de aceite en caja de rodamientos	2 años

2.3.15.1. Procedimiento

2.3.15.1.1. Revisión de los casquillos y poleas:

1. Sacar los tornillos, enroscar uno de ellos en el agujero con media rosca del casquillo y apretarlo. Así se soltará el casquillo
2. Retirar de la máquina, con cuidado de no dañar el casquillo.

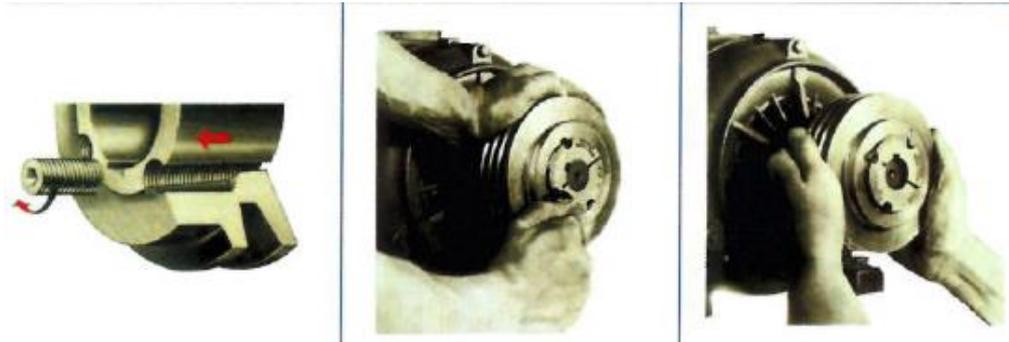


Figura 2.34 Revisión de casquillos y poleas

3. Limpiar y desengrasar todas las superficies.
4. Colocar la polea y el casquillo.
5. Hacer coincidir los agujeros y enroscar los tornillos, sin apretar del todo.
6. Deslizar el conjunto de polea y casquillo
7. Alinear y apretar los tornillos firme y parejamente

2.3.15.1.2. Revisión del nivel de aceite de la caja de rodamientos:

1. El llenado de fábrica es con Shell Morlina 46
2. Se puede usar todo aceite hidráulico según DIN 51502 con clase de viscosidad ISO VG46 a 40°C



Figura 2.35 Tipos de aceite hidráulicos

3. En el lado de tracción de la caja de rodamientos hay un tapón de vaciado de aceite
4. Para el llenado de aceite es necesario desmontar la válvula de purga. El aceite se carga por esta perforación

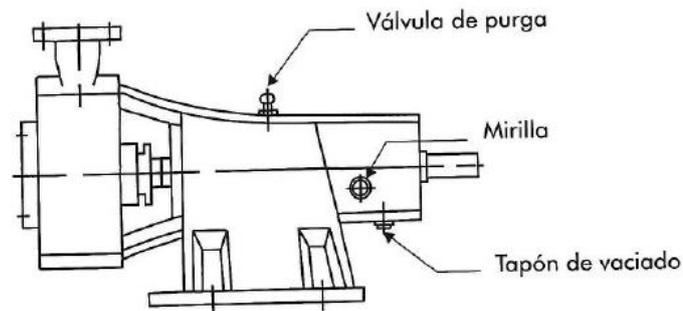


Figura 2.36 Llenado de aceite

2.3.15.1.3. Comprobar temperatura de rodamientos

1. Comprobar con la mano que la temperatura de rodamientos este a temperatura ambiente, si no lo está, disminuir la cantidad de grasa que se inyecta a los rodamientos

2.3.15.1.4. Revisión de sistema de seguridad:

1. Revisar que el sistema de seguridad funcione correctamente.
2. Activar el sistema de seguridad y verificar su funcionamiento

2.3.15.1.5. Comprobar estanqueidad del cabezal de utillaje:

1. Abrir el bloque de utillaje
2. Desmontar 4 tornillos cilíndricos
3. Retirar la tapa de estanqueización, retirar tres tornillos de cabeza avellanada
4. Enroscar los tornillos de extracción en los tres agujeros roscados que han quedado libres.

5. Separar del eje todo el bloque de estanqueización
6. Aplicar pasta cerámica a los tornillos.
7. Ajustar el huelgo axial de los utillajes de trabajo (rotor/estator), sólo debe ser efectuado con el eje en posición de trabajo

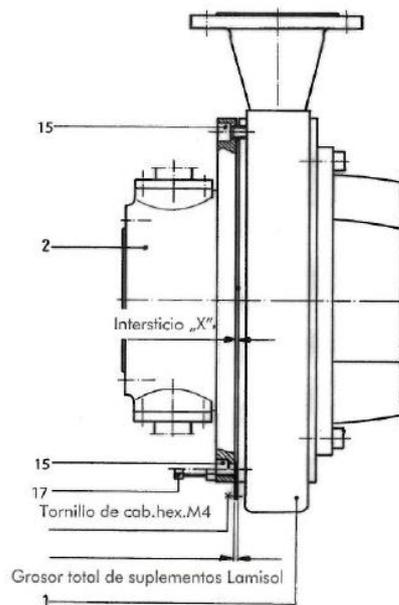


Figura 2.37 Huelgo axial de los utillajes

2.3.15.1.6. Revisión del sistema hidráulico

1. Comprobar estanqueidad del sistema hidráulico

2.3.15.1.7. Comprobar tensión de correas:

1. Para calibrar la precarga de correas, es necesario que se use tensiómetros.
2. Para determinar la fuerza de pretensado de correa se realizan los siguientes paso:
 - I. Medir la distancia entre ejes
 - II. Multiplicar por 16 dicha distancia, medida en metros. (deflexión de la correa en mm)

- III. El tensiómetro se presionará perpendicularmente contra la correa en el centro de los ejes. La correa deberá ceder hasta la cota de deflexión calculada. En el tensiómetro deberá leerse entonces una fuerza de deflexión de 15-20 N. Si no se alcanza este valor, deberá correrse el motor como medida correctora.

*Deflexión de la correa
16 mm cada 1000 mm
Distancia entre ejes,
perpendicular al centro del eje*

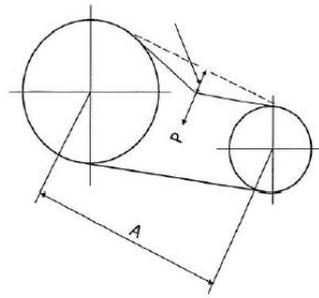


Figura 2.38 Tensión de correas

2.3.15.1.8. Revisión de alineación de las correas:

1. La correa es de forma trapezoidal
2. Cambiar la correas siempre como conjunto, nunca combinar en un mismo juego de correas nuevas y usadas
3. No hacer palanca ni rodar las correas para meterlas en los surcos de las poleas. Esto acorta la vida útil de las correas.
4. Reducir la distancia entre ejes y así se podrá colocar fácilmente las correas en los surcos de las poleas
5. Si las correas no llegan a las poleas, o no salen de ellas en línea relativamente recta, esto provoca mayor desgaste.
6. Es indispensable comprobar la correcta alineación lateral de las poleas.

7. A continuación una imagen de la correcta alineación:

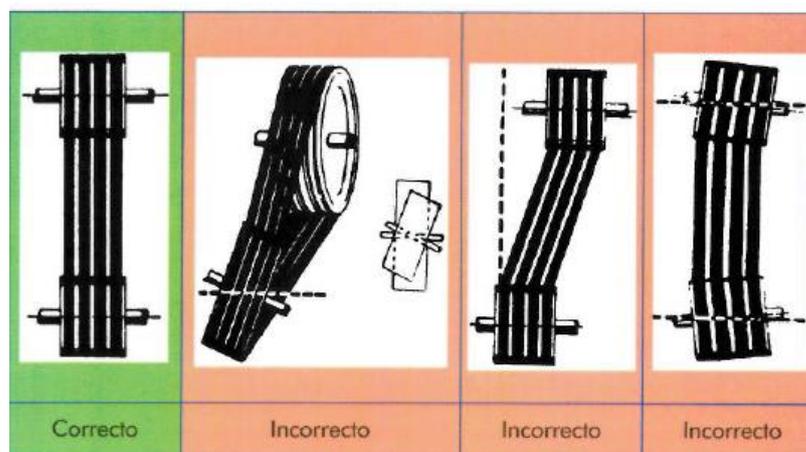


Figura 2.39 Alineación de correas

2.3.16. MANTENIMIENTO MOLINO COLOIDAL

Consiste en la acción que produce un rotor al girar 3000 rpm contra un estator fijo, donde el producto que va a ser procesado está sometido a fuertes acciones de corte y rozamiento.

Tabla 2.56 Mantenimiento periódico de molino coloidal

Actividad	Período de tiempo/ horas de servicio
Revisar nivel de aceite de la caja de rodamientos	15 días
Revisión de fugas y sello mecánico	1 mes
Limpieza de la máquina	3 meses
Alineación de la caja de engranajes con motor eléctrico	6 meses
Revisión del eje y molino interno	1 año
Revisión de fugas en el sistema de enfriamiento	1 año

2.3.17. MANTENIMIENTO DE TREN DE LAMINACIÓN**Tabla 2.57 Mantenimiento periódico de tren de laminación**

Actividad	Período de tiempo
Limpieza reajuste y lubricación de rodillos	15 días
Revisión de chumaceras	3 meses
Revisión de alineación de rodillos	3 meses
Revisión del desgaste en rodillos	6 meses
Limpieza reajuste y lubricación de cadenas	6 meses
Lubricación de piñones	6 meses

2.4. RECURSOS UTILIZADOS Y MANO DE OBRA

2.4.1. LISTA DE REPUESTOS

Tabla 2.58 Lista de repuestos

Descripción	Unidad	Stock Mínimo	Área	Máquina
Aceite térmico Texatherm	Tanque	1	Laminación	Calderos
Bomba diésel	Unidad	1	Laminación	Caldero Heiza
Cadena #80	m	3	Laminación	Laminadora
Sello mecánico	Unidad	1	Emulsiones	Molino Coloidal
Retenedor SSR-7-40	Unidad	1	Emulsiones	Molino Coloidal
Rodamiento 5314	Unidad	1	Emulsiones	Molino Coloidal
Rodamiento 5218	Unidad	1	Laminación	Pre mezclador
Encoder Programable	Unidad	1	Laminación	Enrolladora
Joystick con enclavamiento	Unidad	2	Laminación	Enrolladora
Eje con paletas para tanque mezclador	Unidad	1	Laminación	Tanque mezclador
Banda de alimentación	Unidad	1	Laminación	Laminadora
Disco de corte 300x2.5x40 HSS	Unidad	1	Corte de Bandas	Cortadora Alumband
Sensor de posición inductivo	Unidad	1	Corte de Bandas	Cortadora Alumband
Sensor de posición inductivo	Unidad	1	Corte de Bandas	Cortadora Alumband
Filtros de polioli e isocianato	Unidad	2	Construcción Liviana	Inyectora

2.4.2. MANO DE OBRA

Tabla 2.59 Mano de Obra Plantas Inga - Cashapamba

Apellidos Nombres	Iniciales	Clasificación	Teléfono
ANGO SIMBA, CRISTIAN ALFONSO	CAAS	Ayudante Producción	0984971106
BENALCAZAR MAYA, EDISON PATRICIO	EPBM	Ayudante Producción	022731077
BONILLA OLMEDO, DANIEL WLADIMIR	DWBO	Supervisor Laminación	023190050
CHILIQUE SIMBA, FRANCO JAVIER	FJCS	Ayudante Producción	022383431
CHUMAÑA LEMA, EDWIN ROLANDO	ERCL	Ayudante Bodega	022091740
CUICHAN CACHUMBA, VICTOR MANUEL	VMCC	Ayudante Producción	022383974
ESTEVEZ QUINTERO, SANTIAGO FERNANDO	SFEQ	Enrollador	022091340
FLORES REA, DIEGO FERNANDO	DFFR	Supervisor Producción	0984612451
GONZALEZ BAQUERO, ARMANDO PATRICIO	APGB	Operario Máquina	022135000
JIMENEZ CAIZA, JAIME RAFAEL	JRJC	Ayudante	022384119
LLULLUNA CHASIPANTA, JORGE OSWALDO	JOLC	Ayudante Producción	0997231137
LOACHAMIN REIMUNDO, JOSE ANIBAL	JALR	Enrollador	022085435
NORONA TORRES, JAIME RODRIGO	JRNT	Técnico Mantenimiento	0995592021
PACHACAMA NACATO, VICTOR SANTIAGO	VSPN	Ayudante Producción	0984903309

Tabla 2.59 Mano de Obra (Continuación)

PILAQUINGA AYO, CRISTIAN ANDRES	CAPA	Ayudante Producción	0998835424
RHEA MARTINEZ, OSCAR FERNANDO	OFRM	Ingeniero Proyectos	0984180437
RIVERA CHUQUI, WLADIMIR DAVID	WDRC	Ayudante Producción	022330567
SANCHEZ NARANJO, VICTOR LEONEL	VLSN	Supervisor Producción	022682442
SANGOQUIZA NACIMBA, EDWIN ALFREDO	EASN	Ayudante Producción	0989986548
SEGURA SANGUCHO, LUIS JAVIER	LJSS	Ingeniero Proyectos	022330567
VELASQUEZ TORRES, CRISTIAN GABRIEL	CGVT	Ayudante Producción	022330567
VELASTEGUI VOLANOS, CRISTIAN GUSTAVO	CGVV	Bodeguero	022687116
VELOZ CUICHAN, DIEGO	DVC	Ayudante Mantenimiento	0990106185
VELOZ CUICHAN, VICTOR ALFONSO	VAVC	Ayudante Bodega	022384098
VELOZ, MARCO	MV	Ayudante Mantenimiento	0997075528

CAPÍTULO 3

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO

Para la empresa Chova del Ecuador S.A. es importante implementar un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), que permitirá tener equipos más confiables, en base a esto se ha decidido implementar la programación para los siguientes tipos de mantenimientos:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo

3.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo permite conservar los equipos e instalaciones, mediante la revisión y reparación, garantizando un buen funcionamiento y fiabilidad, así también evitar paros imprevistos en la producción.

El mantenimiento programado se basa en revisiones por tiempo, kilometraje, horas de funcionamiento.

A continuación se encuentra el procedimiento para el desarrollo de una rutina de mantenimiento preventivo:

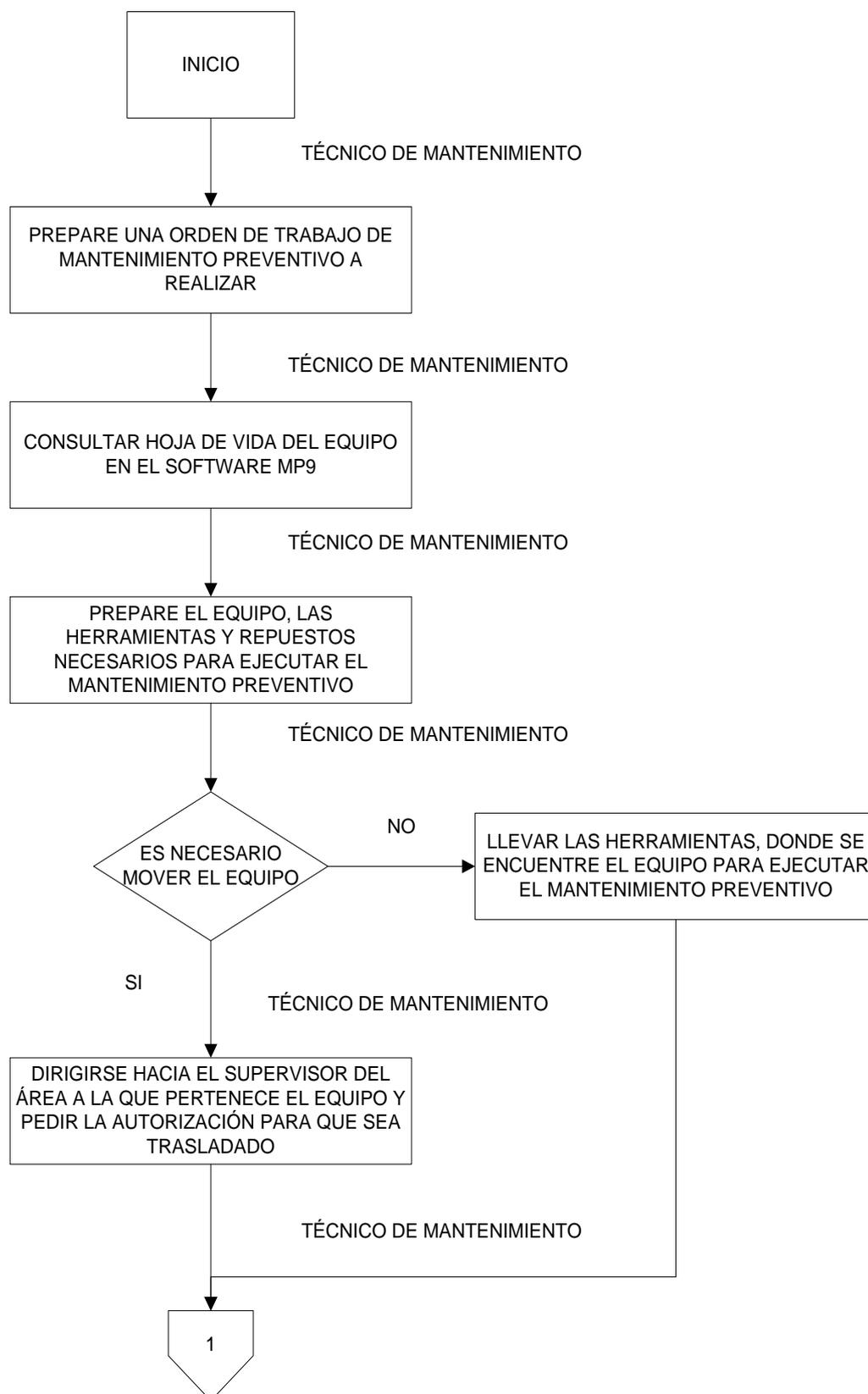
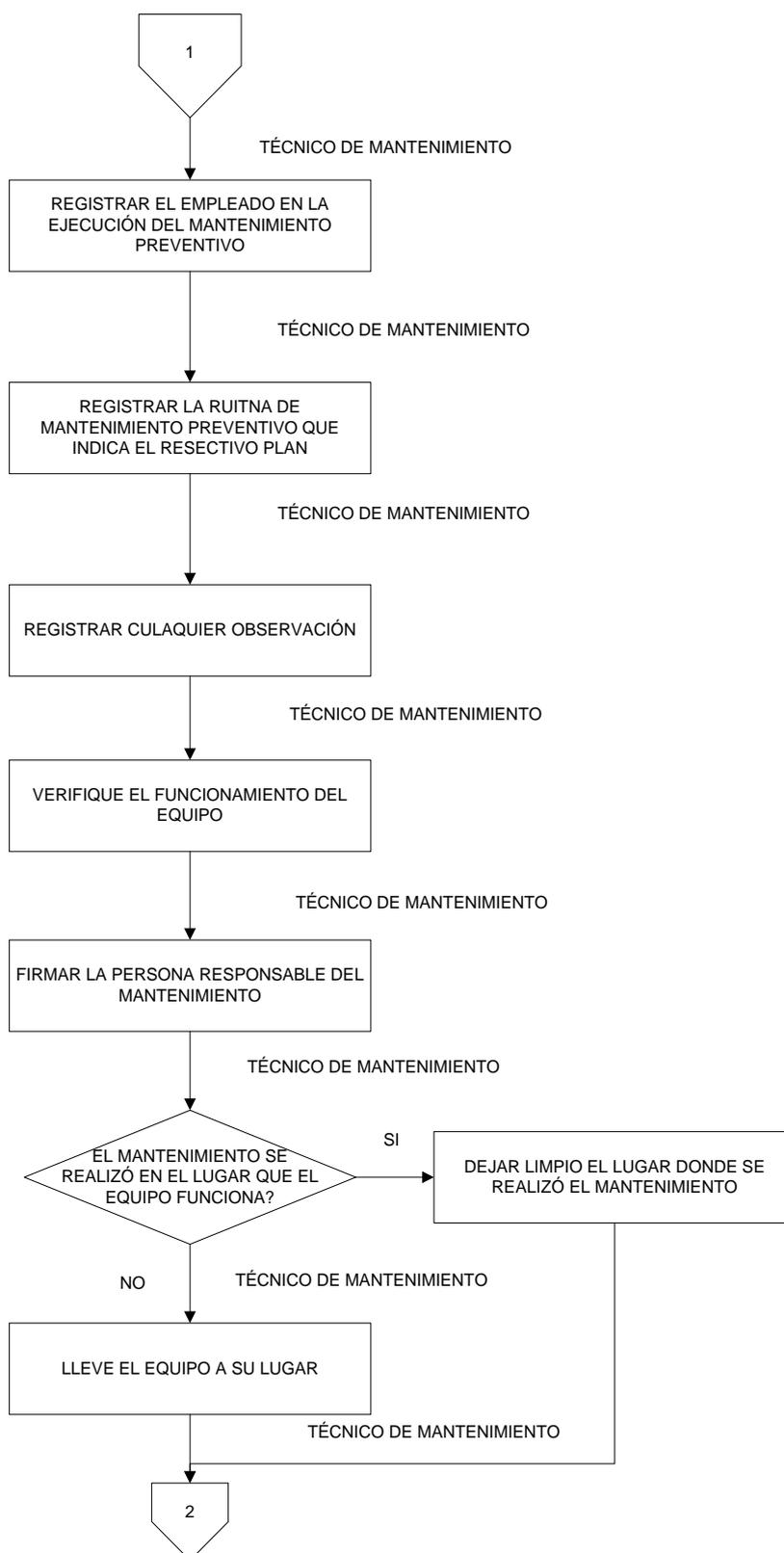


Figura 3.1 Flujo grama del mantenimiento preventivo de un equipo



**Figura 3.1 Flujo grama del mantenimiento preventivo de un equipo
(Continuación)**

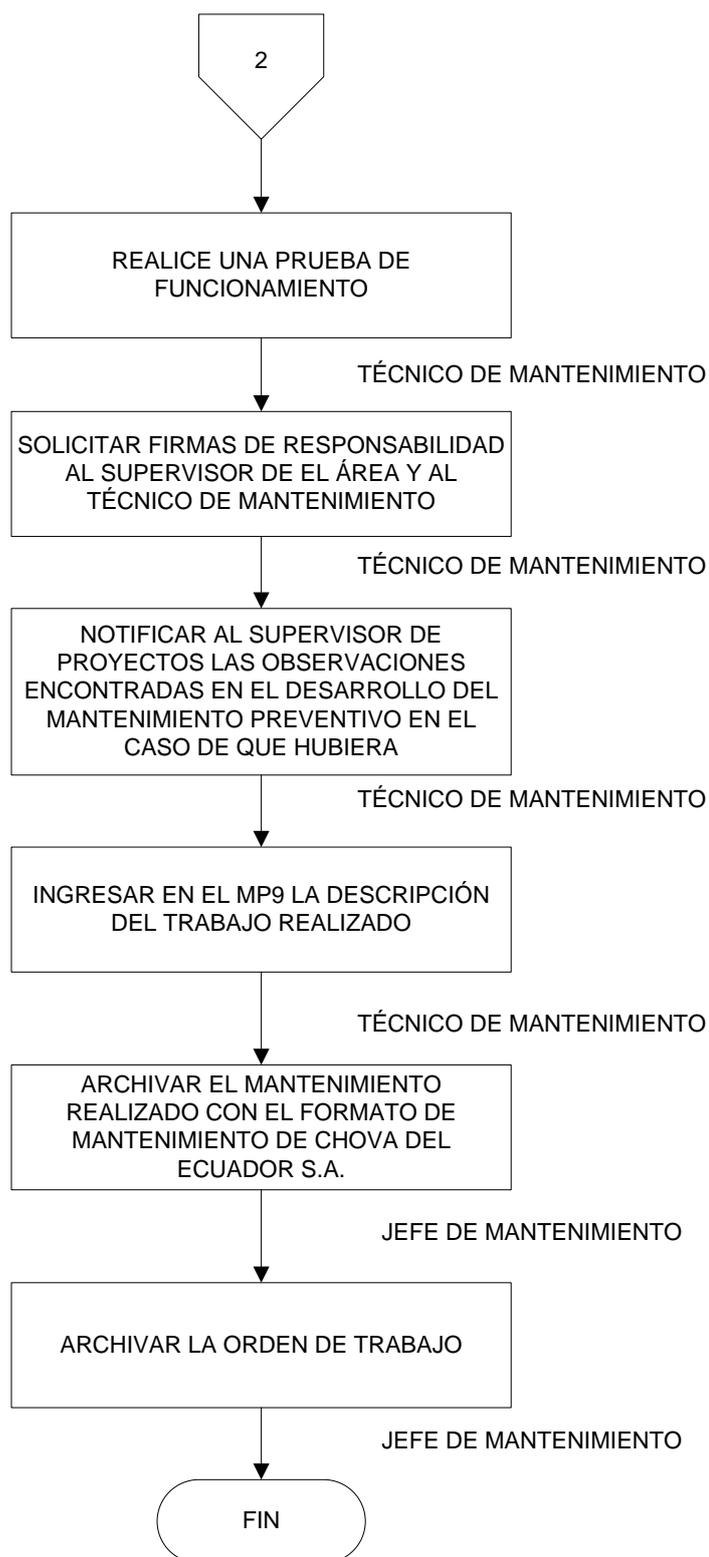


Figura 3.1 Flujo grama de un mantenimiento preventivo de un equipo (Continuación)

3.1.1. PROGRAMACIÓN EN SOFTWARE MP9

El software de Gestión de Mantenimiento MP9 es una herramienta fundamental para mejorar la productividad de un negocio, evitando paros imprevistos en la producción.

El objetivo del MP es ayudar en la administración de la gestión de mantenimiento de una manera eficiente, manteniendo toda la información del departamento de mantenimiento documentada y organizada.

Requerimientos mínimos de hardware (servidor):

- Sistema operativo de 32 y 64 bits: Windows 2000 server, 2003 Server, 2008 server.
- Procesador: Pentium III 500 MHz o superior
- Memoria RAM: 512 MB (2 GB recomendado)
- Espacio en disco: 240 MB

Al instalar el programa se crea una base de datos, en la cual se asigna un nombre específico, para la empresa el nombre es Acceso a chova.



Figura 3.2 Pantalla de inicio del programa

Para ingresar al software, se debe ingresar con un respectivo usuario y clave, los usuarios son los siguientes:

- Carla Samaniego
- Eduardo Mena
- Jaime Noroña
- Javier Pozo
- Oscar Rhea

El software MP 9 está estructurado en 10 ítems básicos, lo que permitirá simplificar las operaciones al jefe de mantenimiento de Chova del Ecuador S.A. Estos ítems también tienen sub ítems, a continuación su detalle:

- Catálogos:
 - Equipos
 - Localización/ Inmuebles
 - Planes
 - Repuestos y Consumibles
 - Mano de Obra
 - Proveedores y Servicios
 - Herramientas
 - Auxiliares
- Localización de Equipos:
 - Localización de Equipos
 - Historial de Localizaciones
- Mantenimiento no rutinario
 - Asociación de Equipos-Planes

- Mantenimientos Iniciales
- Mantenimientos Próximos
- Equipos Fuera de Servicio
- Historial de Mantenimientos Cerrados por Equipo
- Mantenimiento no rutinario
 - Registro de Trabajos
 - Historial de Trabajos Cerrados
 - Historial de Trabajos Cerrados por Equipo
 - Consulta de Daños
 - Consulta de Trabajos Eliminados
- Mantenimiento Predictivo
 - Registro de Mediciones
 - Mediciones Fuera de Límite
 - Historial de Mediciones
- Recursos
 - Asociación de recursos-actividades
 - Consulta de recursos asociados
 - Flujo de recursos
- Control de Lecturas
 - Registro de lecturas
 - Promedios de uso mensual
 - Historial de lecturas
- Órdenes de trabajo, vales y consumibles
 - Fase 1.- Generador de Órdenes de Trabajo

- Fase 2.- Órdenes de Trabajo Abiertas
- Fase 3.- Órdenes de Trabajo Abiertas Listas por Cerrar
- Fase4.- Historial de Órdenes de Trabajo Cerradas
- Consulta Órdenes de Trabajo Abierta por Equipos
- Consulta Órdenes de Trabajo Abierta por Responsable
- Consulta de vales
- Consulta de Consumos por Órdenes de Trabajo
- Consulta de Consumos por Equipo
- Consulta de Consumos por Recursos
- Calendarios
 - Condensado anual por equipo
 - Extendido detallado por equipo
 - Extendido varios equipos
 - Paros programados
- Análisis de Información
 - Análisis de fallas y causa raíz
 - Comparativo entre equipos
 - Gráfica programado vs. realizado
 - Gráfica costos, fallas, paros, etc.
 - Historia gráfica
 - Índices de mantenimiento
- Garantías, Documentos y ligas
 - Documentos varios
 - Ligas de interés

3.1.1.1. Catálogos

Una vez analizado lo que el programa tiene, vamos a empezar con su respectiva programación. Primero es el ítem de catálogos, tenemos el sub índice equipos, aquí es se crea la base de datos de todos los equipos con que la empresa cuenta y almacena la siguiente información de cada equipo:

- Producto: es el nombre del equipo
- Capacidad: dato técnico del equipo
- Marca: fabricante del equipo
- Modelo: modelo del fabricante
- N° de Serie: número de serie del equipo
- Instructivo utilizado:
 - instructivo de mantenimiento para equipos de la planta
 - instructivo de calibración para equipos de laboratorio.
- Custodio: es la persona responsable del equipo
- Código: numeración de inventarios que fue asignado por Chova
- Prioridad:
 - Alta: si al momento que se produce una falla, el equipo provoca una para total en la producción.
 - Medio: si al momento que se produce una falla, el equipo provoca una para parcial en la producción.
 - Baja: si al momento que se produce una falla, el equipo puede ser reemplazado inmediatamente por otro equipo
- Clasificación 1: parte de la planta a la que pertenece, que puede ser un equipo de producción o de laboratorio.

- Clasificación 2: si es mantenimiento o verificación para control de calidad en equipos de laboratorio.
- Centro de Costo: consumos de materiales, mano de obra y servicios que cuenta determinado costo para contabilidad.
- Equipo Padre: equipo que ejerce la función principal, en el proceso de producción.
- Localización: área de la planta que se encuentra ubicado el equipo
- Tipo de Equipo: se especifica el tipo de equipo que es: bomba centrífuga o bomba de engranajes etc.
- Campos Personalizados: información extra que se quiera añadir.
- Proveedor: empresa a la que se compró el equipo.
- Notas: información extra del equipo, como repuesto importante y su característica.
- Imágenes: fotos del equipo.
- Archivos Adjuntos: se puede cargar catálogos, planos e información en general del equipo.

A continuación un ejemplo de un equipo de la planta.

Figura 3.3 Ejemplo del equipo ingresado en el software

Es necesario detallar los siguientes campos:

En instructivo utilizado se ingresa los siguientes códigos para la parte de mantenimiento:

- IT-MTO-10 Calderos
- IT-MTO-11 Motores eléctricos
- IT-MTO-12 Bombas de asfalto
- IT-MTO-13 Bombas de aceite térmico - agua
- IT-MTO-14 Tanques mezcladores
- IT-MTO-15 Laminación

- IT-MTO-16 Tableros eléctricos
- IT-MTO-17 Revestimientos Líquidos
- IT-MTO-18 Tanques de almacenamiento
- IT-MTO-19 Tinajas – Balsa de impregnación
- IT-MTO-20 Compresores – Sistemas de aire comprimido
- IT-MTO-22 Corte Jireh – Mesa de corte
- IT-MTO-23 Variadores de velocidad y transmisión de potencia
- IT-MTO-24 Vehículos - montacargas
- IT-MTO-25 Molino coloidal
- IT-MTO-26 Tecele
- IT-MTO-27 Conformadoras de canales, bajantes y codos
- IT-MTO-30 Enrolladora
- IT-MTO-31 Compensadores
- IT-MTO-32 Rodillos laminación
- IT-MTO-33 Gofradora
- IT-MTO-34 Molino trigonal
- IT-MTO-37 Reciclaje, soplador
- IT-MTO-38 Edificios

En custodia se ingresa los supervisores de los equipos:

- Supervisor Impermeabilización: es la persona encargada de los equipos de las siguientes áreas:
 - Laminación
 - Revestimientos líquidos

- Cortes
- Calderos
- Gofradora
- Supervisor de metales y poliuretanos: es la persona encargada de las siguientes áreas:
 - Metales
 - Poliuretanos
- Supervisor de Bodega: es la persona encargada de la Nave 3
- Supervisor de Productos viales: es la persona encargada de la Planta El Inga
- Ingeniero de Proyectos: es la persona encargada del compresor.

En clasificación 1 ingresamos lo siguientes campos:

- 01.- Equipo de producción
- 02.- Equipos periféricos o auxiliares
- 03.- Tanques de almacenamiento
- 04.- Equipos de laboratorio
- 05.- Instrumentos de verificación y control
- 06.- Instalaciones y redes
- 07.- Equipo de instrumentación industrial
- 08.- Bombas
- 09.- Calderos
- 10.- Vehículos
- 11.- Tecles
- 12.- Motores eléctricos
- 13.- Sistema de enfriamiento

En clasificación 2 se ingresó los siguientes campos:

- 01.- Verificación y/o calibración
- 02.- Mantenimiento
- 03.- Verificación y/o mantenimiento

En centro de costos se ingresó los siguientes códigos

- 120100 Servicios Generales Cashapamba
- 120200 Caldero Cashapamba
- 120210 Caldero Inga
- 120300 Bodega Cashapamba
- 120400 Sistema de Gestión Cashapamba
- 120700 Laminación
- 120710 Revestimientos líquidos
- 120720 Emulsiones asfálticas
- 120730 Corte de bandas
- 120740 Metales
- 120750 Mezcla en frío
- 120760 Poliuretanos

En tipo de equipo se ingresó los siguientes campos:

- 01.- Motor eléctrico
- 02.- Bomba centrífuga
- 03.- Molino
- 04.- Caldero
- 05.- Compresor de tornillo

- 06.- Enrolladora
- 07.- Cortadora
- 08.- Revestimientos líquidos
- 09.- Equipo de inspección y ensayo
- 10.- Equipo de medición industrial
- 11.- Equipo de medición
- 12.- Instrumentación industrial
- 13.- Bomba de engranajes
- 14.- Compresor de pistón
- 15.- Conformadoras
- 16.- Inyectora
- 17.- Gofradora
- 18.- Montacargas
- 19.- Teclé eléctrico
- 20.- Prensa
- 21.- Tanques
- 22.- Chiller
- 23.- Tren de laminación
- 24.- Quemador

3.1.1.1.1. Localización/Inmuebles

Aquí se describe la organización de las plantas y sus respectivas áreas con las que cuenta Chova del Ecuador.

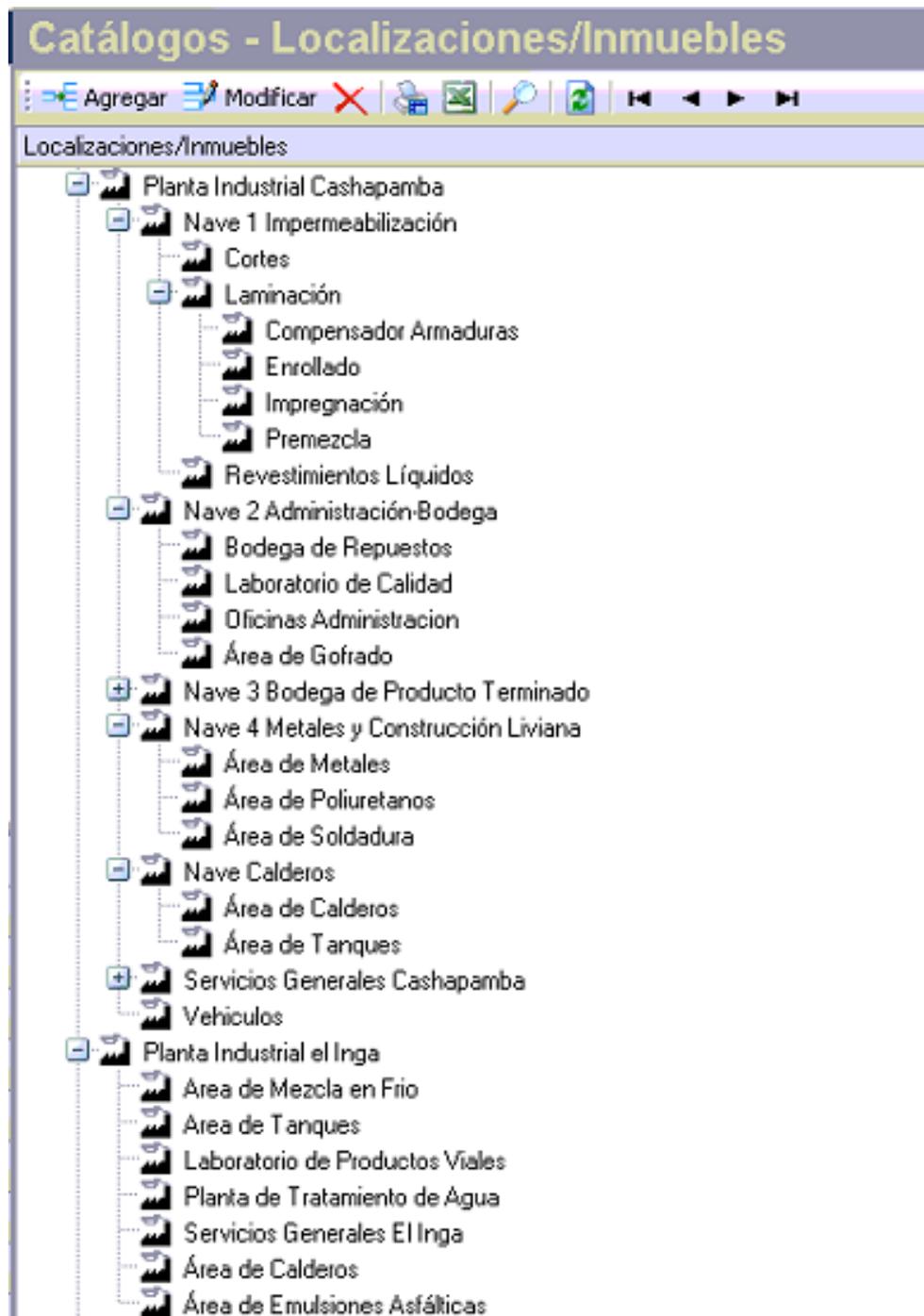


Figura 3.4 Localización/Inmuebles

3.1.1.1.2. Planes

Se registra el conjunto de actividades de mantenimiento preventivo que deben realizar a un equipo para mantenerlo en óptimas condiciones de funcionamiento.

Los componentes de un plan son:

- Plan: es el nombre que lo identifica.



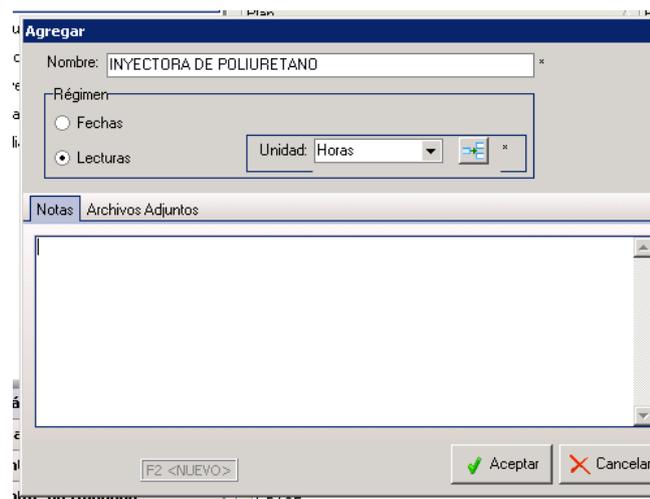
Arrastra el encabezado de la Columna a esta área para agruparla

Plan	Régimen	Unidad
GOFRADORA FOIL	Fechas	
INSPECCION HERRAMENTAL DE CORTE	Fechas	
INYECTORA	Lecturas	Horas
MOLINO COLOIDAL	Fechas	
MOLINO TRIGONAL	Fechas	
MONTACARGAS	Lecturas	Horas
MOTORES ELÉCTRICOS	Fechas	
MOTORES ELÉCTRICOS CRÍTICOS	Fechas	

Plan: MOTORES ELÉCTRICOS CRÍTICOS Régimen: Fechas Unidad:

Figura 3.5 Planes de mantenimiento ingresados al software

- El régimen: determina si el control se llevará por fechas o lecturas, que pueden ser horas, fechas, kilometrajes, etc.



Agregar

Nombre: INYECTORA DE POLIURETANO *

Régimen:

Fechas

Lecturas

Unidad: Horas

Notas Archivos Adjuntos

F2 <NUEVO> Aceptar Cancelar

Figura 3.6 Programación del régimen de un plan de mantenimiento

- Partes y actividades: se define las partes del plan a las cuales se les realizará el respectivo mantenimiento. Al agregar las actividades se deben ingresar los siguientes campos:

- Actividad: se detalla la actividad de mantenimiento que se realizará a los equipos. De acuerdo a la necesidad de Chova se configuraron las siguientes actividades:
 - 01.- Revisión rutinaria
 - 02.- Calibración y/o verificación de equipos
 - 03.- Comprobación de funcionamiento
 - 04.- Modificación
 - 05.- Automatización
 - 06.- Medición
 - 07.- Cambio
 - 08.- Rectificada
- Frecuencia: cada que tiempo, horas o kilometrajes se realizará el mantenimiento.
- Clasificación 1: se especifica el mantenimiento que se va a realizar en el equipo:
 - 01.- Mantenimiento preventivo
 - 02.- Mantenimiento correctivo
 - 03.- Mantenimiento predictivo
 - 04.- Calibración y/o verificación
 - 05.- Verificación y mantenimiento
- Clasificación 2: se especifica que tipo de mantenimiento:
 - 01.- Eléctrico
 - 02.- Hidráulico
 - 03.- Limpieza

- 04.- Mecánico
 - 05.- Neumático
 - 06.- Sistema de medición
 - 07.- Herramental de corte
- Prioridad: se especifica si el mantenimiento que se va a realizar al equipo es de importancia baja, media o alta.
 - Alta: si no se realiza el mantenimiento puede ocurrir una falla en el equipo
 - Media: si no se realiza el mantenimiento no ocurrirá una falla, pero es importante que se realice el mantenimiento
 - Baja: si no se realiza el mantenimiento no ocurrirá una falla.
 - Duración: horas y minutos que requieren para realizar dicho mantenimiento.
 - Requiere: se especifica los días de paro que se necesitan para realizar el mantenimiento.
 - Mantenimiento Predictivo: en esta parte se detalla, si se requiere una medición específica y se determinan los límites mínimo y máximo de la medición.
 - Es opcional si se quiere describir un procedimiento del mantenimiento, o se quiere subir notas, imágenes, archivos adjuntos, o usar un catálogo de procedimientos.

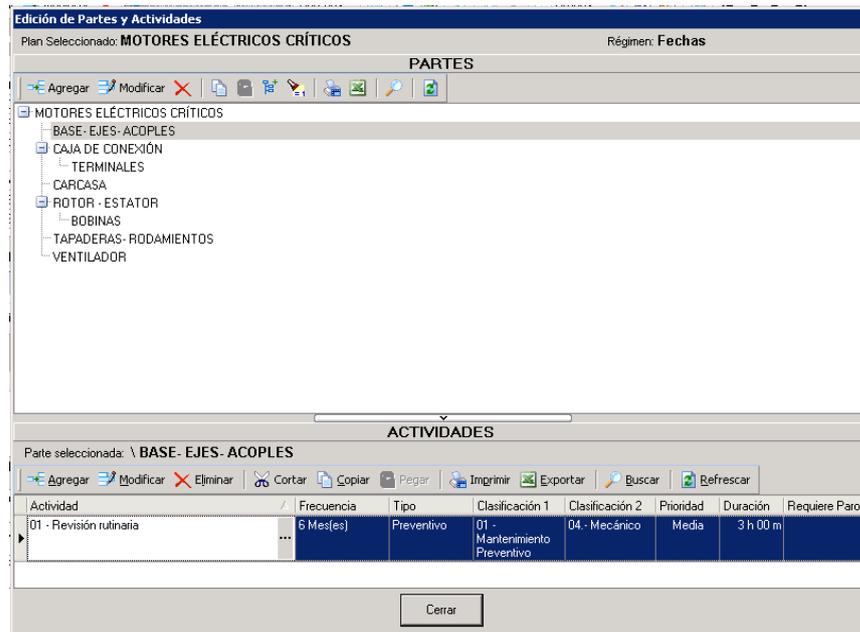


Figura 3.7 Programación de las partes de un equipo

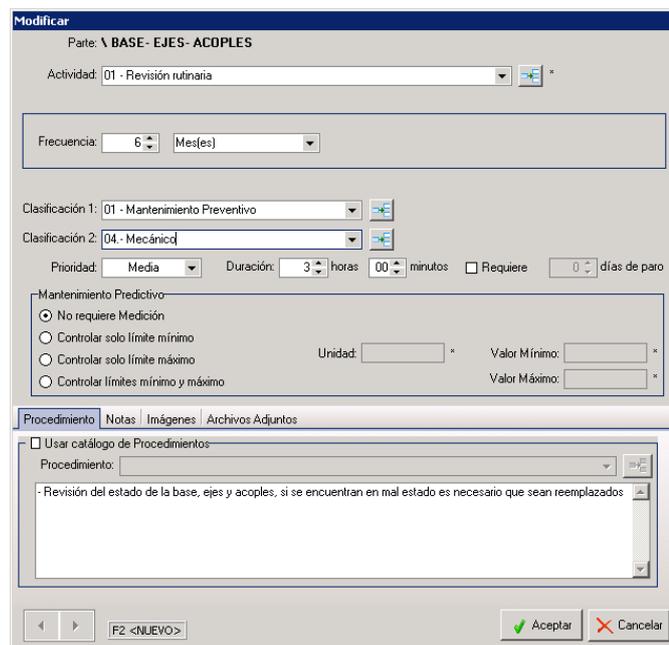


Figura 3.8 Programación de un plan de una parte de un equipo

Después de ingresar todos los datos, finalmente se obtiene un plan de mantenimiento con todas sus partes y actividades a realizar en cada una de éstas.

3.1.1.1.3. Repuestos y consumibles

Se genera una base de datos de todos los repuestos existentes en bodegas para el mantenimiento de equipos. Así, permite tener un historial kárdex, que quiere decir un registro del total de entradas, salidas de repuestos y cuantos repuestos se tiene todavía existentes en bodega. También permite tener un registro de las fechas en las que los repuestos han salido de bodega. Para ingresar los repuestos se crearon dos almacenes llamados: almacén 1 que pertenece a la planta Cashapamba y almacén 2 que pertenece a la planta Inga.

Es necesario crear una base de datos, para esto el MP tiene una herramienta que se llama inventario de repuesto, para ingresar la información de los repuestos, existe una codificación de repuesto que se encuentra en el sistema de calidad (ver Anexo B), a continuación se detalla la información que debe ser ingresada en la herramienta del MP:

- Número de parte: es un número asignado por Chova, para el control de inventarios, a continuación se detalla la definición de códigos:
 - SDM Suministros de mantenimiento
 - MAF Material de ferretería
 - EPP Equipo de protección personal
 - ACE Aceites
 - GRS Grasas
 - TUAC Tuberías y accesorios
 - SME Sellos mecánicos
 - RET Retenedores
 - ROD Rodamientos

- CHM Chumaceras
- STPO Sistemas de transmisión de potencia.
- BAN Bandas de transmisión
- MOT Motores eléctricos y electrónicos
- MAEL Material eléctrico y electrónico
- ININ Instrumentación industrial.
- COAC Compresores y sistemas de aire comprimido
- FIL Filtros
- BOMB Repuestos para bombas
- CALD Repuestos para calderos
- RMTC Repuestos para montacargas
- RVE Repuestos vehículos
- LAM Repuestos de laminación
- TOR Tornillería en general
- CLV Repuestos claves: son repuestos que siempre tienen que estar en stock, porque son repuestos que si no existen en bodega representaría una para en producción, con pérdidas económicas, en la siguiente tabla se indica los repuestos claves:

Tabla 3.1 Lista de repuestos Clave

Código MP	Stock	Unidad	Descripción	Área	Máquina
CLV01	1	Tanque	Aceite Térmico Texatherm	Laminación	Calderos
CLV02	1	unidad	Bomba Diésel	Laminación	Caldero Heiza
CLV03	3	m	Cadena # 80	Laminación	Laminadora
CLV04	1	unidad	Candado ANSI # 80	Laminación	Laminadora
CLV05	1	unidad	Sello mecánico	Emulsiones	Molino Coloidal
CLV06	1	unidad	Retenedor SSR-7-40	Emulsiones	Molino Coloidal
CLV07	1	unidad	Rodamiento 5314	Emulsiones	Molino Coloidal
CLV08	1	unidad	Rodamiento 5218	Laminación	Pre mezclador
CLV09	1	unidad	Encoder programable	Laminación	Enrolladora
CLV10	2	unidad	Joystick con enclavamiento de 4 posiciones	Laminación	Enrolladora
CLV11	1	unidad	Eje con paletas para tanque mezclador	Laminación	Tanques mezcladores
CLV12	1	unidad	Banda de alimentación de granulo	Laminación	Laminadora
CLV13	2	unidad	Resistencias tubulares 3000 W	Laminación	Laminadora
CLV14	2	unidad	Paletas aleadas	Mezcla en Frio	Mixer
CLV15	2	unidad	Brazos para paletas	Mezcla en Frio	Mixer
CLV16	2	unidad	Disco de corte 300 x 2,5 x 40 HSS	Corte de Bandas	Cortadora Alumband
CLV17	2	unidad	Sensor de posición magnético para cilindros neumáticos	Corte de Bandas	Cortadora Alumband
CLV18	1	unidad	Sensor de posición inductivo	Corte de Bandas	Cortadora Alumband

Tabla 3.1 Lista de repuestos Clave (Continuación)

CLV19	1	unidad	Back up Chiller (torre de enfriamiento)	Construcción Liviana	Chiller
CLV20	2	unidad	Filtros de Polioli e Isocianato	Construcción Liviana	Inyectora
CLV21	2	unidad	Rodamiento 6208-2Z-C4	Caldero	Bomba de Aceite Térmico
CLV22	4	unidad	Rodamiento 2209E-2RS1KTN9	Laminación	Tornillos sin fin silos
CLV23	5	unidad	Banda 5VX-850	Laminación	Molino Trigonal

- Descripción: se especifica que repuesto es.

- Unidad:

- Caja
- Cm
- Ft
- Gal
- Gr
- In
- Jgo
- Kg
- L
- Lb
- M
- Oz
- Paquete
- Pza.
- Rollo

- Tanque
- Clasificación:
 - Aceite térmico
 - Aceites
 - Automotriz
 - Bandas y cadenas
 - Bomba
 - Brazos para paletas
 - Candado
 - Conexiones
 - Cono de ajuste
 - Control de nivel
 - Chumacera
 - Disco de corte
 - Eje con paletas
 - Electrónico
 - Encoder programable
 - Ferrería
 - Filtro de aceite
 - Filtro de gas
 - Filtro de aire
 - Filtro de poliol e isocianato
 - Fuentes de poder
 - Grasas

- Iluminación
- Impermeabilizantes
- Joystick
- Lubricantes
- Material eléctrico
- Matrimonio
- Material electrónico
- Paletas aleadas
- Pinturas
- Piñón
- Resistencia
- Retenedor
- Rodamientos
- Sello mecánico
- Sensor
- Tornillería

También se ingresa la información del proveedor del repuesto, se ingresan los siguientes campos:

- Proveedor
- Dirección
- Clasificación
 - Automotriz
 - Electrónica
 - Ferretería

- Impermeabilizantes
 - Materiales de construcción
 - Material eléctrico
 - Pinturas
- Fecha de la última compra
 - Teléfonos

Catálogos - Repuestos y Consumibles				
Arrastra el encabezado de la Columna a esta área para agruparla				
Descripción	No. de Parte	Clasificación	Unidad	Existencias
▶ MEROFA	ACE01	ACEITES	gal	1
RANDO	ACE02	ACEITES	gal	2
ACEITE DE MOTOR	ACE03	AUTOMOTRIZ	l	1
13A1245-17490	BAN01	BANDAS Y CADENAS	pza	1
17420-071011	BAN02	BANDAS Y CADENAS	pza	1
17420-13A1065	BAN03	BANDAS Y CADENAS	pza	2
17470-13A1195	BAN04	BANDAS Y CADENAS	pza	3
1749013A1245C	BAN05	BANDAS Y CADENAS	pza	1
2259015A1500	BAN06	BANDAS Y CADENAS	pza	4
2830V363	BAN07	BANDAS Y CADENAS	pza	4
A1250LD/13	BAN08	BANDAS Y CADENAS	pza	1
A1250LD/13	BAN09	BANDAS Y CADENAS	pza	1
A33	BAN10	BANDAS Y CADENAS	pza	1
A44BL	BAN11	BANDAS Y CADENAS	pza	2
A46	BAN12	BANDAS Y CADENAS	pza	3
A48	BAN13	BANDAS Y CADENAS	pza	1
A65BL	BAN14	BANDAS Y CADENAS	pza	1
A54BL	BAN15	BANDAS Y CADENAS	pza	2
AP4213C1120	BAN16	BANDAS Y CADENAS	pza	8
AP4713C1245	BAN17	BANDAS Y CADENAS	pza	4
AP4813C1270	BAN18	BANDAS Y CADENAS	pza	3
B2640B102	BAN19	BANDAS Y CADENAS	pza	5
B2640LD	BAN20	BANDAS Y CADENAS	pza	1
B54VL	BAN21	BANDAS Y CADENAS	pza	1
B58BL	BAN22	BANDAS Y CADENAS	pza	2
B59BL	BAN23	BANDAS Y CADENAS	pza	2
B59BV	BAN24	BANDAS Y CADENAS	pza	1
B60BL	BAN25	BANDAS Y CADENAS	pza	7
B62	BAN26	BANDAS Y CADENAS	pza	2
B93BL	BAN27	BANDAS Y CADENAS	pza	3
BP103	BAN28	BANDAS Y CADENAS	pza	2
BP58	BAN29	BANDAS Y CADENAS	pza	1
BP61	BAN30	BANDAS Y CADENAS	pza	2
BP62	BAN31	BANDAS Y CADENAS	pza	2
BP63	BAN32	BANDAS Y CADENAS	pza	2
Px-B77	BAN33	BANDAS Y CADENAS	pza	2

Figura 3.9 Repuestos y Consumibles

En movimiento de almacén se ingresa la cantidad de repuestos que existe en bodega por cada tipo de repuesto, es necesario ingresar el primer inventario.

No. de Parte	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Monto
ACE04	ACEITE MEROPA 320	gal	0,00	€0,00	€0,00
CHU023	CHUMACERA DE PARED SKY508	pza	5,00	€0,00	€0,00
CHU024	CHUMACERA PLANA SKY 210	pza	5,00	€0,00	€0,00
CHU025	CHUMACERA PLANA SKY208	pza	3,00	€0,00	€0,00
MAF12	ABRAZADERA T510 62-67	pza	5,00	€0,00	€0,00
SDM21	CADENA MIXER ENTERA	pza	1,00	€0,00	€0,00
SDM22	EJE MIXER	pza	1,00	€0,00	€0,00
SDM23	EMPAQUE 4" PIROPLÁSTICO	pza	1,00	€0,00	€0,00
SDM24	EMPAQUE 6" PIROPLÁSTICO	pza	1,00	€0,00	€0,00
SDM25	EMPAQUE 3" PIROPLÁSTICO	pza	8,00	€0,00	€0,00
SDM26	LLAVE DE BOLA 1"	pza	1,00	€0,00	€0,00
SDM27	CONDON 3/8 PARA PRENSAESTO	pza	0,00	€0,00	€0,00
SDM28	EMPAQUE PIROPLÁSTICO 1"	pza	0,00	€0,00	€0,00
SDM29	EMPAQUE PIROPLÁSTICO 2 1/2"	pza	0,00	€0,00	€0,00
SDM30	EMPAQUE PIROPLÁSTICO 3"	pza	0,00	€0,00	€0,00
SDM31	MATRIMONIO DE CAUCHO	pza	0,00	€0,00	€0,00
TOR03	PERNOS 1/2X 2 1/2" C	pza	8,00	€0,00	€0,00
TOR04	PERNOS 9/12X 1 1/2"	pza	6,00	€0,00	€0,00

Producto: ACDPLE RÁPIDO 3" TOTAL: €0,00

Botones: Guardar, Generar documento Inicial..., Cancelar

Atajos: <F2> Nuevo, <F4> Calculadora

Figura 3.10 Inventario

3.1.1.1.4. Mano de obra

Se ingresan los siguientes datos de las personas que trabajan en las plantas Inga y Cashapamba:

- Nombres
- Apellidos
- Iniciales
- Teléfono
- Clasificación
- Costo Hora ordinaria
- Costo Hora extraordinaria
- Notas
- Imágenes

En clasificación es el cargo que tiene asignado en Chova del Ecuador S.A, se detalla a continuación:

- Ayudante

- Ayudante de bodega
- Ayudante de mantenimiento
- Ayudante de producción
- Bodeguero
- Enrollador
- Ingeniero de proyectos
- Operario de máquina

Catálogos - Mano de Obra				
Arrastra el encabezado de la Columna a esta área para agruparla				
Nombre completo	Iniciales	Clasificación	Teléfono	
▶ ANGO SIMBA, CRISTIAN ALFONSO	...	CAAS	Ayudante Producción	0984971106
BENALCAZAR MAYA, EDISON PATRICIO	...	EPBM	Ayudante Producción	022731077
BONILLA OLMEDO, DANIEL WLADIMIR	...	D'WBO	Supervisor Laminación	023190050
CHILQUIINGA SIMBA, FRANCO JAVIER	...	FJCS	Ayudante Producción	022383431
CHUMAÑA LEMA, EDWIN ROLANDO	...	ERCL	Ayudante Bodega	022091740
CUICHAN CACHUMBA, VICTOR MANUEL	...	VMCC	Ayudante Producción	022383974
ESTEVEZ QUINTERO, SANTIAGO FERNANDO	...	SFEQ	Enrollador	022091340
FLORES REA, DIEGO FERNANDO	...	DFFR	Supervisor Producción	0984612451
GONZALEZ BAQUERO, ARMANDO PATRICIO	...	APGB	Operario Máquina	022135000
JIMENEZ CAIZA, JAIME RAFAEL	...	JRJC	Ayudante	022384119
LLULLUNA CHASIPANTA, JORGE OSWALDO	...	JOLC	Ayudante Producción	0997231137
LOACHAMIN REIMUNDO, JOSE ANIBAL	...	JALR	Enrollador	022095435
NORONA TORRES, JAIME RODRIGO	...	JRNT	Tecnico Mantenimiento	0995592021
PACHACAMA NACATO, VICTOR SANTIAGO	...	YSPN	Ayudante Producción	0984903309
PILAQUINGA AYO, CRISTIAN ANDRES	...	CAPA	Ayudante Producción	0998835424
RHEA MARTINEZ, OSCAR FERNANDO	...	DFRM	Ingeniero Proyectos	0984180437
RIVERA CHUQUI, WLADIMIR DAVID	...	WDRC	Ayudante Producción	022330567
SANCHEZ NARANJO, VICTOR LEONEL	...	VLSN	Supervisor Producción	022682442
SANGOQUIZA NACIMBA, EDWIN ALFREDO	...	EASN	Ayudante Producción	0989986548
SEGURA SANGUCHO, LUIS JAVIER	...	LJSS	Ingeniero Proyectos	022330567
VELASQUEZ TORRES, CRISTIAN GABRIEL	...	CGVT	Ayudante Producción	022330567
VELASTEGUI VOLANOS, CRISTIAN GUSTAVO	...	DGVV	Bodeguero	022687116
VELOZ CUICHAN, DIEGO	...	DVC	Ayudante Mantenimiento	0990106185
VELOZ CUICHAN, VICTOR ALFONSO	...	VAVC	Ayudante Bodega	022384098
VELOZ, MARCO	...	MV	Ayudante Mantenimiento	0997075528

Figura 3.11 Programación mano de obra

El siguiente subíndice es Proveedores y Servicios, se ingresa los nombres de los proveedores y de las empresas que prestan servicios a Chova del Ecuador S.A., ingresamos los siguientes campos:

- Proveedor: se ingresa el nombre del proveedor
- Clasificación: elegimos una de las siguientes opciones
 - 01.- Proveedor Extranjero
 - 02.- Representante Nacional
 - 03.- Proveedor Nacional
- Calle y #: dirección de la ubicación de la empresa
- Colonia: sector de dónde se encuentra ubicada la empresa
- País, teléfono, fax, página web: información de la empresa
- Contactos: se ingresa el nombre de la persona encarga, el cargo, el departamento al que pertenece y teléfonos
- Se puede ingresar opcionalmente alguna nota, imagen o archivo adjunto

The screenshot shows a 'Modificar' (Modify) window for a provider. The form contains the following fields:

- Proveedor: BWS Technologie GmbH *
- Clave: (empty)
- Clasificación: 01 - Extranjero (dropdown menu)
- Calle y #: 41515 Grevenbroich 1
- Colonia: Nordstrasse 41
- Población: (empty) C.P.: (empty)
- Estado: (empty)
- País: ALEMANIA (dropdown menu)
- Teléfono: +021816020 Fax: (empty)
- Página Web: www.bws-technologie.de

Below the form are tabs for 'Contactos', 'Notas', 'Imágenes', and 'Archivos Adjuntos'. A toolbar contains icons for 'Agregar', 'Modificar', 'Eliminar', and other actions. A table with columns 'Nombre', 'Cargo', 'Departamento', and 'Teléfonos' is shown, containing the text '<No hay información>'. At the bottom, there are navigation arrows, a 'F2 <NUEVO>' button, and 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons.

Figura 3.12 Programación de un proveedor

3.1.1.1.5. Herramientas

Se crea una base de datos de todas las herramientas pertenecientes a Chova del Ecuador S.A. en control de herramientas y se ingresa los siguientes campos:

- Clave: el número de código asignado por la empresa
- Descripción: que herramienta es como por ejemplo llave, martillo, etc.
- Unidad: si es pieza, conjunto, caja, paquete, etc.
- Clasificación: mecánica, medición, plomería, eléctrica, automotriz, albañilería, maquinas-herramientas, eléctrico.
- Localización: en que parte de la planta se está utilizando esa herramienta.
- Especificaciones: detalle de la herramienta.
- Imagen: foto de la herramienta.

Control - Existencias y Valuación									
Clave	Descripción	Unidad	en Alm.	en Reeg.	Cant. Total	Costo Unitario	Monio		
001	DESARMADORES PLANO-ESTRELLA	isp	0	1	1	0.00€	0.00€		
003	LLAVE AJUSTABLE 10"	pie	0	1	1	0.00€	0.00€		
004	ALICATE DE ELECTRICISTA 6"	pie	0	1	1	0.00€	0.00€		
005	PINZA DE PUNTA REDONDA	pie	0	1	1	0.00€	0.00€		
006	PINZA CORTAFRÍO	pie	0	1	1	0.00€	0.00€		
007	LLAVE MIXTA 24MM	pie	0	1	1	0.00€	0.00€		
008	JUEGO DE LLAVES MIXTAS MM-PULG	isp	0	1	1	0.00€	0.00€		
009	HERRAMIENTAS PLASTICA 20"	caja	1	1	2	0.00€	0.00€		
010	PLAYO DE FREIÓN RECTO	pie	1	1	2	0.00€	0.00€		
011	PINZA DE INTERIORES CURVA	pie	1	1	2	0.00€	0.00€		
012	DESARMADOR	pie	0	7	7	0.00€	0.00€		
013	REMACHADORES	pie	1	1	2	0.00€	0.00€		
014	ALICATE	pie	0	1	1	0.00€	0.00€		
015	AUMENTO 3/4	pie	0	1	1	0.00€	0.00€		
016	AUMENTO MEDIANO	pie	0	1	1	0.00€	0.00€		
017	BROCA CÓNICA 1"	pie	0	1	1	0.00€	0.00€		
018	CAUTÍN	pie	0	1	1	0.00€	0.00€		
019	COMBOS DE GOMA	pie	0	2	2	0.00€	0.00€		
020	COPA RACHA 36 MM	pie	0	1	1	0.00€	0.00€		
021	CORTA FRÍO	isp	0	1	1	0.00€	0.00€		
022	DESTORNILLADORES DE ESTRELLA	isp	0	4	4	0.00€	0.00€		
023	DESTORNILLADORES PLANOS	isp	0	5	5	0.00€	0.00€		
024	DISPENSADOR DE GRASA	pie	0	1	1	0.00€	0.00€		
025	EXTENSIONES DE 120V	pie	0	2	2	0.00€	0.00€		
026	FORMONES	pie	0	2	2	0.00€	0.00€		
027	EXAGONALES EN MM	isp	0	1	1	0.00€	0.00€		
028	EXAGONALES EN MM "T"	isp	0	1	1	0.00€	0.00€		
029	EXAGONALES EN PULG.	isp	0	1	1	0.00€	0.00€		
030	EXAGONALES EN PULG "T"	isp	0	1	1	0.00€	0.00€		
031	EXAGONALES PARA RACHA 18P	isp	0	1	1	0.00€	0.00€		
032	JUEGO DE LETRAS DE GOLPE 27P	isp	0	1	1	0.00€	0.00€		
033	LLAVES MIXTAS 14P	isp	0	1	1	0.00€	0.00€		
034	LLAVES TORX	isp	0	1	1	0.00€	0.00€		

Figura 3.13 Herramientas

3.1.1.2. Localización de Equipos

Aquí tenemos un subíndice que se llama Localización de Equipos, y muestra a que parte de la planta pertenece el equipo y si pertenece a algún equipo padre.

Localización de Equipos - Localización de Equipos

Modificar Localización y/o Equipo Padre | Grupos | Filtro rápido | Quitar filtro | Descripción | Localización \Planta Industrial Cashapamba

Arrastra el encabezado de la Columna a esta área para agruparla

Tipo	Descripción	Localización	Equipo Padre
	MOTOR BATIDOR INYECTORA DE POLIURETANO 0.22 KW ELECTRO ADDA FCS38-485 1009113	\Planta Industrial Cashapamba \ Nave 4 Metales y Construccion Liviana \ Area de Poliuretanos	INYECTORA DE POLIURETANO 180 BAR CANN A-BASIC 100 1-60402 (C00090)
	MOTOR BOMBA DE ACEITE TERMICO CALDERO HY WAY 7.46 KW SIEMENS 131-4YA70	\Planta Industrial Cashapamba \ Nave Calderos \ Area de Calderos	CALDERO HY WAY (C00018)
	MOTOR BOMBA RESERVORIO DE AGUA 1.5 KW EMERSON BW02 L09-BW02M	\Planta Industrial Cashapamba \ Nave Calderos \ Area de Tanques	
	MOTOR BOMBA TANQUE ACEITE PLASTIFICADO 5.5 KW THEO HAITER DD132 S-2 9061518 2	\Planta Industrial Cashapamba \ Nave Calderos \ Area de Tanques	TANQUE ACEITE PLASTIFICADO 5500 GLS (C00052)
	MOTOR BOMBA TANQUE COMBUSTIBLE 0.26 KW VIS OPERA BMFSV 9506A	\Planta Industrial Cashapamba \ Nave Calderos \ Area de Calderos	
	MOTOR CONFORMADORA DE CANALES 5.6 KW FURNAS 1398-42 (C00108)	\Planta Industrial Cashapamba \ Nave 4 Metales y Construccion Liviana \ Area de Metales	CONFORMADORA DE CANALES 2.3 KW WELTY
	MOTOR CONFORMADORA DE CODOS 7.5 KW BROOK MOTOR D.P.X712303	\Planta Industrial Cashapamba \ Nave 4 Metales y Construccion Liviana \ Area de Metales	CONFORMADORA DE CODOS WELTY WAY CE
	MOTOR CORTE ENROLLADORA 1.32 KW SIEMENS	\Planta Industrial Cashapamba \ Nave 1 Impermeabilizacion \ Laminacion	ENROLLADORA 10 KW (C00052)
	MOTOR DE ARRANQUE FUERTE 3.7 KW RFI IANCF FI FTTRIC PT512361	\Planta Industrial Cashapamba \ Nave 1 Impermeabilizacion \ Laminacion	FUERTE 10 KW (C00052)

Localizaciones/Inmuebles

- Laminacion
 - Compensador Amaduras
 - Enrollado
 - Impregnación
 - Premezcla
- Revestimientos Líquidos
- Nave 2 Administración-Bodega
 - Area de Góndola
 - Bodega de Repuestos
 - Laboratorio de Calidad
 - Oficinas Administración
- Nave 3 Bodega de Producto Terminado
 - bodega de Producto Terminado
- Nave 4 Metales y Construcción Liviana

Figura 3.14 Localización de equipos

3.1.1.3. Mantenimiento Rutinario

3.1.1.3.1. Asociación Equipos- Planes

Es una parte importante de la programación, ya que aquí se liga el equipo a su plan de mantenimiento respectivo.

Mantto. Rutinario - Asociación Equipos-Planes

Ligar Planes | Desligar Plan | Grupos | Filtro rápido | Quitar filtro | Descripción | Localización \Planta Industrial Cashapamba

Arrastra el encabezado de la Columna a esta área para agruparla

Tipo	Descripción (Equipo/Inmueble)	Plan ligado	Régimen
	BOMBA CORTADORA DE ALUMBAND 0.37 KW ANGELO STP-60	BOMBAS CENTRÍFUGAS	Fechas
	BOMBA DE ACEITE CALDERO N°1 1.078 KW AEG AM 90 S4 106108	BOMBAS CENTRÍFUGAS	Fechas
	BOMBA DE ACEITE TERMICO CALDERO N°1 11.2 KW SIEMENS 132-2YA76	BOMBAS CENTRÍFUGAS	Fechas
	BOMBA DE AGUA 0.6 KW PEROLLO JSwN 1A	BOMBAS CENTRÍFUGAS	Fechas
	BOMBA DE ASFALTO 11.2 KW SIEMENS 132-2YA76 (C00063)	BOMBAS DE ENGRANAJES	Fechas
	BOMBA DESCARGA DE ASFALTO 8.58 KW AEG AM 160 M4 336941 (C00066)	CALIBRACION CIM CADA 6 MESES	Fechas
	BOMBA DOSIFICACIÓN DE ACEITE PLASTIFICANTE 30 M3/H KSB ETAN YD40-160 41	BOMBAS CENTRÍFUGAS	Fechas
	BOMBA PRE-MEZCLADOR VERTICAL 9 KW SIEMENS BG 160M 11A5163-6YP	BOMBAS CENTRÍFUGAS	Fechas
	BOMBA PROCESO CHILLER 0.56 KW SIEMENS 1RA3 255-2YK34 G10	BOMBAS CENTRÍFUGAS	Fechas
	BOMBA RECIRCULACION CHILLER 0.56 KW SIEMENS 1RA3 255-2YK34 G10	BOMBAS CENTRÍFUGAS	Fechas
	CALDERO HY WAY (C00018)	CALDEROS	Fechas
	CALDERO N°1 600 KW HEIZA HW-S-03/K 1510 (C00062)	CALDEROS	Fechas
	CALIBRADOR PIE DE REY N° 2 0 - 150 MM MITUTOYO 500-181-21	CALIBRACION CIM CADA 6 MESES	Fechas

Plan: CALIBRACION CIM CADA 6 MESES | Régimen: Fechas | Unidad:

Imprimir | Exportar | Buscar | Grupos | Ver Columnas | Guardar Columnas | Restaurar Columnas

Arrastra el encabezado de la Columna a esta área para agruparla

Parte	Actividad	Frecuencia	Duración	Prioridad	Tipo	Clasificación 1
	02 - Calibración y/o verificación de Equipos	6 Mes(es)	1 h 30 m	Alta	Preventivo	04 - Calibración y/o Verificación

Figura 3.15 Asociación de equipos a planes de mantenimiento

3.1.1.3.2. Mantenimientos Iniciales

Programa la fecha inicial del mantenimiento, para que el programa indique las próximas fechas de los mantenimientos.

3.1.1.3.3. Mantenimientos Próximos

El programa indica la siguiente información de mantenimiento del equipo seleccionado:

- Parte:
- Actividad:
- Fecha de mantenimiento inicial o de arranque
- Frecuencia:
- Próximo mantenimiento

Rutinario - Mantenimientos Iniciales

Mantenimientos Iniciales

Equipo: CONFORMADORA DE BAJANTES WELTY WAY PG5 1503-SLC (C00109)
Plan: CONFORMADORA DE BAJANTES, CANALES Y PERFILES Régimen: Fechas

Parte	Actividad	Fecha del Mantenimiento Inicial o de arranque	+ Frecuencia =	Primer Mantenimiento a realizar conforme al plan
\ CADENAS	01 - Revisión rutinaria	07/02/2013	4 Mes(es)	07/06/2013
\ CHUMACERAS	01 - Revisión rutinaria	07/02/2013	3 Mes(es)	07/05/2013
\ GUÍAS	01 - Revisión rutinaria	07/02/2013	6 Mes(es)	07/08/2013
\ RODILLOS	01 - Revisión rutinaria	07/02/2013	6 Mes(es)	07/08/2013

-Reemplazar todo...

Mantenimiento Inicial o de arranque
 Primer Mantenimiento a realizar

con la siguiente Fecha: 03/04/2013

Reemplazar todo

Aceptar Cancelar

Figura 3.16 Mantenimientos iniciales

3.1.1.3.4. Mantenimientos próximos

El programa indica la parte y la actividad de mantenimiento que se debe realizar a un equipo.

Parte	Actividad	Último Mantenimiento realizado	+ Frecuencia =	Próximo Mantenimiento conforme al plan	Atraso	Próximo Mantenimiento modificado por el usuario	Estado	Folio OT
	03 - Comprobación de funcionamiento	3.345 Horas	4.000 Horas ó 1 Año(s)	7.345 Horas			Normal	
▶ ARAMARIO ELÉCTRICO	03 - Comprobación de funcionamiento	3.345 Horas	2.000 Horas ó 3 Mes(es)	5.345 Horas			Normal	
\ COLECTOR DE CONDENSADO \ FLOTADOR	01 - Revisión rutinaria	3.345 Horas	4.000 Horas ó 1 Año(s)	7.345 Horas			Normal	
\ FILTRO DE ACEITE	07 - Cambio	3.345 Horas	4.000 Horas ó 1 Año(s)	7.345 Horas			Normal	
\ FILTRO DE AIRE	01 - Revisión rutinaria	3.345 Horas	2.000 Horas ó 3 Mes(es)	5.345 Horas			Normal	
\ LED	03 - Comprobación de funcionamiento	3.345 Horas	4.000 Horas ó 1 Año(s)	7.345 Horas			Normal	
\ REFRIGERADORES	01 - Revisión rutinaria	3.345 Horas	4.000 Horas ó 1 Año(s)	7.345 Horas			Normal	
	03 - Comprobación de funcionamiento	3.345 Horas	2.000 Horas ó 3 Mes(es)	5.345 Horas			Normal	
\ VÁLVULA DE SEGURIDAD	03 - Comprobación de funcionamiento	3.345 Horas	4.000 Horas ó 1 Año(s)	7.345 Horas			Normal	

Figura 3.17 Mantenimientos próximos

3.1.1.3.5. Historial de mantenimientos cerrados por equipo

Es una lista de los mantenimientos realizados en Chova del Ecuador a partir de su programación, nos indica la siguiente información

- Parte
- Actividad
- Fecha
- Orden de Trabajo
- Responsable
- Estado
- Motivo del adelanto o atraso

3.1.1.4. Órdenes de trabajo, vales y consumos

Es el módulo en el que el usuario genera las órdenes de trabajo diarias, semanales, quincenales o mensuales para ejecutar los mantenimientos, registra los mantenimientos que ya fueron realizados y consulta el historial de las mismas. Se puede generar una orden de trabajo, ya sea por un mantenimiento planificado, o por una actividad de mantenimiento pero que no se encuentra registrado en el plan y finalmente cuando registramos una avería en el equipo, este último es un mantenimiento no rutinario o correctivo que detallaremos en el siguiente subcapítulo.

En el software Mp9 generamos la orden de trabajo.

- Seleccionamos el equipo al que se le va a realizar el mantenimiento.
- Seleccionamos las actividades correspondientes al plan de mantenimiento.
- Tenemos la opción de genera la orden de trabajo cuando no es un mantenimiento rutinario y cuando ya es un mantenimiento rutinario.

Para poder cerrar una orden de trabajo, es necesario indicar al software los trabajos que realizó físicamente.

Al generar la orden de trabajo que puede ser por un mantenimiento correctivo (ver C1 anexo), o una orden de trabajo por mantenimiento preventivo (ver anexo C2) indica claramente las características del equipo, las actividades a realizar, la persona a la que le corresponde hacer el trabajo, fecha y número de la hoja de trabajo.

3.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo consiste en la realización de reparaciones de emergencia que se efectúan para evitar que el equipo-maquina se convierta en inoperable o para recuperar sus condiciones operativas y funcionales.

La necesidad de un mantenimiento correctivo en un equipo puede originarse a través de solicitudes de trabajo generadas por el área de producción o proyectos de la empresa.

Todo mantenimiento correctivo debe iniciar con la generación de una orden de trabajo, emitida por el jefe de mantenimiento, que responde a las prioridades de la empresa. Para proceder con el mantenimiento correctivo debe cumplir los siguientes requisitos:

- Si la persona que solicita el mantenimiento correctivo es jefe de producción o proyectos de la empresa.
- Si el trabajo que se realizará está dentro del presupuesto asignado para mantenimiento.
- Si el trabajo que se va a realizar está dentro de la normativa de seguridad de la empresa.

A continuación mediante un flujo grama se detallan las actividades que se deben realizar en un mantenimiento correctivo.

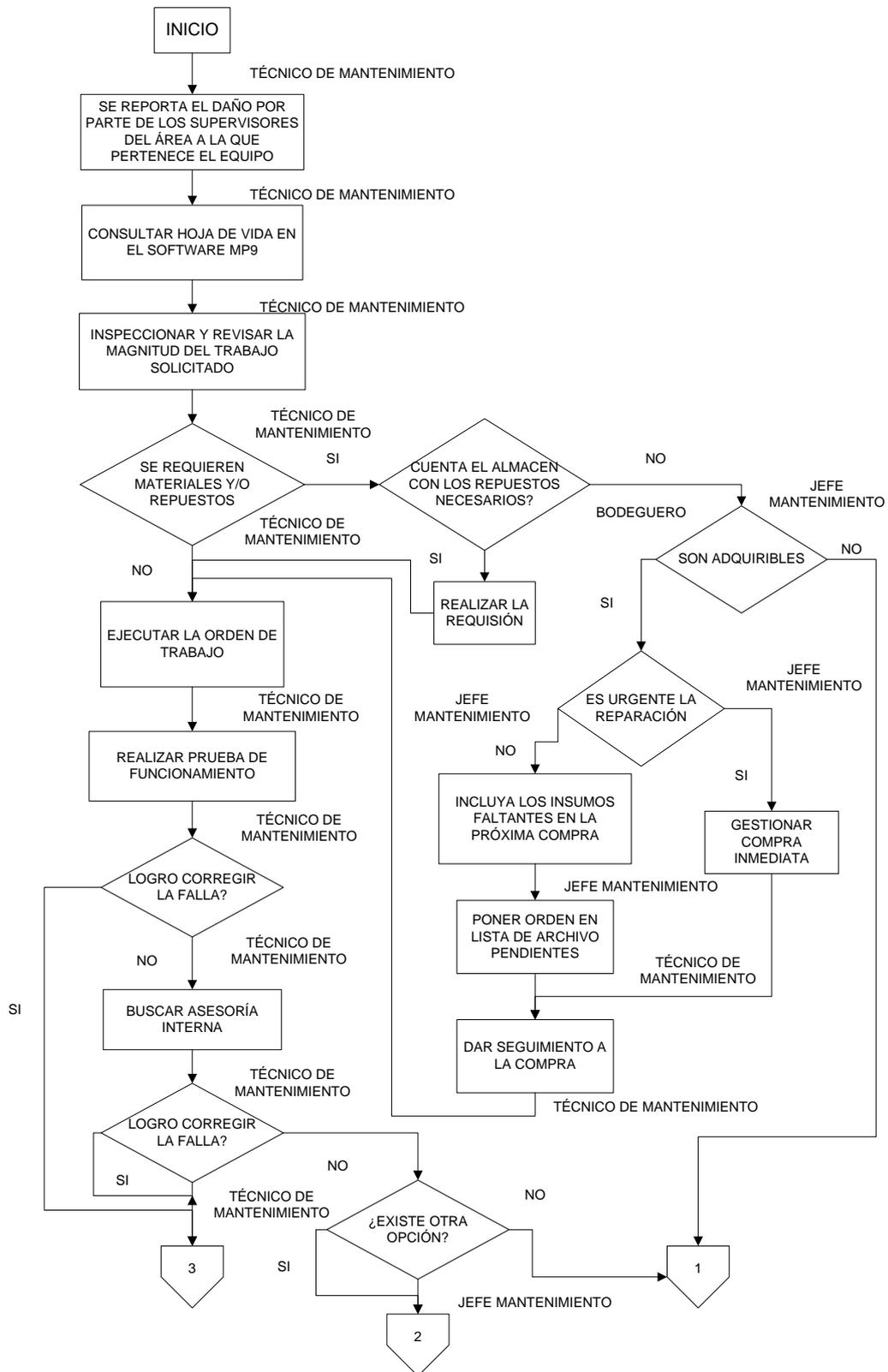


Figura 3.18 Flujo grama del mantenimiento correctivo de un equipo

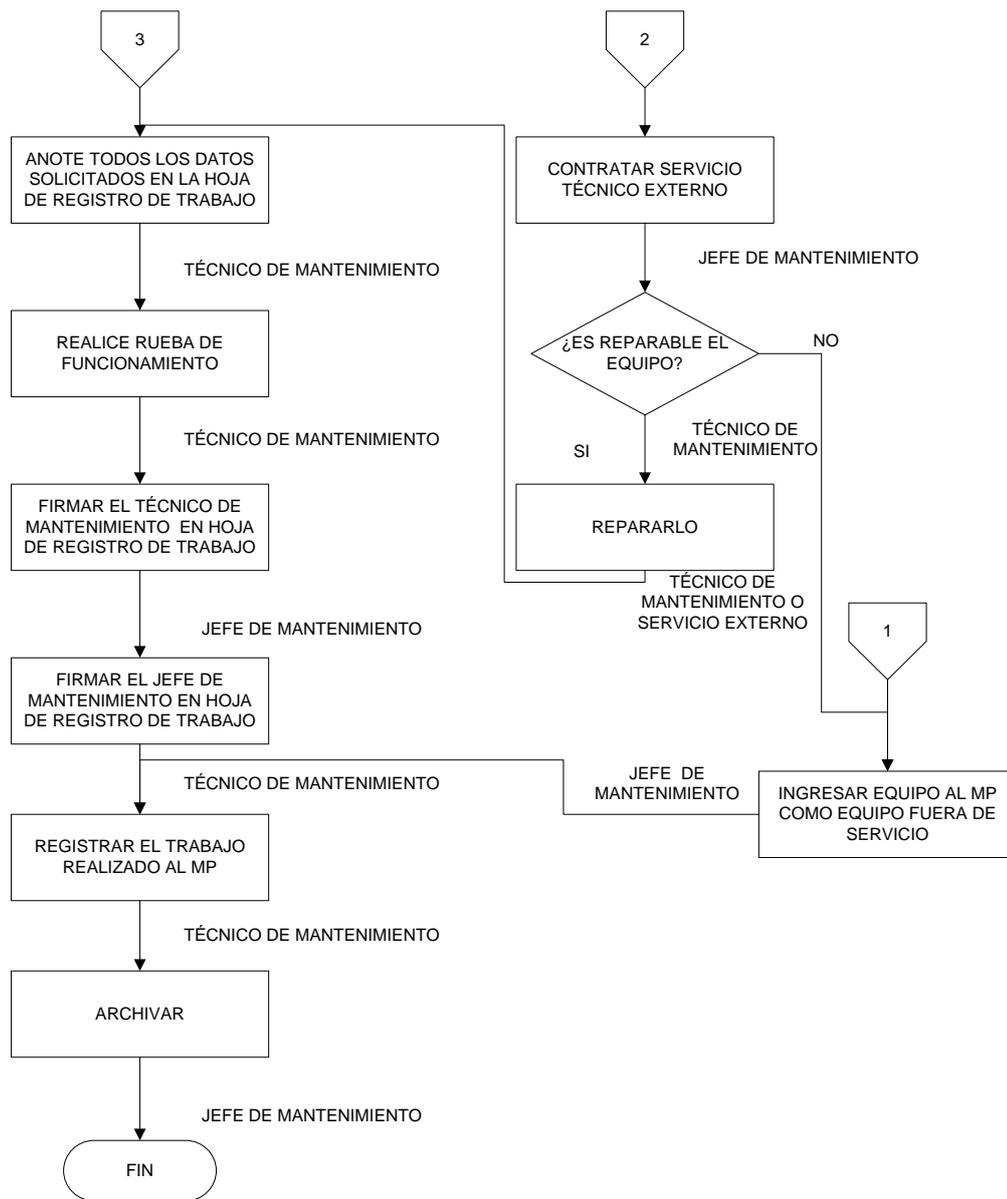


Figura 3.19 Flujo grama del mantenimiento correctivo de un equipo (Continuación)

CAPÍTULO 4

SOLUCIONES

4.1. SOLUCIONES TÉCNICAS

En la empresa Chova del Ecuador S.A., existen fallas frecuentes que se dan en ciertos equipos y que representa un gasto para la empresa y paros imprevistos. A continuación se detalla las fallas y sus posibles soluciones:

Tabla 4.1 Fallas en Bombas centrífugas

Síntoma	Causa	Solución
Los cojinetes se están calentando	La bomba y el motor están alineados de manera incorrecta	Volver a alinear el motor y la bomba
	No hay lubricación suficiente	Verificar que los cojinetes se encuentren correctamente lubricados
La bomba hace ruido o vibra	La bomba y el motor están alineados de manera incorrecta.	Volver a alinear la bomba y el motor
	El impulsor está parcialmente obstruido	Limpiar el impulsor
	El impulsor o el eje está roto o curvado	Reemplace el impulsor o el eje según sea necesario.
	La cimentación no es rígida	Apretar los pernos de sujeción del soporte del bastidor del cojinete. Asegurarse que la plancha de la base esté bien asentada
Pérdida de prensa estopas	Los cojinetes están desgastados	Reemplace los cojinetes
	La corona de la empaquetadura no está ajustada correctamente	Ajustar las tuercas del casquillo
	La empaquetadura de la prensaestopas está demasiado ajustada	Ajustar la empaquetadura, si está desgastada es necesario que sea reemplazada.
	La holgura del impulsor es demasiado estrecha	Ajuste la holgura del impulsor

Tabla 4.2 Fallas en Molino Trigonal

Síntoma	Causa	Solución
Alta temperatura de rodamientos	Correa de transmisión excesivamente tensa	Ajustar la correa trapezoidal
	Daños de rodamientos	Montar rodamientos nuevos, cambiar también los retenedores del eje si se encuentra en mal estado.
Fuerzas vibraciones	Correa de transmisión desalineada	Alinear correa de transmisión
	Sistema de rotor desequilibrado	Abrir el bloque de utilajes, ver si hay cuerpos extraños.
Correa desgastada	Correa de transmisión desalineada	Alinear la polea de la correa de transmisión
	Correa excesivamente tensa	Reajustar la tensión de la correa conforme a las instrucciones
Equipo bloqueado	Cuerpos extraños en el sistema rotor/estatores	Abrir el bloque de utilajes y comprobar si hay cuerpos extraños
Escapes en el prensaestopas	Tuercas de prensaestopas mal apretadas	Reapretar prensaestopas o agregar un anillo de empaquetadura si es necesario
	Empaquetadura de prensaestopas quemada	Renovar el prensaestopas. Comprobar el manguito de protección del ejes y si es necesario cambiarlo

Tabla 4.3 Fallas en Rodamientos

Síntoma	Causa	Solución
Rodamiento sobrecalentado	La grasa o aceite se está descomponiendo dado que no es el tipo adecuado para las condiciones de funcionamiento.	Consultar el tipo de grasa o aceite que se debe usar para determinado tipo de rodamiento.
	Nivel bajo de lubricación.	El nivel de aceite es insuficiente, es necesaria una lubricación correcta.
	Las obstrucciones de contacto se han secado o ejercen demasiada presión.	Sustituir las obstrucciones de contacto por nuevas que ejerzan la presión correcta y lubricarlas
	Falta de lubricación en el rodamiento debido a un nivel de aceite incorrecto	Limpiar el orificio de aireación del nivel de aceite.
Rodamiento ruidoso	La grasa o aceite se está descomponiendo, dado que no es el tipo adecuado para las condiciones de funcionamiento del rodamiento.	Consultar el lubricante adecuado para determinado tipo de rodamiento
	Suciedad, arena, carbón u otros contaminantes, están entrando en el soporte del rodamiento	Limpiar el soporte del rodamiento.
	Agua, ácidos, pinturas u otros agentes corrosivos están entrando en el soporte del rodamiento.	Instalar un retén protector para evitar la entrada de productos extraños.
	No se eliminaron las rebabas, suciedad, que podía haber estado en el alojamiento antes de montar el rodamiento	Limpiar detenidamente y poner lubricante nuevo

Tabla 4.3 Fallas en Rodamientos (Continuación)

Vibración	<p>La grasa o aceite se está descomponiendo, dado que no es el tipo adecuado para las condiciones de funcionamiento del rodamiento.</p> <p>Suciedad, arena, carbón u otros contaminantes, están entrando en el soporte del rodamiento</p>	<p>Consultar el lubricante adecuado para determinado tipo de rodamiento</p> <p>Limpiar el soporte del rodamiento.</p>
Rodamiento suelto en el eje	<p>El diámetro del eje es demasiado pequeño. El manguito no está suficientemente apretado</p>	<p>Mecanizar el eje para obtener el ajuste correcto. Apretar el manguito para que quede firmemente sujeto al eje.</p>

4.1.1. GRÁFICAS

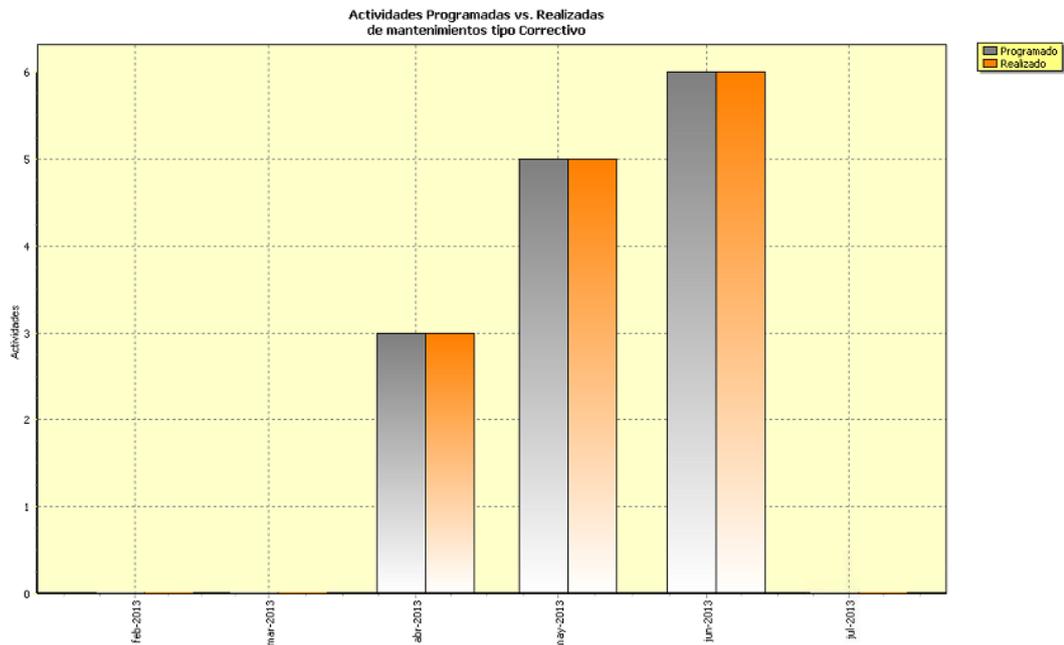


Figura 4.1 Actividades programadas vs. realizadas de mantenimientos de tipo correctivo

Esta gráfica indica que en el mes de abril se realizaron 3 actividades de mantenimiento correctivas en el mes mayo se realizaron 5 actividades mientras que en junio 6 actividades esto se debe a que en el mes de mayo y junio del 2013 se incrementó la producción, pero todas la actividades fueron realizadas y las órdenes de trabajo fueron cerradas.

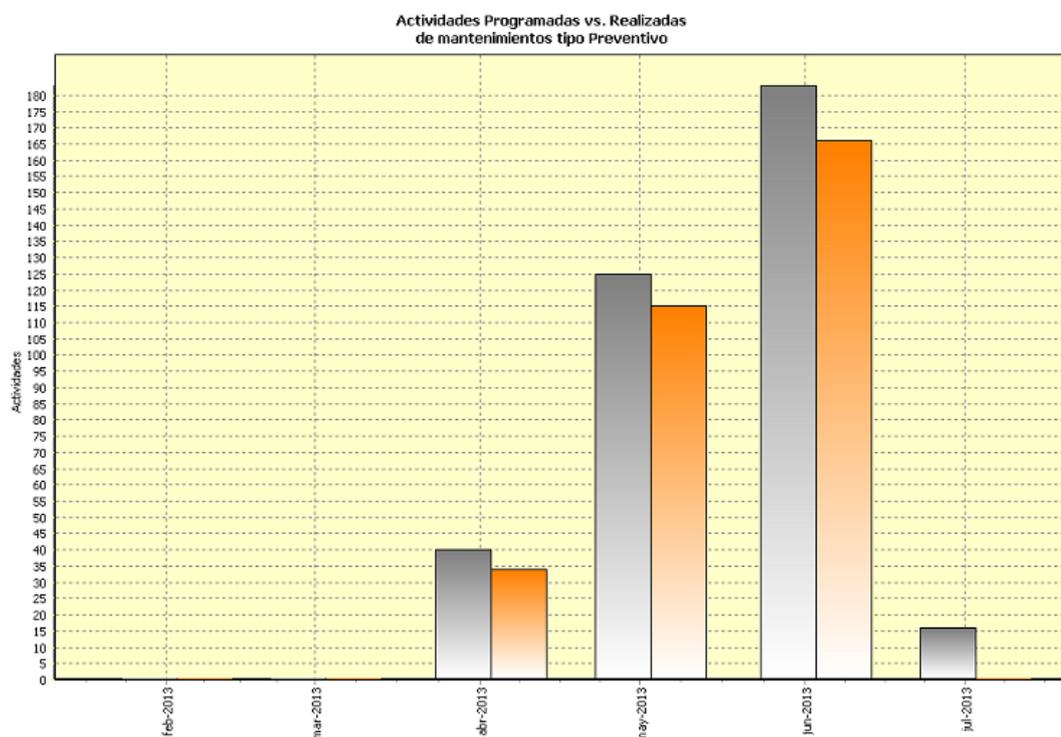


Figura 4.2 Actividades programadas vs. Realizadas de mantenimientos de tipo preventivo

Esta grafica indica que fueron programadas 40 actividades de mantenimiento preventivas, en el mes de mayo 125 y en el de junio 180, el incremento de las actividades preventivas se debe que se adelantaron actividades que correspondían al mes de julio porque es importante producir en los meses de julio agosto y septiembre porque en octubre habrá una para en la producción debido a falta de asfalto que no va entregar Petroecuador.

Es importante también detallar que no todas las actividades de mantenimiento se cumplieron, se analizó y se llegó a la conclusión que en el tren de laminación existen actividades que su periodo de mantenimiento era 15 días, esto no permitía que la actividad se realizara, así que se decidió modificar el intervalo de tiempo a una vez por mes.

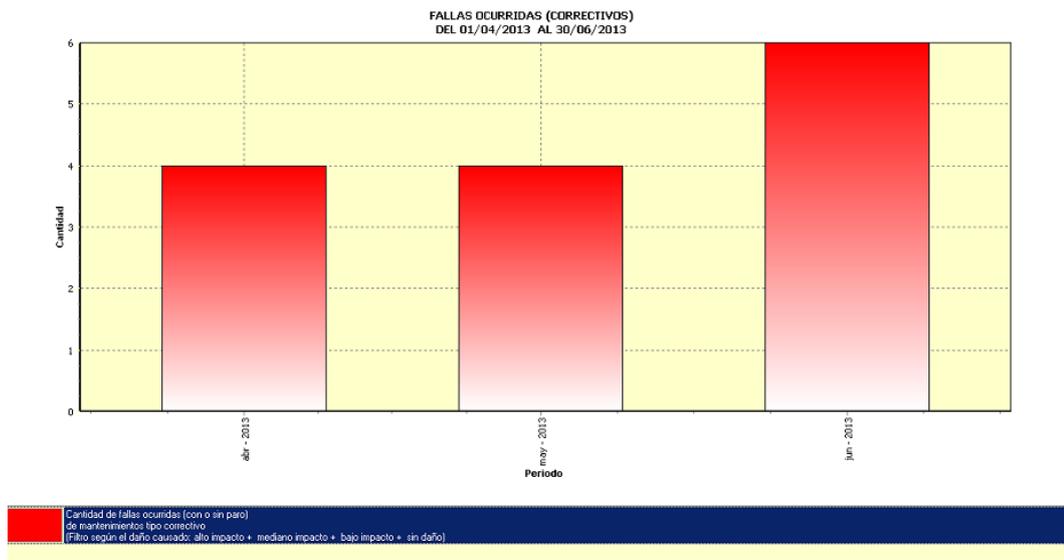


Figura 4.3 Fallas ocurridas (Correctivos)

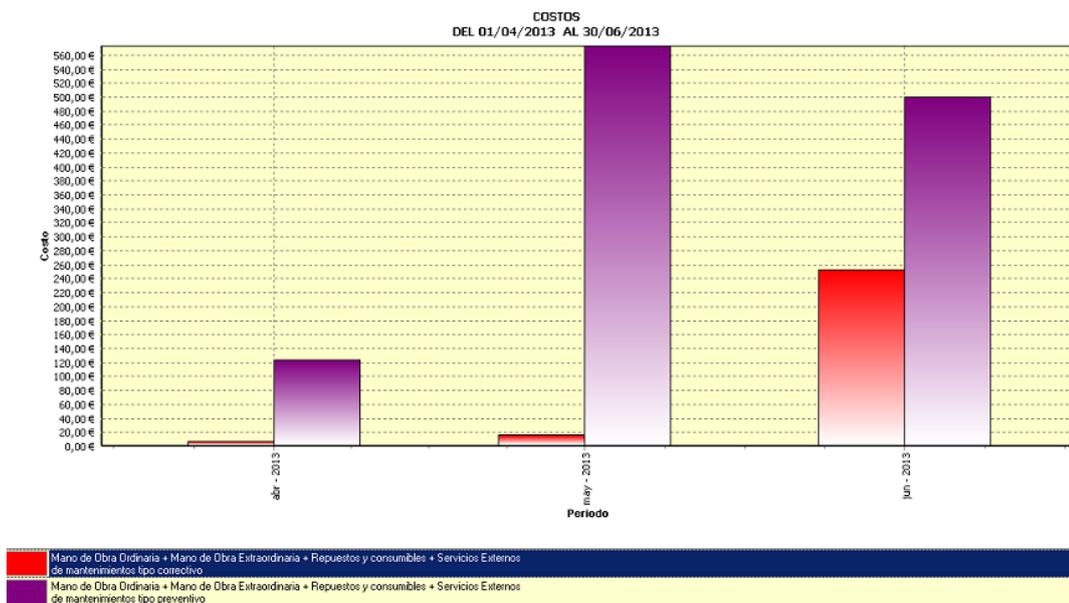


Figura 4.4 Costos por mantenimientos preventivos y correctivos

Esta gráfica indica que el gasto por mantenimiento es por actividades por mantenimiento preventivo y se encuentran dentro del presupuesto mensual que es destinado por parte de la empresa para el área de mantenimiento.

4.1.2. CAPACITACIÓN

4.1.2.1. Objetivo

Capacitar al personal del área de mantenimiento de la empresa Chova del Ecuador S.A., plantas Inga y Cashapamba, en el uso del software MP9.

4.1.2.2. Alcance

La capacitación aplica a toda el área de mantenimiento de la empresa Chova del Ecuador S.A., plantas Inga y Cashapamba.

4.1.2.3. Plan de Actividades

La capacitación comenzará el día lunes 27 de mayo y terminará el día jueves 30 de mayo del 2013. El horario de la capacitación será de 8:00 a 13:00 horas, el total de horas de capacitación será de 20 horas.

Tabla 4.4 Cronograma de capacitación

Tema	Día	Horas
Introducción del Software MP9	27-05-2013	1
Organización de información de equipos en el Software MP9	27-05-2013	2
Localización de las plantas	27-05-2013	2
Repuestos y Consumibles	28-05-2013	2
Mano de obra	28-05-2013	1
Proveedores y Servicios	28-05-2013	1
Herramientas	28-05-2013	1
Auxiliares	29-05-2013	1
Mantenimiento correctivo	29-05-2013	2
Generar órdenes de Trabajo	29-05-2013	2
Mantenimiento predictivo	30-05-2013	2
Generar calendarios	30-05-2013	2
Generar gráficas	30-05-2013	1
Total horas		20

4.1.2.4. Asistencia

Las personas que asistirán al curso de capacitación del software MP9, serán los responsables en la empresa del mantenimiento de equipos:

- Ing. Javier Pozo Gerente General
- Ing. Oscar Rhea Jefe de Mantenimiento, planta Cashapamba
- Ing. Luis Segura Jefe de Mantenimiento, planta Inga
- Tec. Jaime Noroña Técnico de Mantenimiento

La hoja de asistencia firmada, esta adjunta en el Anexo D.

4.2. SOLUCIONES ECONÓMICAS

Chova del Ecuador paga a la empresa HIVIMAR un total de 312 dólares por el análisis de vibraciones de un total de 14 equipos críticos, en los planes de mantenimiento este análisis de vibraciones está previsto que se realizará cada 6 meses. Quiere decir que al año la empresa gasta 624 dólares.

A continuación una tabla en detalle de lo que paga Chova del Ecuador S.A. a Hivimar.

Tabla 4.5 Tabla de costos de análisis de vibraciones

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
Servicio de análisis de vibraciones	78 puntos	4	312

Al comprar el equipo, la empresa gasta 1738.40 por costo del equipo y capacitación, así la empresa no gastaría por año 624 dólares y tendría la opción de realizar el mantenimiento predictivo a más equipos de la plantas sin tener que realizar un gasto adicional.

El equipo es de marca SKF, su modelo es CMA100-SL



Figura 4.5 Equipo análisis de vibraciones

El equipo provee dos lecturas de vibración importantes del estado de la máquina y una medición de la temperatura, además provee información de alarma e manera automática cuando las lecturas de vibración de la máquina superan las pautas aceptadas. A continuación se detalla:

- Una lectura de la vibración de la velocidad global, que indica el estado de la máquina. Esta lectura muestra un valor total para todas las señales de vibración que emanan de todos los componentes de la máquina dentro del rango del sensor del instrumento. ISO 10816-3. Se manera automática, se indican los valores de las mediciones que superan los límites.
- Una lectura de vibración de aceleración con envolvente (cojinete) que filtra todas las señales de vibración de la máquina, excepto las que emanan de los cojinetes de rodamiento y cajas de cambios. Las lecturas de vibración de los cojinetes se comparan de manera automática con los límites establecidos por SKF. Esta lectura ayuda a detectar las fallas de los cojinetes apenas surgen.

Al usarse en conjunto, estas dos mediciones de vibración y sus comparaciones de alarma permiten detectar las fallas más comunes en la máquina y, lo que es importante, las fallas de los cojinetes rodantes.

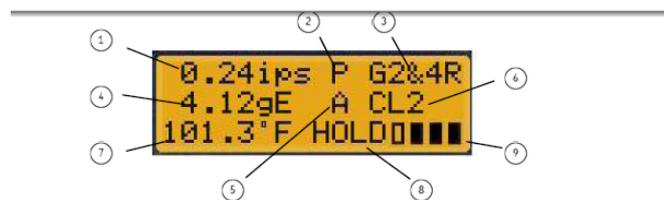
Además, se provee una medición de temperatura infrarroja para indicar aumentos de temperatura inusuales que generalmente ocurren cuando se agravan las fallas en la máquina y en el cojinete y para ayudar a detectar problemas de la máquina que pueden moverse reflejados en las señales de vibración de la máquina. En la siguiente imagen que detalla los controles y funciones del equipo:



- ① pantalla LCD
- ② Punta del sensor de vibraciones
- ③ Sensor de temperatura infrarrojo
- ④ Botón Seleccionar
- ⑤ Botón Examinar
- ⑥ Conector del sensor externo / alimentación CA

Figura 4.6 Controles y funciones del equipo

El equipo cuenta con una pantalla digital LCD que muestra de manera simultánea los resultados de la medición como se muestra a continuación.



- ① Lecturas de vibración global (IPS o mm/s)
- ② Alarma de vibración global (ninguna, Alerta o Peligro)
- ③ Grupo de alarma de vibración global (G1&3 o G2&4) y tipo de base (Flexible o Rígida)
- ④ Lectura de vibración del cojinete (gE)
- ⑤ Alarma de vibración del cojinete (ninguna, Alerta o Peligro)
- ⑥ Clase de alarma de vibración del cojinete (CL1, CL2 o CL3)
- ⑦ Lectura de la temperatura (C o F)
- ⑧ Indicador del estado de medición (ejecutar o mantener)
- ⑨ Estado de carga de la batería (75% de carga)

Figura 4.7 Pantalla del equipo

La clasificación de Grupo 2 y 4 de la norma ISO definen los siguientes tipos de maquinaria:

- Maquinaria de tamaño mediano y maquinaria eléctrica con eje entre 160 mm y 315 mm
- Normalmente, estas máquinas están equipadas con cojinetes rodantes, pero muchas usan cojinetes de manguitos y operan a velocidades superiores a 60 RPM
- Estas máquinas incluyen bombas con impulsores y controladores integrados.

Grupo 1 y 3 están los siguientes tipos de maquinarias:

- Maquinaria de gran tamaño y potencia nominal superior a 300 KW., o máquinas eléctricas con altura de eje $H \geq 315$ mm.
- Generalmente estas máquinas están equipadas con cojinetes de manguitos y pueden usar cojinetes rodantes.
- Estas máquinas incluyen bombas con rodete de varias paletas y con controlador independiente superiores a 600 r/min

Grupo 2 y 4 están los siguientes tipos de maquinarias:

- Maquinaria de tamaño mediano con una potencia nominal superior a 15 KW hasta 300 KW., máquinas eléctricas con altura de eje $160 \text{mm} \leq H \leq 315 \text{mm}$.
- Velocidades de funcionamiento superior a 600 r/min
- Las bombas con rodete de varias paletas y con controlador integrado (centrífuga de flujo mixto y flujo axial) con carga nominal por encima de 15 KW.

La clasificación de aceleración con envolvente se detalla a continuación:

- CL1: cojinetes con un diámetro interior entre 200mm y 500 mm y una velocidad de árbol inferior a 500 RPM

- CL2: Cojinetes con un diámetro interior entre 200 mm y 300mm y una velocidad de árbol entre 500 RPM y 1800 RPM
- CL3: Cojinetes con un diámetro interior entre 20 mm y 150mm y una velocidad de árbol entre 1800 RPM y 3600 RPM

ISO 10816-3		Machinery Groups 2 and 4		Machinery Groups 1 and 3	
Velocity		Rated power			
CMAS 100-SL		15 kW – 300 kW		Group 1: 300 kW – 50 MW Group 3: Above 15 kW	
in/sec eq. Peak	mm/sec RMS				
0.61	11.0	DAMAGE OCCURS			
0.39	7.1				
0.25	4.5	RESTRICTED OPERATION			
0.19	3.5				
0.16	2.8	UNRESTRICTED OPERATION			
0.13	2.3				
0.08	1.4	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY			
0.04	0.7				
0.00	0.0				
Foundation		Rigid	Flexible	Rigid	Flexible

Figura 4.8 Gráfico de gravedad ISO 10816-3

Clase	OK	Alerta	Peligro
CL1	0-1 gE	1-2 gE	más de 2 gE
CL2	0-2 gE	2-4 gE	más de 4 gE
CL3	0-4 gE	4-10 gE	más de 10 gE

Figura 4.9 Gráfico de gravedad de aceleración con envolvere

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

5.1. ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1.1. INVERSIÓN INICIAL

La inversión inicial son todos los gastos que la empresa invierte para que en el futuro obtenga una ganancia.

Tabla 5.1 Inversión inicial

Descripción	Cantidad	Costo Total
Licenciamiento software MP9	3 licencias	7390,00
Equipo para análisis de vibraciones	1 equipo	1738,40
Capacitación al personal de la empresa encargada de la utilización del software.	20 horas	270,00
Remuneración a no profesional	576 horas	1728,00
Total		11126,40

5.1.2. COSTOS INDIRECTOS

Los costos indirectos son lo que no atribuyen directamente con el proyecto, es una guía para la implementación del sistema de gestión.

Tabla 5.2 Costos a profesionales

Descripción	Horas	USD / hora	Costo Total
Capacitación Director de Tesis	60	6,00	360,00
Capacitación Codirector de Tesis	60	6,00	360,00
Total			720,00

5.1.3. COSTOS MISCELÁNEOS

Tabla 5.3 Costos misceláneos

Descripción	Costo (USD)
Útiles de oficina	80,00
Transporte	200,00
Impresiones	100,00
Copias	50,00
Varios	100,00
Imprevistos	160,00
TOTAL	690,00

5.1.4. COSTO TOTAL

El costo total es la suma de la inversión, costos indirectos y misceláneos.

Tabla 5.4 Costo total

Descripción	Costo (USD)
Inversión	11 126,40
Indirectos	720,00
Misceláneos	690,00
Total	12 536,40

5.1.5. INVERSIÓN FIJA

Es la inversión que se realiza este momento pero que en los siguientes años ya no se tendrán estos gastos

Tabla 5.5 Inversión fija

Inversión fija Total	Costo (USD)
Equipo de Análisis de Vibraciones	1 738,40
Capacitación Software MP9	270,00
Total	2 008,40

5.1.6. INVERSIÓN DIFERIDA

Es una inversión que se realiza este momento, pero que en los años siguientes se tendrá que pagar algún costo adicional

Tabla 5.6 Inversión diferida

Inversión Diferida	Costo (USD)
Licencias Software MP9	7 390,00
Remuneración a no profesionales	1 728,00
Misceláneos	690,00
Costos indirectos	720,00
Total	1 0528,00

5.1.7. AMORTIZACIÓN Y DEPRECIACIÓN**Tabla 5.7 Amortización y depreciación**

Descripción	Costo (USD)	Años de depreciación	Porcentaje
Proyecto	10 528,00	5	20%
Equipo de vibraciones	1 738,40	10	10%

Tabla 5.8 Amortización y Depreciación

Año	Amortización	Depreciación
	Anual	Anual
0	2 105,60	1 738,40
1	2 105,60	1 564,50
2	2 105,60	1 390,70
3	2 105,60	1 216,80
4	2 105,60	1 043,00
5	2 105,60	869,20

5.1.8. FLUJO NETO EFECTIVO

Tabla 5.9 Flujo Neto Efectivo

Año de operación	Ingresos	Egresos		Flujo Neto
		Prod.	Mto.	
0		-300 000,00	-300 000,00	-600 000,00
1	600 000,00		-270 000,00	330 000,00
2	600 000,00		-250 000,00	350 000,00
3	600 000,00		-250 000,00	350 000,00
4	600 000,00		-250 000,00	350 000,00
5	600 000,00		-250 000,00	350 000,00

5.1.9. CÁLCULO DEL VAN, R B/C, TIR

Tabla 5.10 VAN, R B/C, TIR

Año	Costos totales (\$)	Beneficios totales (\$)	Factor de actualización 0.1	Costos actualizados (\$)	Beneficios actualizados (\$)	Flujo neto actualizado (\$)
0	600 000,00	0,00	1,00	600 000,00	0,00	600000,00
1	270 000,00	600 000,00	0,90	245 454,50	545 454,50	300000,00
2	250 000,00	600 000,00	0,80	206 611,50	495 867,70	289256,10
3	250 000,00	600 000,00	0,70	187 828,70	450 788,80	262960,10
4	250 000,00	600 000,00	0,60	170 753,30	409 808,00	239054,70
5	250 000,00	600 000,00	0,60	155 230,30	372 552,70	217322,40
Total	1'620000,00	3'000000,00		1'565878,50	2'274472,00	708593,50

Chova del Ecuador S.A., gastaba 300 000 USD al año por mantenimiento y 300 000 USD al año por dejar de producir un monto aproximado de 300 000 USD, al implementar el sistema de gestión de mantenimiento la empresa tendría un ahorro de 50 000 USD por mantenimiento y no tendría pérdidas por paros en la producción.

Así la empresa tendría un ahorro del 58% y un beneficio costo de 1,45.

VAN=	708 593,551	Se acepta
TIR =	0,49391888	Se acepta
B/C =	1,45252141	Se acepta

5.2. FINANCIAMIENTO

5.2.1. ENTIDADES DE FINANCIAMIENTO

Tabla 5.11 Entidades de Financiamiento

Entidad	Monto (USD)
Chova del Ecuador	9 398,40
Escuela Politécnica del Ejército	720,00
Carla Samaniego	2 418,00
Total	12 536,40

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Una vez implementado el sistema de mantenimiento, la empresa Chova del Ecuador S.A. lleva un registro de todos sus equipos, planes de mantenimientos, repuestos, herramientas, órdenes de trabajo, mantenimientos preventivos y correctivos, horas de paro por mantenimiento correctivo.
- Al aplicar la técnica RCM, permite que la empresa tenga equipos y máquinas más confiables, y que no existan paros imprevistos.
- Los conocimientos adquiridos en la Carrera de Ingeniería Mecánica fueron aplicados en este proyecto, al igual que los conocimientos aportados por el técnico de mantenimiento.
- El mes de abril del 2013 hubieron 3 mantenimientos correctivos, en mayo 5 y junio 6 del 2013, mientras que mantenimientos preventivos se tuvieron, 40, 125 y 182 respectivamente, esto se debe a la correcta programación y planificación de los planes de mantenimiento en el software MP9.
- Se implementó el mantenimiento predictivo para motores en estado crítico, para esto la empresa compró un equipo de análisis de vibraciones, porque Chova del Ecuador S.A. tiene gastos al momento que contrata a otra empresa para realizar análisis de vibraciones.
- El personal de Chova del Ecuador S.A. colaboró en todo momento que para la realización de este proyecto.

- Chova del Ecuador S.A., es una empresa organizada, esto ayudó para que el proyecto sea realizado de una manera eficiente.
- Después de haber sido implementado el sistema de gestión de mantenimiento, el área de mantenimiento obtuvo un resultado favorable en la auditoría externa.

6.2. RECOMENDACIONES

- En el software MP9, es necesario que se ingrese la información verdadera de los sueldos de las personas que realizan mantenimiento a los equipos; y, a su vez se debería ingresar los precios de repuestos y herramientas, para tener un análisis de costos de mantenimientos más real.
- Para disminuir los costos de mantenimiento en el análisis de vibraciones de equipos, se adquirió un equipo de análisis de vibraciones, es importante que se realice una capacitación al personal encargado del equipo para darle una mayor utilidad.
- Es importante que se hagan mejoras paulatinas en la programación del software MP9, con el fin de tener un mejoramiento continuo en los equipos.
- Realizar un respaldo periódico de la información que se ingresa al software MP9.
- Es necesario que la empresa compre equipos como comparadores de reloj, medidor de picaduras y micrómetros, para la realización de las actividades de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Afros. (2010). Manual polyurethane Cannon . Caronno Pertusella, Italia.

Crespo, A., & Sánchez, A. (2004). *Técnicas y métodos de aplicación en la fase operativa de los equipos*. Madrid: AENOR Ediciones.

Díaz, J. (s.f.). Técnicas de mantenimiento industrial.

Espinoza, F. (s.f.). *Desarrollando el modelo RCM*. Obtenido de slideshare:
<http://www.slideshare.net>

González, F. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid: FC Editorial.

INDURA S.A. . (2010). Manual para la recuperación y protección anti-desgaste de piezas . 2M Impresores.

ITT. (2009). Manual de instalación, funcionamiento y mantenimiento .

Piroblock. (2011). Manual caldera de aceite térmico. Barcelona, España.

SKF. (1992). Manual SKF de mantenimiento. Suecia.

Viking Pump. (s.f.). Manual de servicio técnico 2010. Los Ángeles, Estados Unidos.

ANEXOS