

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA
DE ASFALTO DE PATRIA SAS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE MOSQUERA.

ALVARO ALFONSO CORTES CORTES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2014

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA
DE ASFALTO DE PATRIA SAS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE MOSQUERA.

ALVARO ALFONSO CORTES CORTES

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

Director: OFER RODRIGUEZ BARRERO
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2014

DEDICATORIA

A Dios, quien me ha guiado en todo momento y lugar de mi vida.

A mi madre por su inminente apoyo en mi vida.

A mi novia por su comprensión en este proceso.

A Conalvías Equipos por su confianza al permitir realizar este trabajo.

A todas las personas que me apoyaron en la terminación de este ciclo de mi vida.

Alvaro A. Cortes.

CONTENIDO

INTRODUCCION	15
1. PATRIA SAS	17
1.1 RESEÑA HISTORICA.....	18
1.2 UBICACIÓN DE LA EMPRESA	18
1.3 ESTRUCTURACION ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA.....	20
1.3.1 Organigrama	20
1.3.2 Misión.....	20
1.3.3 Visión	20
1.4 POLITICAS CORPORATIVAS.....	21
1.4.1 Política de Calidad:	21
1.4.2 Políticas HSE:	21
1.5. ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA EMPRESA.....	22
1.6. DECRIPCION DE PROCESO DE PRODUCCION	22
1.7. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	25
1.7.1 Objetivo General.....	25
1.6.2 Objetivos Específicos:.....	25
1.7 JUSTIFICACIÓN.....	25
2. MARCO TEORICO	27
2.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO	27
2.2 EVOLUCION DEL MANTENIMEINTO.....	27
2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO	28
2.3.1 Mantenimiento Correctivo	28
2.3.2 Mantenimiento Preventivo.....	29
2.3.3 Mantenimiento Predictivo.	31
2.3.4 Mantenimiento Autónomo.....	32
2.4 INDICADORES DE MANTENIMIENTO	33

2.4.1 Disponibilidad.	33
2.4.2 Confiabilidad..	34
2.4.3 Mantenibilidad.	34
2.5 EVALUACIÓN DE CRITICIDAD DE EQUIPOS	35
2.5.1 Método del flujograma de Análisis de Criticidad.	36
2.5.2 Modelo de Criticidad Total por Riesgo CTR.....	37
2.5.3. Modelo de Proceso de Análisis Jerárquico AHP	40
2.6 JERARQUIAS EN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	41
2.6.1 Nivel de mantenimiento I.....	41
2.6.2 Nivel de mantenimiento II.....	41
2.6.3 Nivel de mantenimiento III.....	42
2.6.4. Nivel de mantenimiento IV	42
2-6-5 Nivel de mantenimiento V.....	43
3 PLANTA DE ASFALTO SPL 110TH	44
3.1 COMPONENTES DE LA PLANTA.....	44
3.1.1 Alimentadores:.....	44
3.1.2 Zaranda.....	45
3.1.3 Banda lanzadora.....	45
3.1.4 Quemador.....	45
3.1.5 Tambor Mezclador.....	46
3.1.6 Mezclador de Paletas..	46
3.1.6 Caldera.	47
3.1.7 Bomba de Asfalto:.....	48
3.1.8 Tanques de asfalto.	48
3.1.9 Ciclón de Finos..	49
3.1.10 Filtro de Mangas.	49
3.1.12 Elevadores de paletas.....	50
3.1.13 Silo.....	51
3.1.14 Sistema de control..	51
4. MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA PLANTA DE ASFALTO	52

4.1. AREA DE MANENIMIENTO ACTUAL	52
4.2 IDENTIFICACION Y MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA PLANTA.	53
4.3 SISTEMA DE INFORMACION DE MANTENIMIENTO.....	53
5. PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO	57
5.1. JERARQUIZACION DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA.....	57
5.2. CODIFICACION DE EQUIPOS.....	61
5.3. ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS	67
6. RUTINAS DE INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO	71
6.1. SISTEMA DE TRANSPORTE	71
6.2. SISTEMA DE MEZCLADO	74
6.3. SISTEMA DE INYECCION DE ASFALTO Y COMBUSTIBLE	77
6.4. SISTEMA DE RECOLECCION Y EXTRACCION DE FINOS	79
6.5. SISTEMA DE CARGUE DE MEZCLA ASFALTICA	82
6.6. SISTEMA DE CONTROL.....	84
7. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PLANTA DE ASFALTO P28DM991 DE LA EMPRESA PATRIA SAS	86
7. ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN	97
7.1 ETAPA DE CONCIENTIZACIÓN.....	97
7.2. ETAPA DE CAPACITACION.	97
7.3. ETAPA DE DIVULGACION ENTRENAMIENTO.....	98
7.4. IMPLEMENTACION Y SEGUIMIENTO	98
7.5. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION	99
8. CONCLUSIONES	100
BIBLIOGRAFIA.....	102
ANEXOS.....	105

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.GRUPO EMPRESARIAL.....	17
FIGURA 2. UBICACIÓN DE PLANTA.....	19
FIGURA 3. PANORÁMICA	19
FIGURA 4. ORGANIGRAMA	20
FIGURA 5. PROCESO DE PLANTA DE PRODUCCION DE ASFALTO	23
FIGURA 6. DIAGRAMA DE PROCESO	24
FIGURA 7. PILARES DE MANTENIMIENTO AUTONOMO	33
FIGURA 8. FLUJOGRAMA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD	36
FIGURA 9. MATRIZ DE CRITICIDAD.....	40
FIGURA 10. ALIMENTADORES.....	44
FIGURA 11. ZARANDA	45
FIGURA 12. QUEMADOR	45
FIGURA 13.TAMBOR MEZCLADOR.....	46
FIGURA 14. MEZCLADOR DE PALETAS.....	47
FIGURA 15. CALDERA	47
FIGURA 16. BOMBA DE ASFALTO	48
FIGURA 17. TANQUES DE ASFALTO.....	48
FIGURA 18. FILTRO DE MANGAS.	49
FIGURA 19 EXAUSTOR.....	50
FIGURA 20. SILO Y ELEVADOR PRINCIPAL.....	51
FIGURA 21. CODIFICACION ACTUAL	53
FIGURA 22. MODULOS INFOM@NTE	54
FIGURA 23 MODULOS SISTEMA SAP	56
FIGURA 24. CLASIFICACION JERARQUICA.....	57
FIGURA 25. JERARQUIA DEL EQUIPO	57
FIGURA 26. CODIFICACION DE EQUIPOS	62
FIGURA 27 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE	64
FIGURA 28 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA DE MEZCLADO.	64
FIGURA 29 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE ASFALTO Y COMBUSTIBLE.	65
FIGURA 30 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y RECOLECCIÓN DE FINOS.....	65
FIGURA 31 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA DE CARGUE DE MEZCLA ASFALTCA	66
FIGURA 32 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	66
FIGURA 33. DIAGRAMA DE CRITICIDAD	70

FIGURA 34. SISTEMA DE MEZCLADO	74
FIGURA 35. SISTEMA DE INYECCION DE ASFALTO Y COMBUSTIBLE	77
FIGURA 36. SISTEMA DE EXTRACCION Y RECOLECCION DE FINOS	79
FIGURA 37. SISTEMA DE CARGUE DE MEZCLA ASFALTICA.....	82
FIGURA 38. SISTEMA DE CONTROL	84

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CODIFICACION DE EQUIPOS	62
TABLA 2. FACTORES DE EVALUACION.	68
TABLA 3. EVALUACION DE LA CRITICIDAD.....	69
TABLA 4. RUTINA DE INSPECCION ALIMENTADORES	72
TABLA 5. RUTINA DE INSPECCION PARA BANDA RECOLECTORA.	72
TABLA 6. RUTINA DE INSPECCION DE ZARANDA	73
TABLA 7. RUTINA DE INSPECCION DE LA BANDA LANZADORA.....	74
TABLA 8. RUTINA DE INSPECCION DEL QUEMADOR	75
TABLA 9. RUTINAS DE INSPECCION DEL TAMBOR MEZCLADOR Y MEZCLADOR DE PALETAS.	76
TABLA 10. RUTINA DE INSPECCION DE LOS TANQUES DE ASFALTO Y CALDERA.....	78
TABLA 11. RUTINA DE INSPECCION DE LINEAS DE TRASPORTE Y BOMBA DE ASFALTO.....	78
TABLA 12. RUTINA DE INSPECCION DEL EXAUSTOR	80
TABLA 13. RUTINA DE INSPECCIONES DEL FILTRO DE MANGAS.	81
TABLA 14. RUTINA DE INSPECCION DEL COMPRESOR Y EL EXAUSTOR	82
TABLA 15. RUTINA DE INSPECCION DE ELEVADORES DE PALETAS.....	83
TABLA 16. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL SILO	84
TABLA 17. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL.	85
TABLA 18. LISTADO DE EQUIPOS CRITICOS.....	86
TABLA 19. RUTINA DE MANTENIMIENTO DE LA BANDA LANZADORA.....	87
TABLA 20. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL QUEMADOR.....	88
TABLA 21. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL TAMBOR MEZCLADOR.....	89
TABLA 22. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL MEZCLADOR DE PALETAS....	90
TABLA 23. RUTINA MANTENIMIENTO DE LA CALDERA.	91
TABLA 24. RUTINA DE MANTENIMIENTO	92
TABLA 25. RUTINA DE MANTENIMEINTO DEL COMPRESOR	93
TABLA 26. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL ELEVADOR DE PALETAS.....	94
TABLA 27. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL.	95
TABLA 28. CCRONOGRAMA DE ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.	99

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. INSTRUCCIONES DE SERVICIO MOTORES ELECTRICOS TRIFASICOS	106
ANEXO B MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDUCTORES SUMITOMO	111
ANEXO C. EXPLOSIVO FILTRO DE MANGAS	123
ANEXO D MODULOS DE CABEZA Y COLA DEL ELEVADOR	125
ANEXO E INSTALACION, CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE BANDAS TRANSPORTADORAS.....	126
ANEXO F INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BOMBAS CENTRIFUGAS	127
ANEXO G. PLANO QUEMADOR	132

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE ASFALTO DE PATRIA SAS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE MOSQUERA*¹

AUTOR: ALVARO ALFONSO CORTES CORTES**

PALABRAS CLAVES: Planta de asfalto, Mantenimiento Preventivo, Criticidad, Plan de Mantenimiento, Jerarquización

CONTENIDO: Esta Monografía desarrolla el diseño de un plan de mantenimiento para una planta de asfalto de producción continua específicamente para la planta ADM SPL 110th de propiedad de Patria SAS. El equipo analizado se le ha realizado modificaciones a través de su vida lo que ha llevado a la pérdida de rutinas claras de mantenimiento.

El plan de mantenimiento propuesto en esta monografía recopila información de las experiencias vividas con el equipo, mantenimientos correctivos realizados, manuales de mantenimiento existentes y sugerencias de los técnicos que han atendido el equipo; basados en esta información generar rutinas de inspección y mantenimiento que ayudan a mejorar la disponibilidad del equipo, tener un cronograma de mantenimiento, y ser eficientes en el desarrollo de actividades de mantenimiento. Adicionalmente la producción mezclas asfálticas sería más eficiente cumpliendo así con el objetivo principal de la empresa.

Finalmente se establece una estrategia de implementación en la cual el personal de mantenimiento entienda el plan y su ejecución teniendo todas las medidas de seguridad respectiva. Adicionalmente esta estrategia incentiva; al cambio de hábitos del personal de mantenimiento, la programación de cada actividad de mantenimiento, a tener un presupuesto más acertado y mejorar los indicadores de mantenimiento del área de mantenimiento.

*Monografía

**Facultad de Ingenierías Físico- Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.
Director Ofer Rodriguez Barrero.

SUMMARY

TITLE: DESIGN OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR ASPHALT PLANT LOCATED IN PATRIA SAS TOWNSHIP MOSQUERA²

AUTHOR: ALVARO ALFONSO CORTES CORTES**

KEY WORDS: Asphalt Plant, Maintenance Preventive, criticality, Maintenance Plan, Hierarchization

SUBJET OR DESCRIPTION: This essay develops the design of a maintenance plan for an asphalt plant continuous production specifically for SPL 110th ADM Patria SAS owned plant. The equipment analyzed changes he has made through his life that has led to the loss of clear maintenance routines.

The proposed maintenance plan this monograph collects information from the experiences with the machine, corrective maintenance performed, existing maintenance manuals and technical tips that have served the machine, based on this information to generate inspection and maintenance routines that help improve the availability of equipment, have a maintenance schedule, and be efficient in developing maintenance activities. Additionally mix asphalt production would be more efficient thus fulfilling the main objective of the company.

Finally an implementation strategy in which maintenance personnel understand the plan and its execution taking all measures respective Safety. Additionally, this strategy encourages, the changing habits of maintenance personnel, scheduling each maintenance activity, to have a more successful and improve indicators maintenance area maintenance Budget.

* Monographs

** Faculty of Mechanical Engineering and Physical. Specialization in Maintenance Management.
Director Ofer Rodriguez Barrero.

INTRODUCCION

En Colombia en vista de la apertura económica con los Tratados de Libre Comercio se ha generado la necesidad de ser más competitivos y uno de las grandes factores para dicha competitividad son la infraestructura vial del país.

En Cundinamarca se ha visto la necesidad de mantener, reformar y ampliar la malla vial del departamento esto con el fin de mejorar la movilidad del transporte.

Conalvías Inversiones, el grupo empresarial del sector de la construcción más importante del país, a través de su empresa Patria SAS está dispuesta a responder a esta demanda con uno de los materiales más influyentes en la infraestructura vial, como son las mezclas asfálticas; para ello cuenta con una planta de asfalto y agregados en la zona de Mondoñedo (Mosquera, Cundinamarca). Adicionalmente El grupo cuenta con una empresa especializada en Maquinaria y Equipos que se llama Conalvías Equipos; dicha empresa recibió la responsabilidad del mantenimiento de la planta de agregados.

En vista de la responsabilidad que tiene Conalvías Equipos, se ve la necesidad de optimizar el plan de mantenimiento de la planta de asfalto para tener un equipo confiable y disponible al servicio de los clientes de Patria SAS.

La necesidad de generar un plan de mantenimiento es debido a que la planta de asfalto en el transcurrir del tiempo y en cumplimiento de normas ambientales se le han realizado una serie de modificaciones que han cambiado su configuración

inicial y adicionalmente a que esta serie de cambios se han realizado sin una política de gestión del cambio se han perdido los programas de mantenimiento.

Para responder a esta necesidad en esta monografía se plantea como primera medida dividir el equipo en sistemas, subsistemas y equipo mantenible para poder identificar y enfocar las tareas de mantenimiento, en segunda medida se realiza un análisis de criticidad que arroje los equipos donde el plan de mantenimiento debe concentrarse, en tercera medida definir un programa de inspección donde se puedan identificar posibles fallas en equipo , en cuarta medida un plan de mantenimiento dirigido hacia lo equipos críticos y medianamente críticos basados en manuales y experiencias del área de mantenimiento, finalmente una estrategia de implementación del plan de mantenimiento que permita tener éxito en el desarrollo de las tareas de mantenimiento.

1. PATRIA SAS

Patria S.A.S en una empresa del grupo empresarial Conalvías Inversiones.

FIGURA 1.GRUPO EMPRESARIAL



Fuente: Conalvías Inversiones.

1.1 RESEÑA HISTORICA

PATRIA S.A.S fue fundada en el año 1993 y desde sus inicios está orientada a la construcción de obras de infraestructura, estructuras, urbanismo, conservación y mantenimiento de obras de espacio público, construcción y mantenimiento de carreteras, Obras civiles en locaciones para perforación de pozos petroleros, Obras Civiles para aeropuertos.

Al transcurrir de los años la empresa ha adquirido amplio reconocimiento en la comercialización, producción, distribución y colocación de mezcla asfáltica. Comercialización, producción y distribución de agregados pétreos. Prestación de servicios de laboratorio para agregados, mezclas y pavimentos asfálticos; todo esto debido a la calidad del producto entregado al cliente.

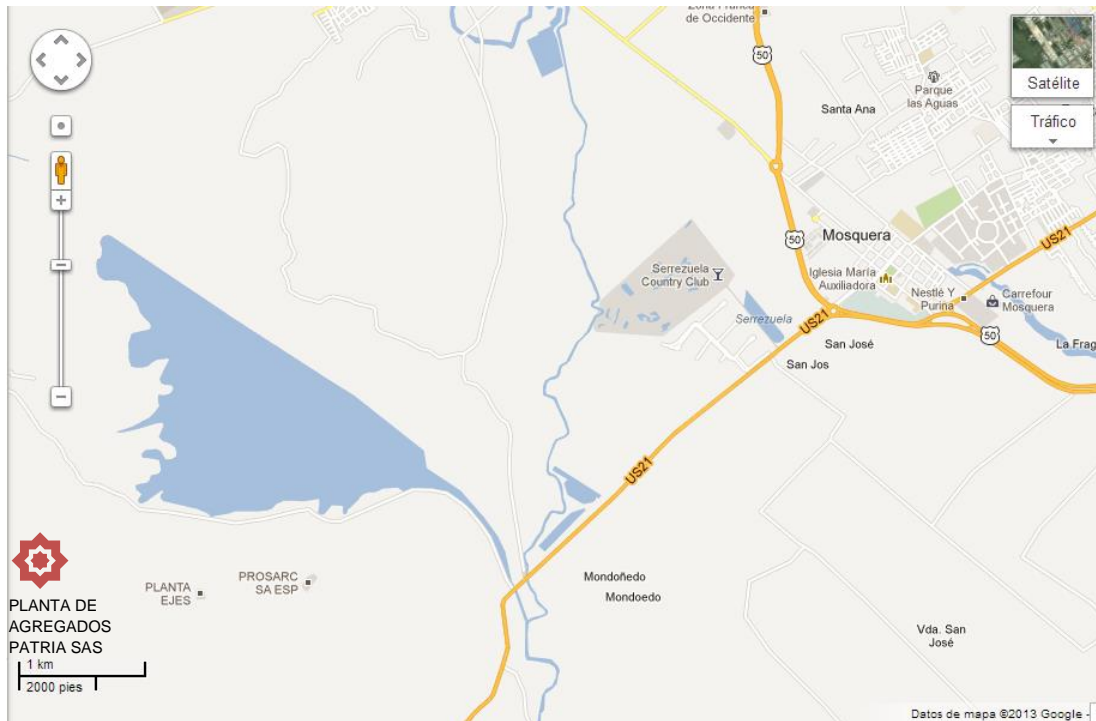
Desde finales del año 2012 Patria SAS pertenece al Grupo Empresarial Inversiones Conalvías S.A.S, conformado por 8 empresas.

Dentro de las 8 empresas hay 4 constructoras: Conalvías Construcciones, Conalvías USA, Patria y Agremezclas; Dos empresas de servicios: Conalvías Servicios y Conalvías Equipos; una empresa de Inversiones: Infracon; una empresa financiera: Fincon y una empresa de producción: Central Mix S.A.

1.2 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Patria SAS para cumplir a sus clientes tiene su propia planta de agregados ubicada en el municipio de Mosquera en el km 5 vía la Mosquera – La Mesa Hacienda Vista Hermosa en la zona de Mondoñedo.

FIGURA 2. UBICACIÓN DE PLANTA



Fuente: Google maps.

En la actualidad la empresa cuenta con su zona de explotación, una planta de asfalto, planta de trituración y maquinaria amarilla para el desarrollo de sus proyectos en ejecución.

FIGURA 3. PANORÁMICA

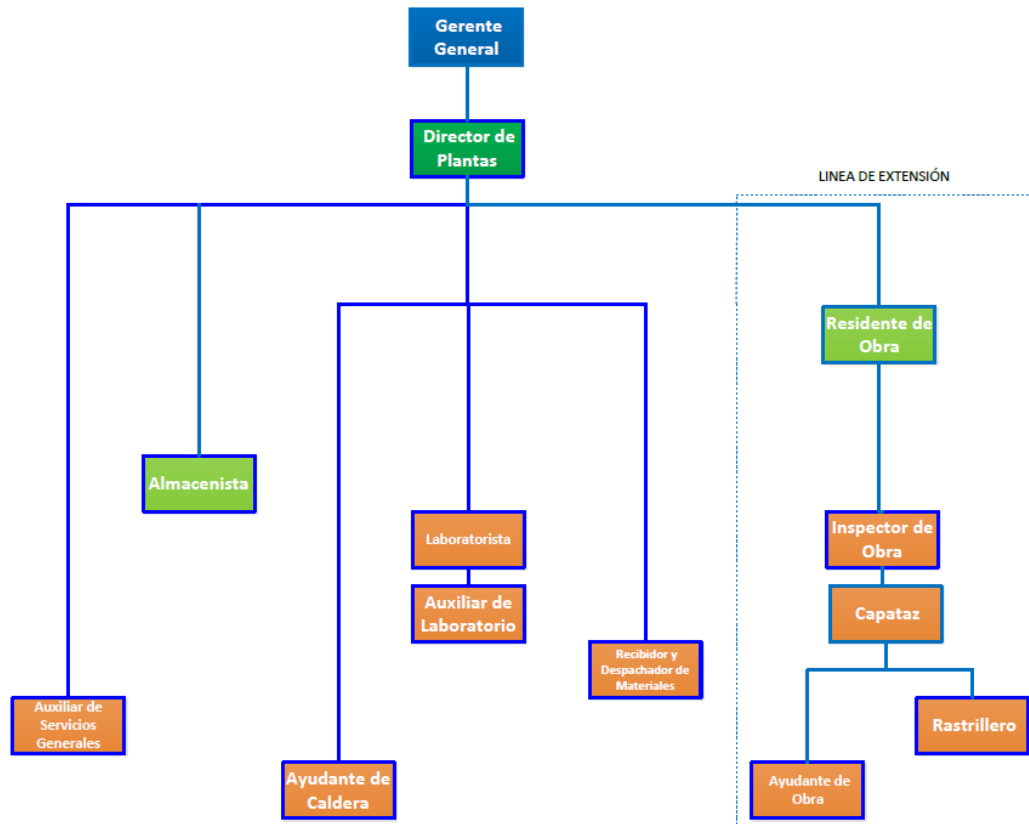


Fuente: Autor

1.3 ESTRUCTURACION ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA

1.3.1 Organigrama

FIGURA 4. ORGANIGRAMA



Fuente: Patria SAS

1.3.2 Misión: Contribuir al bienestar y desarrollo de la comunidad a través de la construcción de obras civiles que apoyen su ordenamiento social y ambiental.

1.3.3 Visión: Ampliar la cobertura y consolidar el posicionamiento en el mercado nacional e internacional, excediendo las expectativas de nuestros clientes en cuanto a calidad de las obras.

1.4 POLITICAS CORPORATIVAS

1.4.1 Política de Calidad: Es Política de Calidad de Patria SAS construir obras de infraestructura que satisfagan los requisitos del cliente, en cuanto a calidad, oportunidad de entrega, utilización de recursos, controles internos y cumplimiento de especificaciones, garantizando los resultados esperados. Cumplir la normatividad vigente para el sector, actuando con responsabilidad con el medio ambiente y las comunidades ubicadas en el área de influencia de los proyectos. Brindar la experiencia de la organización en los procesos constructivos, conservando y optimizando los estándares de calidad, promoviendo la competitividad, el reconocimiento en el mercado y el mejoramiento continuo de la eficacia del sistema de gestión de calidad.³

1.4.2 Políticas HSE: Patria SAS, empresa dedicada a la construcción de obras de infraestructura, confirma su compromiso de promover la calidad de vida laboral de todos sus colaboradores y partes interesadas, manteniendo altos estándares en salud y ambiente en la organización; promoviendo la prevención de lesiones, ocurrencia de accidentes, daños en la salud, generación de enfermedades profesionales y daños a la propiedad; a través de la implementación y seguimiento de programas que ayuden a prevenir y mitigar cualquier peligro o impacto ambiental; garantizando el cumplimiento de la legislación colombiana y otros requisitos aplicables que establezca la organización, asignado los recursos necesarios para su cumplimiento, seguimiento y mejora continua en el desempeño HSE y la prevención de la contaminación.⁴

³ CONALVIAS INVERSIONES. Política de calidad. [consultado 12 de octubre de 2013] Disponible en < <http://site.conalvias.com/hse.php>>

⁴ CONALVIAS INVERSIONES. Política de calidad. [consultado 12 de octubre de 2013] Disponible en < <http://site.conalvias.com/calidad.php>>.

1.5. ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA EMPRESA

Patria SAS es una empresa dedicada a la elaboración y venta de Mezclas asfálticas entre ellas se encuentran:

- Mezclas Asfálticas Norma IDU
- Mezclas Asfálticas Norma INVIAS
- Mezclas FAA
- Mezclas Modificadas
- Extensión y Compactación de mezclas asfálticas

También la empresa es reconocida por los altos estándares de calidad y servicio. Cuenta con la experiencia necesaria y un equipo de profesionales altamente competentes para desarrollar obras proyectos en zonas urbanas o rurales a nivel nacional tales como:

- Carreteras.
- Obras de infraestructura urbana y rural.
- Obras y estructuras en el sector de hidrocarburos.
- Pistas y estructuras en aeropuertos

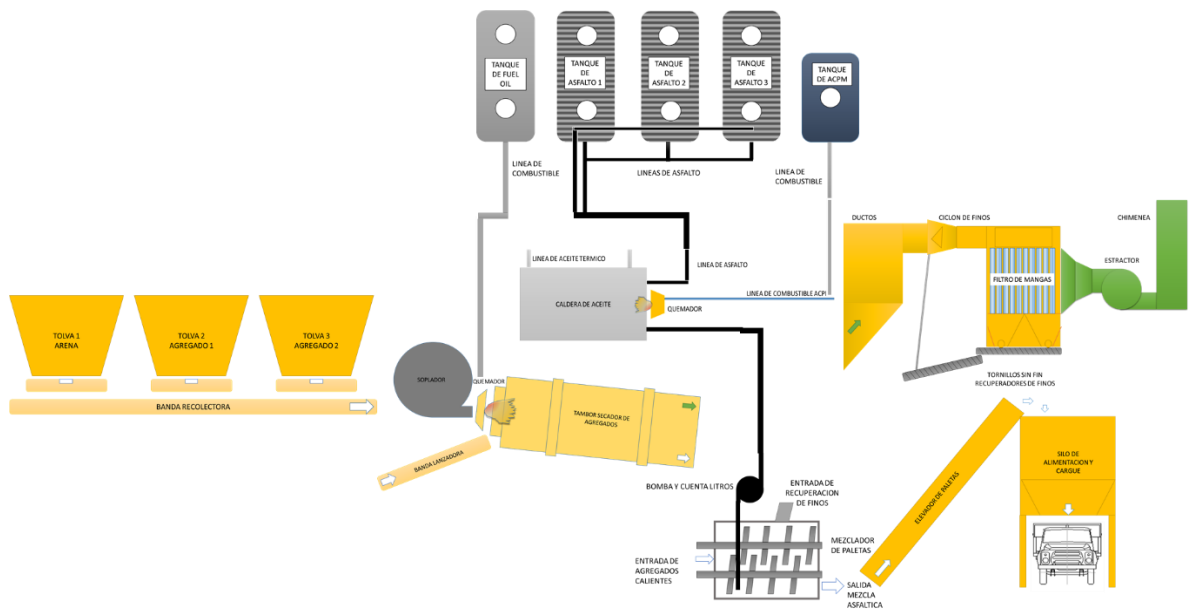
1.6. DESCRIPCION DE PROCESO DE PRODUCCION

En Patria SAS cuenta con una planta de asfalto de producción continua de flujo paralelo la cual se caracteriza por tener el siguiente proceso de producción.

El proceso consiste en tener los materiales agregados necesarios para la producción de mezclas asfálticas (triturados y arena) en las tolvas alimentadoras; los materiales pasa de las tolvas a las bandas alimentadoras donde son pesados

por celdas de carga, dichas bandas entregan los materiales en proporciones requeridas a la banda recolectora la cual lleva los agregados a la zaranda, esta evita cualquier sobre tamaño en la mezcla final. Al salir los agregados son llevados al tambor secador por medio de la banda lanzadora; allí por medio de calor entregado por el quemador de combustible (Aceite Derivado del Petróleo) se elimina la humedad de los agregados y se genera dos elementos; uno los agregados mezclados sin humedad que van al mezclador de paletas y otro los gases generados por la combustión combinados con los finos (Polvo) de los agregados que van por medio de ductos al ciclón de finos y posteriormente al filtro de mangas.

FIGURA 5. PROCESO DE PLANTA DE PRODUCCION DE ASFALTO



Fuente: Autor

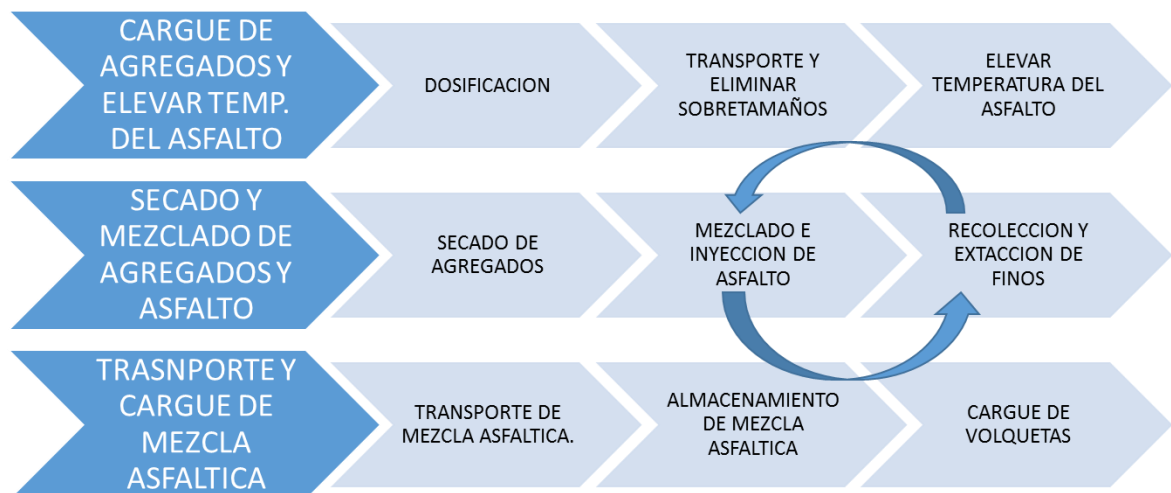
Después de tener los Agregados mezclados sin humedad es necesario mezclarlos con el asfalto; elemento que es casi sólido a temperatura ambiente. Para inyectar el asfalto es necesario elevar su temperatura a 180°C, esto se realiza mediante

serpentines en los tanques por los cuales pasa aceite caliente que sale de un Caldera la cual toma su calor de la quema de ACPM.

Al tener el asfalto a 180°C, la bomba de asfalto lo toma y lo lleva a un cuenta litros donde se controla la inyección que se realiza en el mezclador de Paletas donde se obtiene la Mezcla asfáltica la cual es entregada al silo de cargue por medio de un elevador de paletas.

Con el extractor los gases y finos se hacen pasar a través de un ciclón recuperador de finos quienes van al mezclador de paletas; luego los gases y finos restantes son dirigidos hacia el filtro de mangas que recupera los finos que por medio de tornillos sinfín llegan al mezclador de paletas. Finalmente los gases son expulsados al ambiente por la chimenea.

FIGURA 6. DIAGRAMA DE PROCESO



Fuente: Autor.

1.7. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.7.1 Objetivo General. Diseñar un plan de Mantenimiento Preventivo para la Planta de Asfalto de la empresa Patria SAS ubicada en el Municipio de Mosquera.

1.6.2 Objetivos Específicos:

- Identificar y delimitar los subsistemas que componen la planta de asfalto.
- Seleccionar y Realizar un análisis de criticidad que se acomode a los subsistemas del equipo.
- Elaborar rutinas de inspección del equipo de acuerdo a su variable de control (horas)
- Diseñar el programa de Mantenimiento preventivo de la planta de asfalto.
- Jerarquizar las tareas de mantenimiento establecidas en el programa de mantenimiento.
- Establecer una estrategia de implementación del programa de mantenimiento que permita la buena recepción por parte del personal de mantenimiento.

1.7 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se realiza con el fin diseñar un programa de Mantenimiento Preventivo que permita incrementar la disponibilidad del equipo, mejorar la eficiencia de los subsistemas del equipo, disminuir los tiempos de paro, disminuir los costos de energía por ineficiencia al realizar el calentamiento del asfalto y eliminar las reparaciones repetitivas que se presentan en el equipo. También se pretende establecer rutinas de inspección que permitan disminuir la rotación de inventarios generando una buena gestión del activo y establecer cambios de elementos con anticipación.

Adicionalmente desde el punto de vista ambiental se quiere eliminar focos de contaminación que puedan ser generados por las fugas de un material contaminante como es el asfalto y que podrían acarrear multas ambientales.

Finalmente esta monografía tiene como alcance el proceso de producción de mezclas asfálticas; con la cual se pretende establecer sistemas críticos del equipo y establecer rutinas de mantenimiento que mejoren la eficiencia del proceso, reduciendo el número de fallas, costos y tiempos largos de reparación.

2. MARCO TEORICO

2.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento son todas las acciones y técnicas que se destinan a restaurar, recuperar o mantener un bien para llevarlo a un estado que pueda realizar su función para el cual fue creado.

2.2 EVOLUCION DEL MANTENIMEINTO

El ser humano desde sus inicios ha sentido la necesidad de crear, mantener y restaurar sus herramientas y utensilios, con ellos llevaban a cabo tareas básicas como cazar, comer, etc. Pero solo hasta la primera revolución industrial cuando se empezaron a fabricar las diferentes maquinas el hombre fue consiente que debía corregir los problemas que presentaban dichos equipos en el menor tiempo y disminuir los tiempos de paro todo esto para ser más productivos, por lo tanto, se empezaron a organizar grupos de trabajo, que a hoy es componente esencial en el funcionamiento de la estructura organizacional del área de mantenimiento en todas las compañías; es así como nace el Mantenimiento Correctivo.

A pesar de la necesidad de disminuir el tiempo de paro de las maquinas, solo hasta la década del 50 en Japón empezaron a generarse técnicas de mantenimiento en las cuales se seguían recomendaciones de los fabricantes para mantener los equipos; a esto se llamó mantenimiento Preventivo.

A finales de la década de los 60 con el avance de los modelos estadísticos en las empresas como por ejemplo en el control de calidad, se inició el mantenimiento predictivo que mediante modelos estadísticos aplicados a las fallas a los equipos se pretende predecir lo que puede ocurrir con el equipo a lo largo de su vida útil.

Más adelante empezó a aparecer el mantenimiento productivo que consistía en darle mayor importancia al personal de mantenimiento porque adquirirían mayores responsabilidades donde se consideraba la confiabilidad de los equipos.

A finales de los años 90 y principio del siglo XXI con la globalización se generó el mantenimiento de clase mundial y se consolidaron filosofías de mantenimiento como la TPM el cual es un mantenimiento de mejoramiento continuo en el cual se comparten objetivos dentro del personal de mantenimiento.

Finalmente en técnicas de mantenimiento como RCM, las 5s, Keissen, entre otras, son las tendencias del mantenimiento de clase mundial que hoy en día se aplican. También es importante como ha crecido a través de los años las responsabilidades del área de mantenimiento en las empresas ya no solo es un proceso de apoyo sino una de las áreas que dependen directamente de la presidencia de las compañías.

2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.3.1 Mantenimiento Correctivo

Son las intervenciones realizadas al equipo que buscan restablecerlo cuando ya ha ocurrido una falla, es decir, esperar a que la maquina falle antes de realizarle cualquier actividad de mantenimiento.

Este tipo de mantenimiento se encuentra en todas las empresa debido a que es el más antiguo y por qué es aplicable hoy en día dependiendo de la situación de ciertos equipos como los electrónicos, equipos que su intervención no afecta un proceso importante o la seguridad, o que simplemente se decide que el equipo llegue falla porque tenemos un equipo de respaldo.

Entre las principales ventajas se encuentran las siguientes:

- No genera gastos fijos
- No se programa ninguna actividad
- Solo se generan costos cuando ocurre la falla; Bajos costos de reparación.
- Mantenimiento adecuado para elementos electrónicos donde el mantenimiento no tiene ningún efecto.

Las desventajas más visibles de este tipo de mantenimiento son:

- Paro del equipo en cualquier instante.
- La vida útil de los equipos disminuye.
- Tener un stock de repuestos importantes.
- El tiempo de paro puede ser importante si no se tiene los repuestos en stock.

2.3.2 Mantenimiento Preventivo

“Es el mantenimiento que se realiza a los equipos de una planta en forma anticipada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas y debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminada a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores de los equipos.”⁵

Como se puede ver en la anterior definición lo importante del mantenimiento preventivo son las inspecciones y las frecuencias con las que se realicen estas, de ahí dependen de tener una disminución de los tiempos de parada del equipo mejorando la productividad del proceso y la disponibilidad del equipo.

⁵ Carlos Ramón González, libro. Mantenimiento Preventivo, 2013

El mantenimiento preventivo también se refiere a las acciones, tales como; Reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc.: Hechas en períodos de tiempos por calendario o tiempos de trabajo de los equipos (hrs/km).

El mantenimiento preventivo busca como principales objetivos⁶:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo
- Disminución de los costos de mantenimiento correctivo
- Optimización de los recurso humanos
- Maximización de la vida útil de los equipos

Ventajas del Mantenimiento Preventivo. Entre las ventajas más representativas del mantenimiento preventivo están⁷:

- Reduce las fallas y tiempos muertos: Si se tiene muchas fallas que atender, menos tiempo puede dedicarle al mantenimiento programado y estará utilizando un mantenimiento reactivo mucho más caro por ser un mantenimiento de "apaga fuegos"
- Incrementa la vida de los equipos e instalaciones: Si tiene buen cuidado con los equipos puede ayudar a incrementar su vida. Sin Embargo, requiere de involucrar a todos en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir fielmente con el programa.

⁶Diseño de plan de mantenimiento.

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1125/4/Capitulo%203.pdf> (citado el 26 de mayo de 2013).

⁷ Mantenimiento preventivo

<http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf> (citado el 25 de mayo de 2013)

- Mejora la utilización de los recursos: Cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente. El mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones, esto tiene una relación directa con: El programa de mantenimiento preventivo que se hace, que se puede hacer, y como debe hacerse.
- Reduce los niveles del inventario: Al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén.
- Ahorro de costos: Un peso ahorrado en mantenimiento son muchos pesos de utilidad para la compañía. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo.

2.3.3 Mantenimiento Predictivo. Son las técnicas cuya finalidad es predecir la vida útil de un elemento y poder reemplazarlo antes de que falle. Entre las principales ventajas que trae este mantenimiento es la maximización de los elementos y las disminuciones del tiempo de paro de los equipos.

“El mantenimiento predictivo es una filosofía o actitud que dicho de una forma sencilla, usa la condición real de operación de un equipo o sistema para optimizar la operación total de la planta.”⁸

El mantenimiento predictivo también es llamado mantenimiento basado en condición y esto es debido a que sus técnicas se basan en el seguimiento de propiedades físicas como temperatura, vibraciones, rugosidades, grietas, impurezas en el aceite, etc.; que llevan la monitorización del equipo o sistema y finalmente se pueda predecir la falla.

⁸ Julián Jaramillo, Libro, Mantenimiento Predictivo, 2013, pág. 5.

Dentro de las ventajas del mantenimiento predictivo encontramos la reducción de inventarios, tener un historial de falla de los equipos, mejorar la programación de reparaciones, reducción de costos por mano de obra y prevenir fallas futuras.

Las técnicas más importantes del mantenimiento predictivo son las siguientes:

- Termografía
- Análisis de vibraciones
- Análisis de Aceites
- Ultrasonido
- Análisis de humos
- Inspecciones Boroscópicas

Finalmente al aplicar el mantenimiento predictivo es necesario tener en cuenta que no siempre es viable debido a su alto costo de implementación aunque este costo no debe verse como tal sino como una inversión. Este mantenimiento es costoso por las herramientas o equipos de medición que permiten monitorear las variables y la mano de obra debe ser mucho más calificada que el personal de otros tipos de mantenimiento. También hay que tener en cuenta que no todas las fallas se pueden predecir esto a que ciertas propiedades no se puede monitorear debido a su naturaleza.

2.3.4 Mantenimiento Autónomo. El mantenimiento autónomo está basado en la filosofía japonesa TPM (Mantenimiento Productivo Total); más que una filosofía es una cultura organizacional en la cual debe estar comprometido desde la alta dirección hasta el nivel más bajo de la organización.

“El Mantenimiento Autónomo es, básicamente prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. El mantenimiento llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo, puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo. Esta será participación del "apartado" producción o del

operador dentro del TPM, en la cual mantienen las condiciones básicas de funcionamiento de sus equipos.⁹”

El TPM se fundamenta en la búsqueda permanente de la mejora de la eficiencia de los procesos y los medios de producción, por una implicación concreta y diaria de todas las personas que participan en el proceso productivo. Cero defectos, cero accidentes, cero paradas. Para lograr esto el TPM se estructura en los siguientes pilares:

FIGURA 7. PILARES DE MANTENIMIENTO AUTONOMO



Fuente: Web de Cdi consultoría <http://www.cdiconsultoria.es/metodo-tpm-mantenimiento-productivo-total-valencia>

2.4 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

2.4.1 Disponibilidad. Es el principal indicador del área de mantenimiento ya que define la capacidad de producción de del equipo o de la planta. Básicamente la disponibilidad se define como el porcentaje del tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.

⁹ Mantenimiento autónomo.

<http://www.solomantenimiento.com/articulos/mantenimiento-autonomo.htm> (citado el 25 de enero de 2014)

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Total programado}}{\text{Tiempo Neto operativo}}$$

2.4.2 Confiabilidad. El indicador de confiabilidad es la probabilidad que un equipo lleve a cabo su función adecuadamente durante un tiempo dado. Este tiempo puede ser semanal, mensual, anual, etc.

$$\text{Confiabilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Donde, MTBF es el tiempo medio entre fallas y MTTR es el tiempo medio entre reparaciones.

La anterior ecuación básicamente es el número de aciertos (tiempo que dura sin fallar el equipo) sobre el número total de eventos (tiempo total operativo el equipo más el tiempo que estuvo parado para reparaciones)¹⁰.

Sin embargo, el MTBF y el MTTR se definen a continuación:

$$MTBF = \frac{HRS\ TRABAJADAS}{\# DE PAROS EN EL PERIODO}$$

$$MTTR = \frac{HORAS DE PARO}{\# DE PAROS EN EL PERIODO}$$

2.4.3 Mantenibilidad. Es el indicador que mide la probabilidad de que un equipo sea puesto en condiciones operacionales durante un tiempo determinado.

Francois Monchy define la mantenibilidad como “la probabilidad de reestablecer las condiciones específicas de funcionamiento de un sistema, en límites de tiempo deseados, cuando el mantenimiento es realizado en las condiciones y medios

¹⁰ PALACIO, Luis Hernando, Confiabilidad, Argos, Planta Nare, Pág.2

predefinidos”¹¹. O simplemente la probabilidad de que un equipo que presenta una falla sea reparado en un determinado tiempo t. De manera la mantenibilidad puede ser estimada con ayuda de la expresión:

$$\text{Mantenibilidad} = 1 - e^{-\mu t}$$

Donde:

e: constante Neperiana (e=2.303..)

μ :Tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo.

t: tiempo previsto de reparación MTTR

2.5 EVALUACIÓN DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

Una práctica común en los departamentos de mantenimiento muy utilizada para mejorar su eficacia es jerarquizar los sistemas y equipos de una planta de acuerdo a su importancia en el objetivo principal del proceso donde laboran dichos equipos; esto en otras palabras, es determinar los sistemas o equipos críticos a los cuales se les debe prestar mayor seguimiento por la naturaleza de su función, ya que si uno de estos equipos falla repercute en un paro de planta que lleva una pérdida de producción.

Para realizar esta tarea existe una serie de técnicas que se enuncian a continuación:

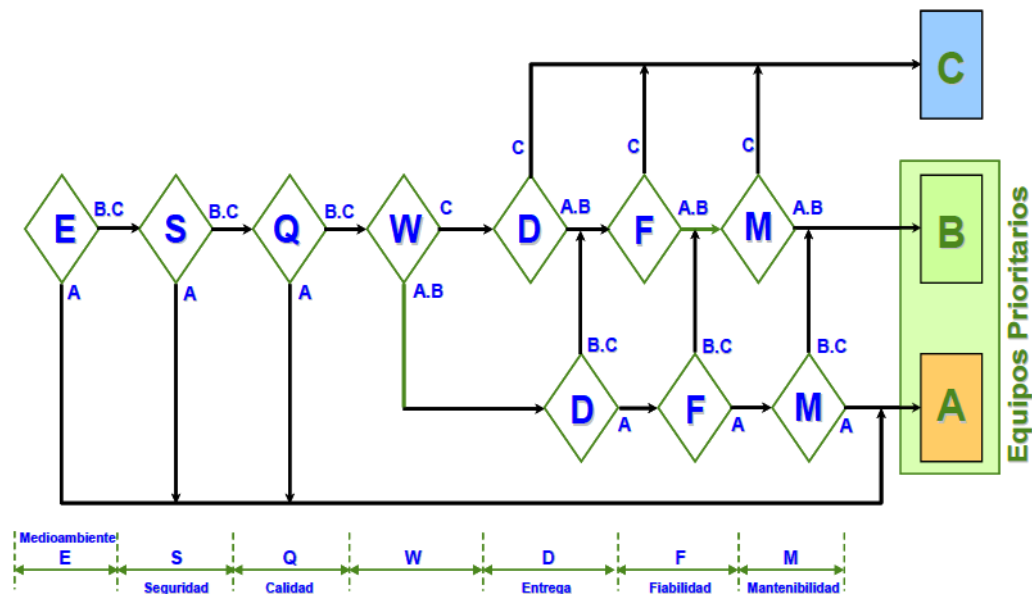
- Método del flujograma de análisis de criticidad (método Cualitativo)
- Modelo de Criticidad Total por Riesgo CTR(Método semicuantitativo)

¹¹ MONCHY, Francois. A Funcao Manutencao, editora Duran, 1989 Citado por, MESA, Dario. ORTIZ, Yesid y PINZON, Manuel. La confiabilidad, la disponibilidad y mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento, Scientia et technica año XII, N°30, mayo de 2006 UTP ISSN0122-1701

- Modelo de matriz de criticidad por Riesgo MCR (Método semicuantitativo).
- Modelo de Proceso de Análisis Jerárquico AHP (Modelo cuantitativo)

2.5.1 Método del flujograma de Análisis de Criticidad¹². Este método se basa en un en un flujograma que mediante análisis cualitativo nos entrega tres tipos de equipos A.B.C; siendo A los más prioritarios. Es importante que este flujograma guarde una secuencia y para esto plantea una serie de preguntas así:

FIGURA 8. FLUJOGRAMA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD



Fuente: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Metodos-basicos-de-criticidad-activos.pdf>

- E. Un fallo del sistema o el equipo afecta el medio ambiente?
- S. Un fallo del sistema o el equipo afecta la seguridad de las personas?
- Q. Un fallo del sistema o el equipo afecta la calidad de producto a producir?

¹² PARRA, Martínez Carlos, CRESPO, Márquez Adolfo, Técnicas de Ingeniería y fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos. Igeman, Septiembre 2012 [Cited 1 feb. 2014], Pág. 4. Available from world wide web: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Metodos-basicos-de-criticidad-activos.pdf>.

- W. Los turnos de trabajo del equipo; A= 3 turnos, B= 2 turnos y C=1 turno?
- D. escoge A= Si el fallo del equipo para la producción de la planta, B= Si solo para una línea de producción, C= Si e fallo del equipo no afecta la producción.
- F. la frecuencia de fallo de los equipos, seleccione A si es menor a 5hrs, seleccione B si esta entre 5 y 10hrs, y C si es mayor a 10hrs.
- M. Se refiere a la mantenibilidad de los equipos, entonces se selecciona A si el tiempo medio entre reparación es más de 90 minutos, B entre 45 y 90min, y C inferior a 45 min.

2.5.2 Modelo de Criticidad Total por Riesgo CTR¹³. A diferencia del anterior este modelo es semi-cuantitativo y unos de los más sencillos y aplicados a nivel mundial. Este método fue desarrollado por la consultora Woodhouse en 1996 y se basa en la siguiente formula:

$$CTR = FF * C$$

Donde, CTR= Criticidad Total por Riesgo

FF= frecuencia de fallos por año

C= Consecuencia de los eventos de fallos

Adicionalmente el valor de la Consecuencia está dado por:

$$C = (IO * FO) + CM + SHA$$

Donde, IO= Factor de impacto en la producción

FO= factor de flexibilidad de la operación.

CM= Factor de costos de mantenimiento

SHA= Factor de impacto en seguridad, higiene y Ambiente.

¹³ Ibíd. Pág. 6.

A continuación se presenta los anteriores factores con su correspondiente escala de calificación:

- Factor de Frecuencia de Fallos (FF) (escala 1 - 4)

4: Frecuente: mayor a 2 eventos al año

3: Promedio: 1 y 2 eventos al año

2: Bueno: entre 0,5 y un 1 evento al año

1: Excelente: menos de 0,5 eventos al año

Factores de Consecuencias

- Impacto Operacional (IO) (escala 1 - 10)

10: Pérdidas de producción superiores al 75%

7: Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%

5: Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%

3: Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%

1: Pérdidas de producción menor al 10%

- Impacto por Flexibilidad Operacional (FO) (escala 1 - 4)

4: No se cuenta equipo de respaldo y los tiempos de reparación pueden ser muy altos.

2: Se cuenta con equipo de respaldo pero el tiempo de reparación es intermedio.

1: Se cuenta con equipo de respaldo y el tiempo de paro del equipo es mínimo.

- Impacto en Costos de Mantenimiento (CM) (escala 1 - 2)

2: Costos de reparación, materiales y mano de obra superiores a 20.000 dólares

1: Costos de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 20.000 dólares

- Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA) (escala 1 - 8)

8: Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos

6: Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración

3: Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas

1: No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales

Finalmente con el valor de la consecuencia y de la frecuencia de falla los ubicamos en la siguiente matriz donde podemos clasificar los equipos de baja criticidad, mediana criticidad y alta criticidad.

FIGURA 9. MATRIZ DE CRITICIDAD

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

FUENTE: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Metodos-basicos-de-criticidad-activos.pdf>

2.5.3. Modelo de Proceso de Análisis Jerárquico AHP

Es una herramienta de toma de decisiones con la cual pueden evaluarse cuantitativa y cualitativamente los sistemas o equipos a evaluar. Esta técnica permite analizar los diferentes aspectos de un problema en forma jerárquica para finalmente tomar las decisiones por medio de comparaciones. La finalidad de esta herramienta es optimizar los recursos financieros, humanos y tecnológicos de mantenimiento de forma efectiva.

Para esta técnica Saaty¹⁴ propone ejecutar los siguientes pasos:

- Definir los criterios de decisión en forma de objetivos jerárquicos.
- Comparar los diferentes criterios de evaluación

¹⁴ SAATY T. L, The Analytic Hierarchy Process, Mac Graw Hill, New York, 1980, citado por PARRA, Martínez Carlos, CRESPO, Márquez Adolfo, Técnicas de Ingeniería y fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos. Igeman, Septiembre 2012 [Cited 1 feb. 2014], Pág. 4. Available from world wide web: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Metodos-basicos-de-criticidad-activos.pdf>

- Evaluar o darle peso a los diferentes criterios en función de su importancia correspondiente a cada nivel.
- De acuerdo a los valores de la evaluación se procede a ordenar los sistemas o equipos por el nivel de importancia.
- Se estima la inconsistencia y la jerarquización de los criterios evaluados.
- Finalmente se cuantifica la jerarquización final de los equipos o sistemas evaluados.

2.6 JERARQUIAS EN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Al definir el mantenimiento, como las tareas o acciones que se deben efectuar, existe una diversidad de tareas que se pueden ejecutar; razón por la cual se establece un criterio para la clasificación de las tareas y asignación de roles.

2.6.1 Nivel de mantenimiento I. En este nivel están todo el conjunto de acciones simples necesarias a la explotación del medio y realizadas sobre los elementos de fácil acceso para dicho operador, de manera tal de que no se produzca riesgo alguno por parte de este al realizar esta actividad.

Es necesario destacar que si bien este conjunto de actividades, se hallan conformadas por tareas simples tales como limpieza, regulación, inspección, son tan importantes como otro tipo de actividad ya que el no cumplimiento de las mismas puede llegar a afectar la ejecución de las demás actividades.

2.6.2 Nivel de mantenimiento II. En este nivel se encuentran todo el conjunto de acciones que necesitan de procedimientos simples y/o de equipamiento.

En este caso podemos incluir los controles de desempeño, regulaciones, reparaciones por intercambio estándar de subconjuntos (reemplazo fácil). Este tipo de acciones de mantenimiento pueden ser efectuadas por personal habilitado con los procedimientos detallados.

En este caso las tareas representan una complejidad superior y los procedimientos de ejecución no son tan simples como en el caso anterior. Estas tareas ya no son efectuadas por el operador del equipo, sino que son efectuadas por personal “de mantenimiento”, es decir, personal de fabricación que conoce muy bien la operación del equipo y que ha sido debidamente formado a los fines de poder efectuar estas tareas.

2.6.3 Nivel de mantenimiento III. En este nivel están las regulaciones generales, operaciones de mantenimiento delicadas, las reparaciones por intercambio de subconjuntos y/o componentes.

Este tipo de operación de mantenimiento puede ser efectuada por un técnico calificado con la ayuda de procedimientos detallados y de equipos previstos en las instrucciones de mantenimiento.

2.6.4. Nivel de mantenimiento IV. En este nivel se encuentra el conjunto de acciones donde se necesitan una especialización en una tecnología en particular por parte del personal que va a efectuar la tarea.

También se encuentran las tareas o reparaciones para reemplazo de subconjuntos, y componentes, las reparaciones especializadas, la verificación de aparatos de medición, etc.

Este tipo de operación de mantenimiento puede ser efectuada por un técnico o un equipo especialista con la ayuda de todas las instrucciones de mantenimiento general y/o particular en caso de ser necesario.

2-6-5 Nivel de mantenimiento V. En este nivel están las actividades de renovación, reconstrucción, etc., las cuales son efectuadas por el constructor o por una empresa especialista con los equipos definidos allegados a la fabricación.

En este caso, las tareas son efectuadas por empresas especialistas, con la capacidad suficiente como para fabricar, renovar, reconstruir el equipo según se requiera.

Estas tareas son de carácter puntual y no forman parte del día a día de la actividad de mantenimiento, razón por la cual son asignadas para su realización por empresas especializadas.

3 PLANTA DE ASFALTO SPL 110TH

3.1 COMPONENTES DE LA PLANTA

La planta de asfalto de propiedad de la empresa Patria SAS a través del tiempo se ha adecuando a los requisitos de ley, por lo tanto, se han realizado algunas modificaciones a la planta original. Una de las principales modificaciones fue pasar de un filtro de emisiones por decantación de lodos a un filtro de mangas. A continuación se ilustran los diferentes elementos que componen la planta.

3.1.1 Alimentadores: Están compuestos por 3 tolvas de alimentación de agregados, dichas tolvas tienen una banda de alimentación que dependiendo de la velocidad y del registro en las celdas de carga se contabiliza la cantidad de cada material para la mezcla.

FIGURA 10. ALIMENTADORES



Fuente: Autor

3.1.2 Zaranda. El material es transportado por medio de una banda transportadora (recolectora) de los alimentadores para ser llevado a la Zaranda donde se eliminan los sobre tamaños de material.

FIGURA 11. ZARANDA



Fuente: Autor

3.1.3 Banda lanzadora. El material al salir de la zaranda es transportado por medio de una banda transportadora al tambor secador. Esta banda cuenta con un motor eléctrico como elemento motriz y una celda de carga para el pesaje de material.

3.1.4 Quemador. Antes de entrar el material al tambor mezclador el quemador de combustible enciende una llama con la cual se calienta el material para eliminar la humedad del material.

FIGURA 12. QUEMADOR



Fuente: Autor

3.1.5 Tambor Mezclador. El material agregado entra en un tambor metálico el cual tiene en su interior una serie de paletas que facilitan el mezclado de material y ayudan a que se creen cascadas de material dentro del tambor y que con la llama que emite el quemador el material pierda la humedad.

FIGURA 13.TAMBOR MEZCLADOR



Fuente: Autor

3.1.6 Mezclador de Paletas. Al salir los agregados mezclados y con un porcentaje de humedad muy bajo entran en el mezclador de paletas continuo tipo Plug Mill de

doble eje. Los dos ejes trabajan en dirección contraria produciendo así una turbulencia en el mezclador.

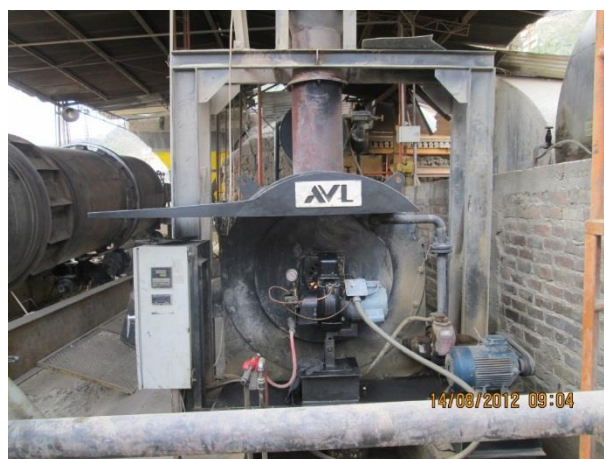
FIGURA 14. MEZCLADOR DE PALETAS



Fuente: Autor

3.1.6 Caldera. Mediante una caldera de aceite térmico se realiza transferencia de calor entre dicho aceite y el asfalto contenido en los tanques de asfalto. El aceite es calentado en un serpentín mediante un quemador de combustible (ACPM).

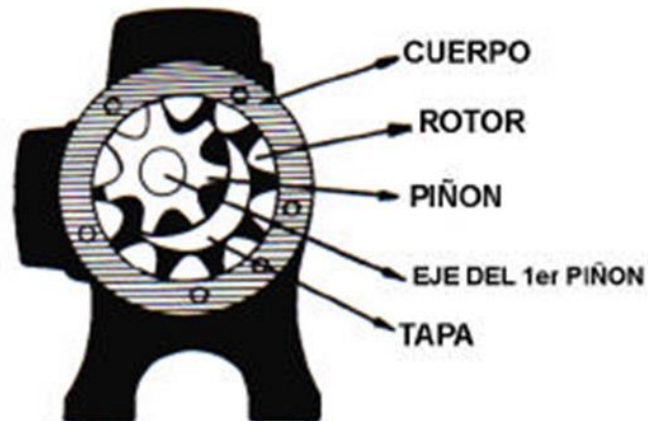
FIGURA 15. CALDERA



Fuente: Autor

3.1.7 Bomba de Asfalto: Bomba de engranajes Tipo Viking, extrae el asfalto de los tanques y lo lleva al mezclador de paletas para ser inyectado y mezclado para obtener la mezcla asfáltica.

FIGURA 16. BOMBA DE ASFALTO



Fuente: <http://www.marzopumps.com.ar/?section=bombas-a-engranajes-a-engranajes-tipo-viking>

3.1.8 Tanques de asfalto. Contienen el asfalto utilizado como materia prima para las mezclas asfálticas. Debido a que el asfalto a temperatura ambiente es prácticamente estado sólido; es necesario que estos tanques tengan un serpentín internamente para efectuar una transferencia de calor con otro fluido (aceite Térmico) y así poder inyectar el asfalto a la mezcla de agregados.

FIGURA 17. TANQUES DE ASFALTO.



Fuente: Autor

3.1.9 Ciclón de Finos. Recibe los gases provenientes del tambor mezclador, al recibirlos las finas partículas de polvo se estrellan en un cono y caen en un colector que las dirige al mezclador de paletas.

3.1.10 Filtro de Mangas. Los gases pasan el ciclón de finos, llegan al Filtro de Mangas en el cual los gases pasan a través de una 144 filtros flexados de un material poliéster que permiten retener el material particulado hasta en un 98% y una temperatura de operación máxima de 200°C; para finalmente salir estos gases a la chimenea. Adicionalmente para evitar que el material particulado sature los filtros es necesario realizar la limpieza de cada filtro mediante pulsos de aire comprimido que pasa a través de la manga y elimina la capa de polvo que satura el poliéster. El material particulado que es recuperado en este filtrado es transportado por tornillos sin fin al mezclador de paletas como un componente más de la mezcla asfáltica.

FIGURA 18. FILTRO DE MANGAS.



Fuente: Autor

3.1.11 Exaustor. El Exaustor hace que los gases salgan del tambor mezclador, pase por el ciclón de finos, filtro de mangas y lleguen finalmente a la chimenea para que sean expulsados al ambiente.

FIGURA 19 EXAUSTOR



Fuente: Autor

3.1.12 Elevadores de paletas. Del mezclador de paletas sale la mezcla asfáltica a una temperatura aproximada de 160°C la cual es entregada a dos elevadores de paletas, los cuales llevan dicha mezcla al silo de carga. Estos elevadores están

compuesto de piñones y cadenas, la estructura principal tiene un piso cubierto de lámina anti desgaste debido a la abrasión de los agregados.

3.1.13 Silo. Recibe la mezcla del elevador principal para almacenar la mezcla y posteriormente realizar el cargue de las volquetas.

FIGURA 20. SILO Y ELEVADOR PRINCIPAL



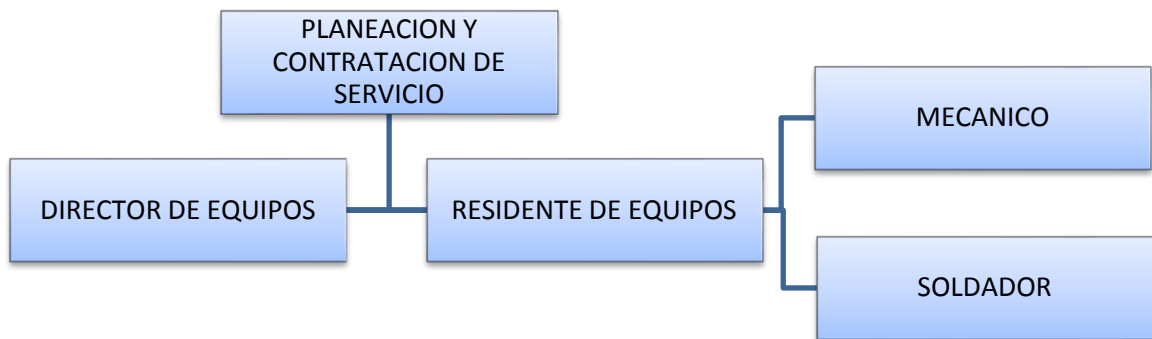
Fuente: Autor

3.1.14 Sistema de control. Este sistema está compuesto por el tablero de fuerza y tablero de control. El tablero de fuerza está compuesto por contactores, relés térmicos, breakers, barrajes y gabinetes. El tablero de control maneja el tablero de fuerza, sensores y celdas de carga de la planta.

4. MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA PLANTA DE ASFALTO

4.1. AREA DE MANENIMIENTO ACTUAL.

El área de mantenimiento en la planta de asfalto está conformado de la siguiente manera:



El líder del área de mantenimiento es el director de equipos quien recibe apoyo para el mantenimiento preventivo por parte del Planeador de mantenimiento el cual debe emitir las órdenes de mantenimiento de acuerdo al odómetro de trabajo del equipo. El residente de equipos mediante inspecciones semanales al equipo debe emitir las órdenes de mantenimiento correctivo, realizar las solicitudes de pedido, programar las acciones correctivas con el apoyo del mecánico y soldador quienes realizan las actividades correspondientes. La anterior estructura es de la Empresa Conalvías Equipos quien es la responsable de mantener los equipos de la Empresa Patria SAS; ambas empresas del Grupo Conalvías Inversiones.

4.2 IDENTIFICACION Y MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA PLANTA.

Conalvías Equipos identifica la planta de asfalto de Patria SAS mediante código interno P28DM991; su significado se explica en la siguiente manera:

FIGURA 21. CODIFICACION ACTUAL



Fuente: Autor

En otras palabra P significa que el equipo pertenece a la empresa Patria SAS, 28 es el número interno que se le da al tipo de equipo, (por ejemplo el número 26 es el grupo de los Cargadores sobre llantas y así para los mini cargadores, volquetas, etc.); DM99 es la referencia o capacidad del equipo y el numero 1 es el consecutivo dentro del grupo de equipos.

El mantenimiento actual de esta planta se basa en las Inspecciones o recorridos semanales de obra que realiza el Ingeniero Residente, ya que el plan de mantenimiento del equipo se perdió debido a las múltiples modificaciones al equipo. Adicionalmente estas inspecciones se registran en un formato que no es práctico ya que es abierto y se permite que se evadan puntos de inspección.

4.3 SISTEMA DE INFORMACION DE MANTENIMIENTO

Conalvías Equipos SAS para el control de mantenimiento de sus equipos a cargo cuenta con un sistema de información llamado Infom@nte el cual es de vital importancia para el desarrollo de actividades de mantenimiento y está en comunicación inmediata con el sistema contable de la compañía lo que permite tener un control de costos por equipo.

Algunas de las tareas que el software nos permite para el control de los equipos son las siguientes:

- Jerarquizar e identificar los equipos.
- Generar órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo y preventivo.
- Establecer planes de mantenimiento por equipo.
- Generar órdenes automáticas de mantenimiento.
- Generar órdenes de trabajo a proveedores externos a la compañía.
- Controlar el inventario de equipos.
- Registro de los tiempos de paro de los mantenimientos realizados.
- Mantener un registro del historial de mantenimientos realizados por medio de órdenes de trabajo.
- Control de documentación de los equipos.
- Indicadores de gestión de mantenimiento.

El sistema de información infom@nte funciona por módulos de trabajo y a su vez los módulos funcionan como salas en las que se definen roles de ingreso y poder jerarquizar la autorizaciones de trabajos de mantenimiento.

FIGURA 22. MODULOS INFOM@NTE



Fuente: <http://www.soporteycia.com/ique-es-infomnte>

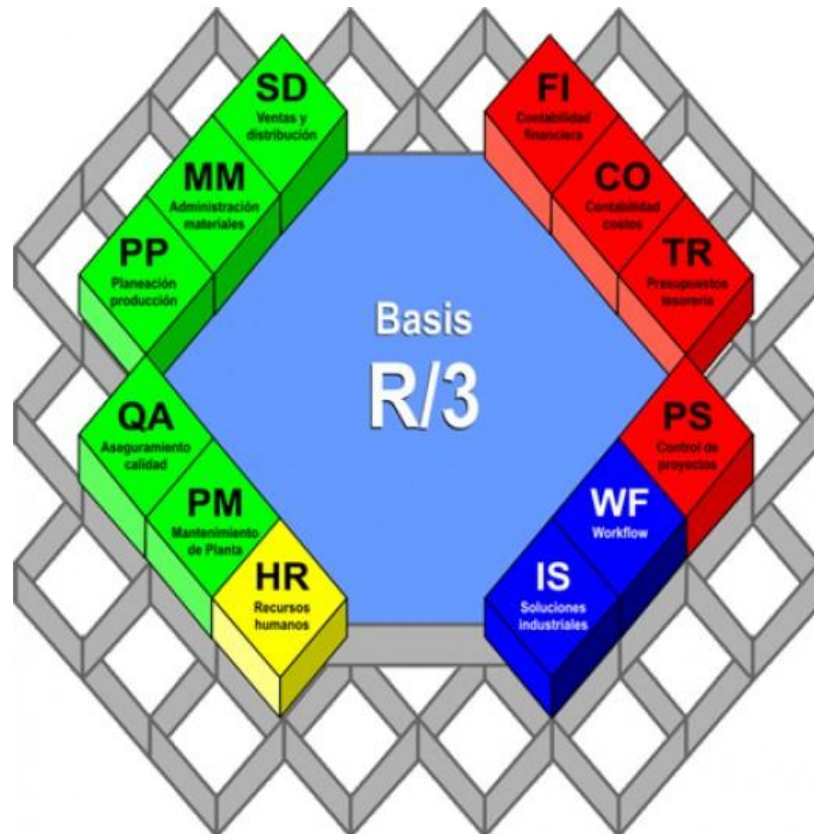
Es de resaltar la importancia del software Infom@nte dentro del área de mantenimiento ya que se puede controlar los trabajos realizados a los equipos y tener una hoja de vida actualizada; permitiendo tomar decisiones que mejoren el desempeño del área y de los equipos.

Actualmente Conalvías Inversiones en su proceso de crecimiento y mejorar los procesos internos de su grupo empresarial adquirió el sistema SAP, el cual está en proceso de implementación y permitirá mejorar los procesos del área de mantenimiento.

Al sistema SAP se migro la información técnica de los equipos, la identificación de los equipos, la ubicación de los equipos, los planes de mantenimiento y los roles del personal de mantenimiento todo esto para la entrada en operación del sistema. Los historiales de mantenimiento no fue posible la migración, sin embargo,

teniendo en cuenta la importancia de esta información se presupuestó dejar un usuario de consulta en el Software infom@nte para no perderla y tener acceso a ella de ser necesario.

FIGURA 23 MODULOS SISTEMA SAP



FUENTE: <http://ktnptl.hubpages.com/hub/What-is-SAP-Everything-you-need-to-know-about-SAP-software>

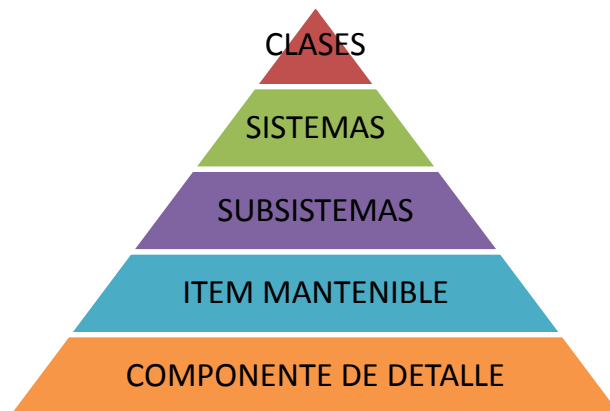
Finalmente para el área de mantenimiento, el cambio de ERP permite mejorar los procesos de planeación de mantenimiento debido a que el sistema SAP integra todas las áreas de la compañía permitiendo eliminar procesos internos que retrasaban las tareas a realizar.

5. PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

5.1. JERARQUIZACION DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA.

Para diseñar el plan de mantenimiento, es necesario dividir el equipo planta de asfalto en sistemas, subsistemas y componentes; una manera de hacerlo es de acuerdo a la norma ISO 14224; dicha norma nos dice que debemos dividir la máquina de una forma jerárquica o grado de detalle así:

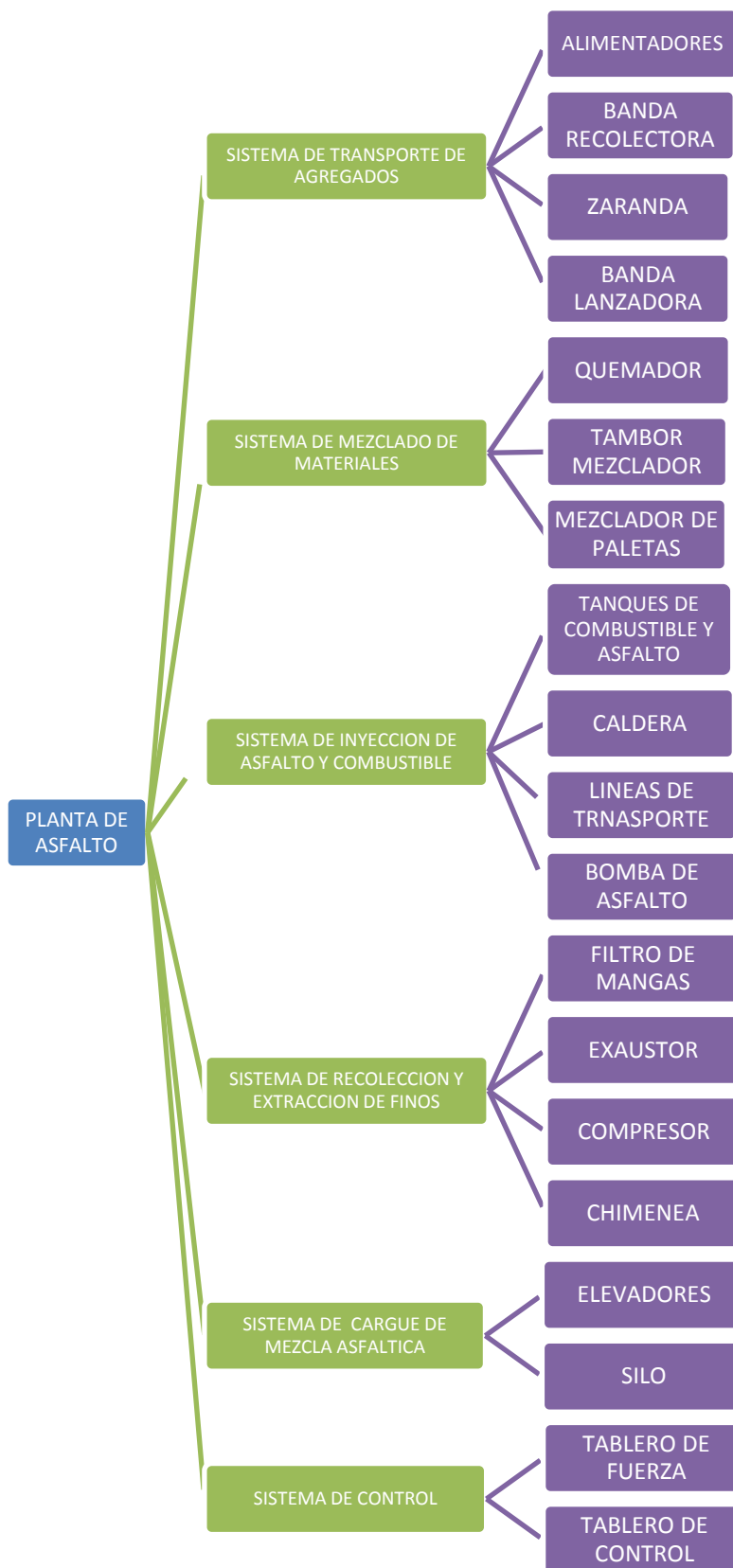
FIGURA 24. CLASIFICACION JERARQUICA

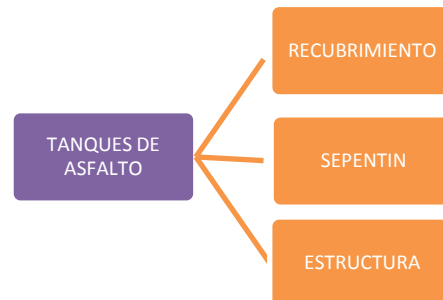
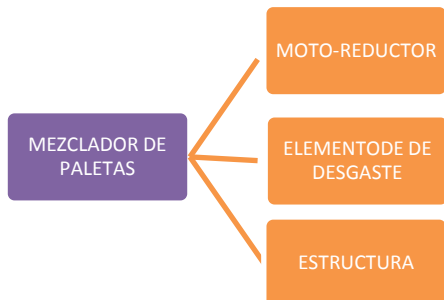
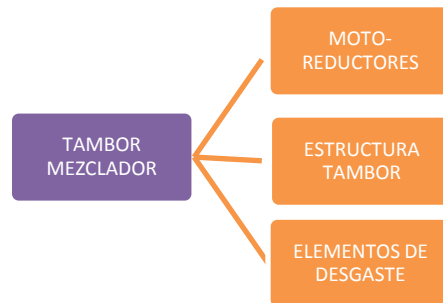
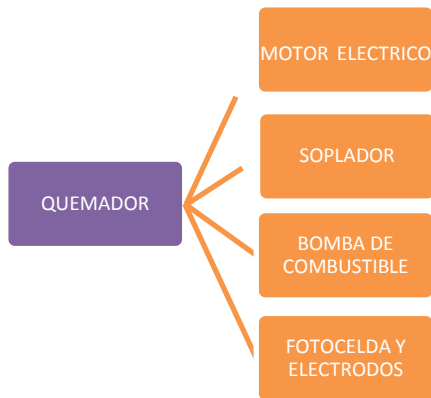
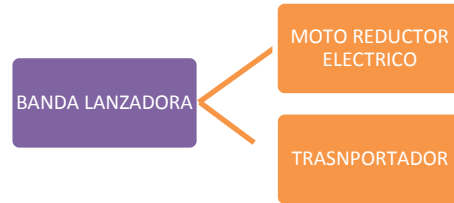
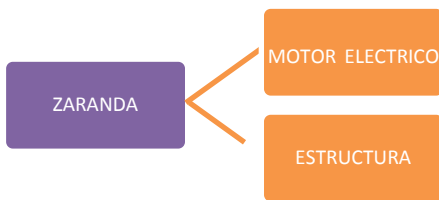
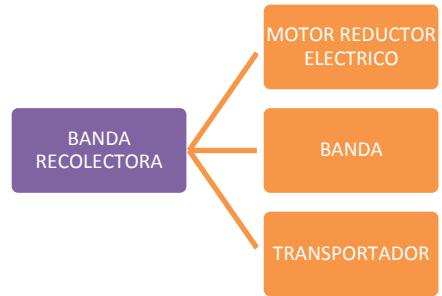
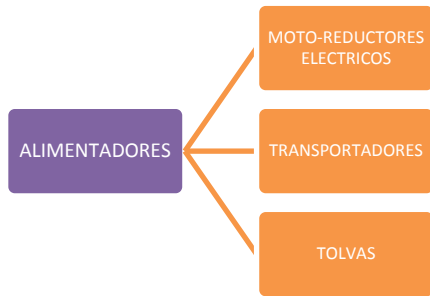


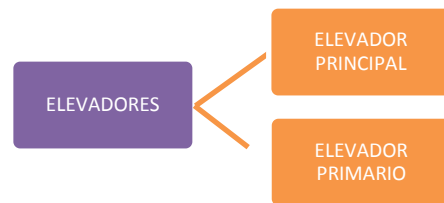
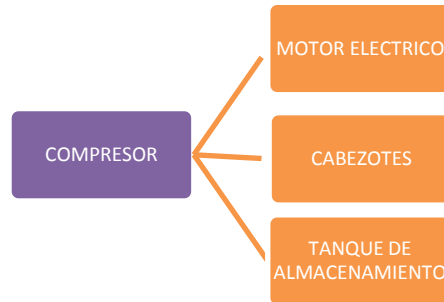
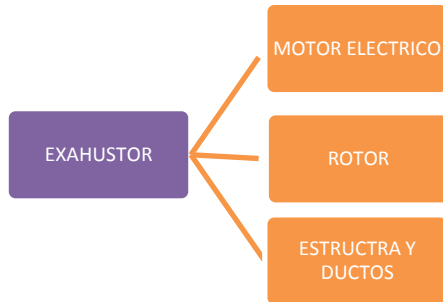
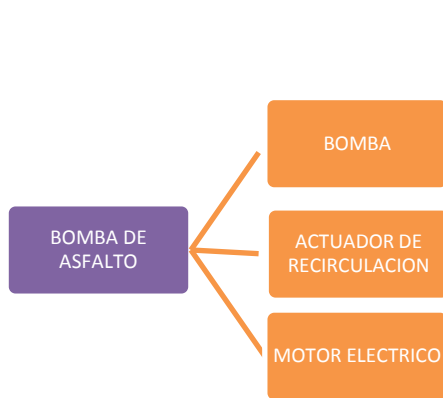
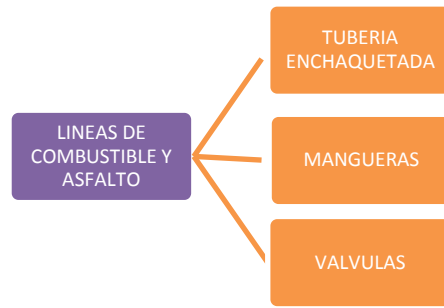
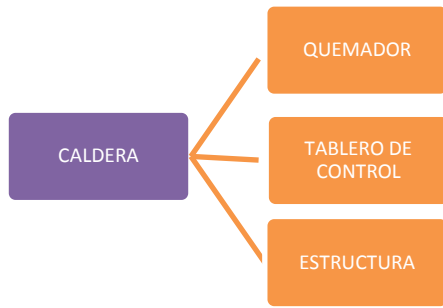
Fuente: Autor

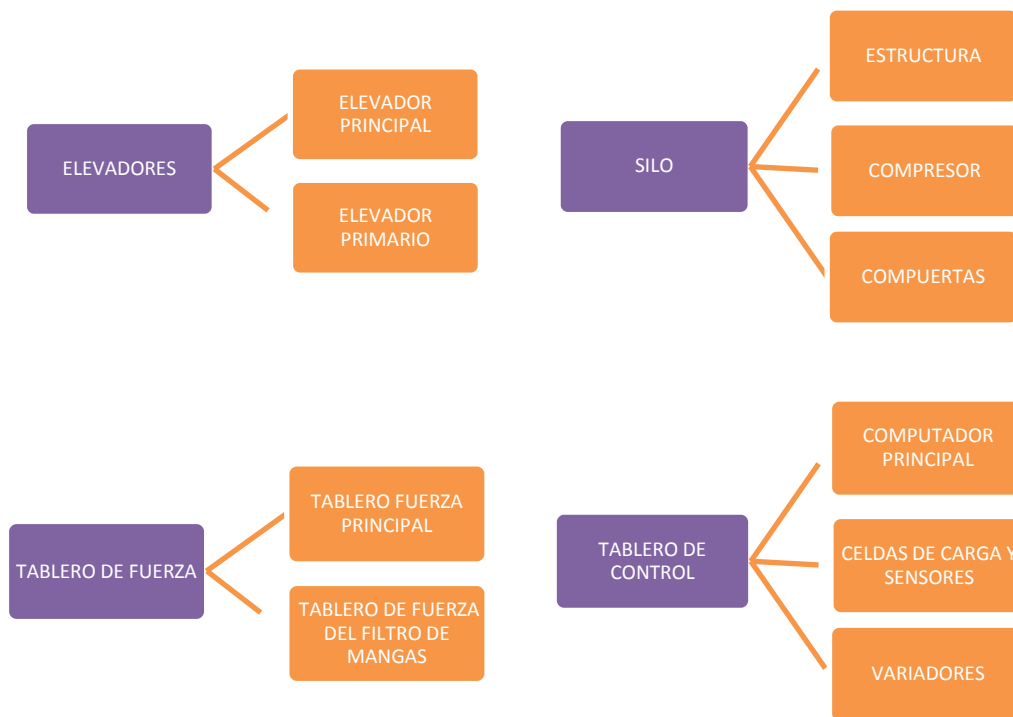
En este caso de estudio solo se llega al nivel de ítem mantenible; a continuación se encuentra la división del equipo planta de asfalto.

FIGURA 25. JERARQUIA DEL EQUIPO









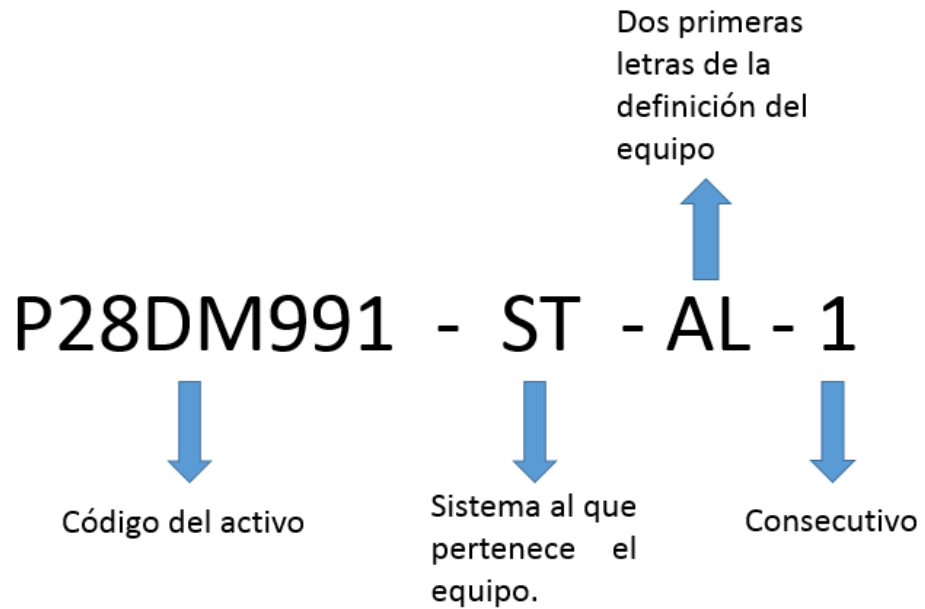
Fuente: Autor

En la figura anterior se observa la división jerárquica del equipo padre P28DM991 correspondiente a la planta de asfalto de la empresa Patria SAS; ahora es necesario codificar los equipos que componen dicha planta para poder realizar el análisis de criticidad.

5.2. CODIFICACION DE EQUIPOS.

La codificación de equipos parte del código general del equipo en este caso P28DM991; seguido del sistema al que pertenece el equipo que ejecuta la función, las dos letras iniciales de la definición del equipo y finalmente el consecutivo dentro del sistema. Un ejemplo de la codificación propuesta es:

FIGURA 26. CODIFICACION DE EQUIPOS



Fuente: Autor.

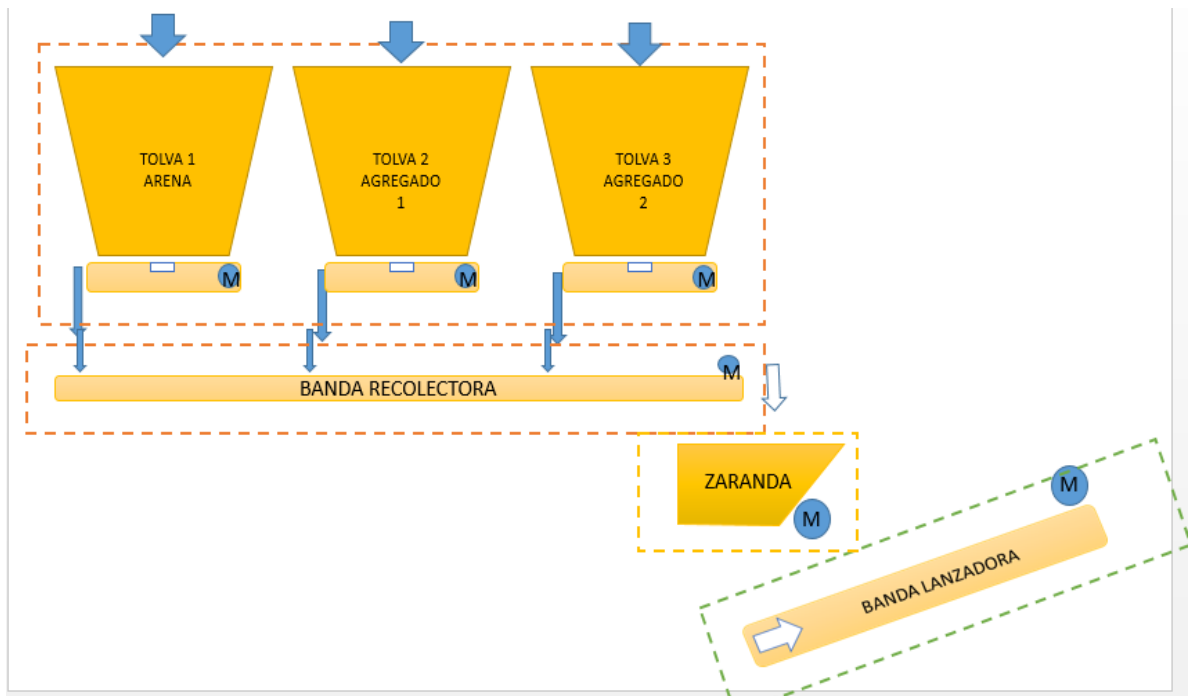
En la siguiente tabla se enlistan los equipos definidos jerárquicamente y plenamente identificados con su código de equipo.

TABLA 1. CODIFICACION DE EQUIPOS

CODIFICACION DE EQUIPOS PLANTA P28DM991			
CODIGO PADRE	SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO
P28DM991	SISTEMA DE TRANSPORTE (ST)	ALIMENTADOR 1	P28DM991-ST-AL-1
		ALIMENTADOR 2	P28DM991-ST-AL-2
		ALIMENTADOR 3	P28DM991-ST-AL-3
		BANDA RECOLECTORA	P28DM991-ST-BR-1
		ZARANDA	P28DM991-ST-ZA-1
		BANDA LANZADORA	P28DM991-ST-BL-1
	SISTEMA DE MEZCLADO (SM)	QUEMADOR PRINCIPAL	P28DM991-SM-QP-1
		TAMBOR MEZCLADOR	P28DM991-SM-TM-1
		MEZCLADOR DE PALETAS	P28DM991-SM-MP-1
	SISTEMA DE INYECCION DE ASFALTO Y COMBUSTIBLE (SI)	TANQUE DE ASFALTO 1	P28DM991-SI-TA-1
		TANQUE DE ASFALTO 2	P28DM991-SI-TA-2
		TANQUE DE ASFALTO 3	P28DM991-SI-TA-3
		TANQUE DE COMBUSTIBLE	P28DM991-SI-TC-1
		CALDERA	P28DM991-SI-CA-1
		LINEAS DE TRANSPORTE	P28DM991-SI-LT-1
		BOMBA DE ASFALTO	P28DM991-SI-BA-1
	SISTEMA DE RECOLECCION Y EXTRACCION DE FINOS (SEF)	FILTRO DE MANGAS	P28DM991-SEF-FM-1
		EXAHUSTOR	P28DM991-SEF-EX1
		COMPRESOR	P28DM991-SEF-CO-1
		CHIMENEA	P28DM991-SEF-CH-1
	SISTEMA DE CARGUE DE MEZCLA ASFALTICA (SG)	ELEVADOR PRINCIPAL N°1	P28DM991-SG-EL-1
		ELEVADOR N°2	P28DM991-SG-EL-2
		SILO	P28DM991-SG-SI-1
	SISTEMA DE CONTROL (SC)	TABLERO DE FUERZA	P28DM991-SC-TF-1
		TABLERO DE CONTROL	P28DM991-SC-TC-1

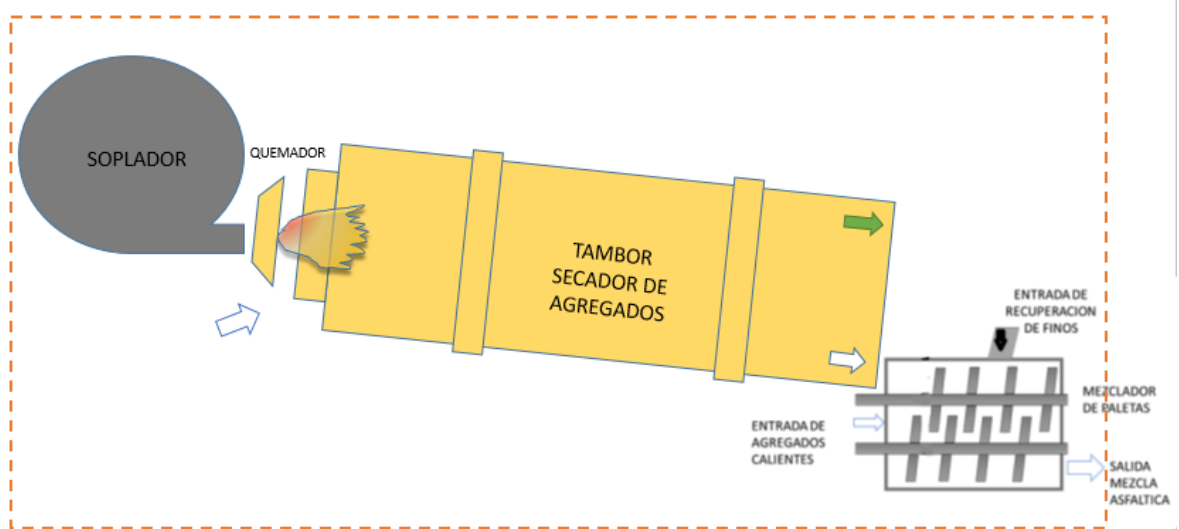
Fuente: Autor

FIGURA 27 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE



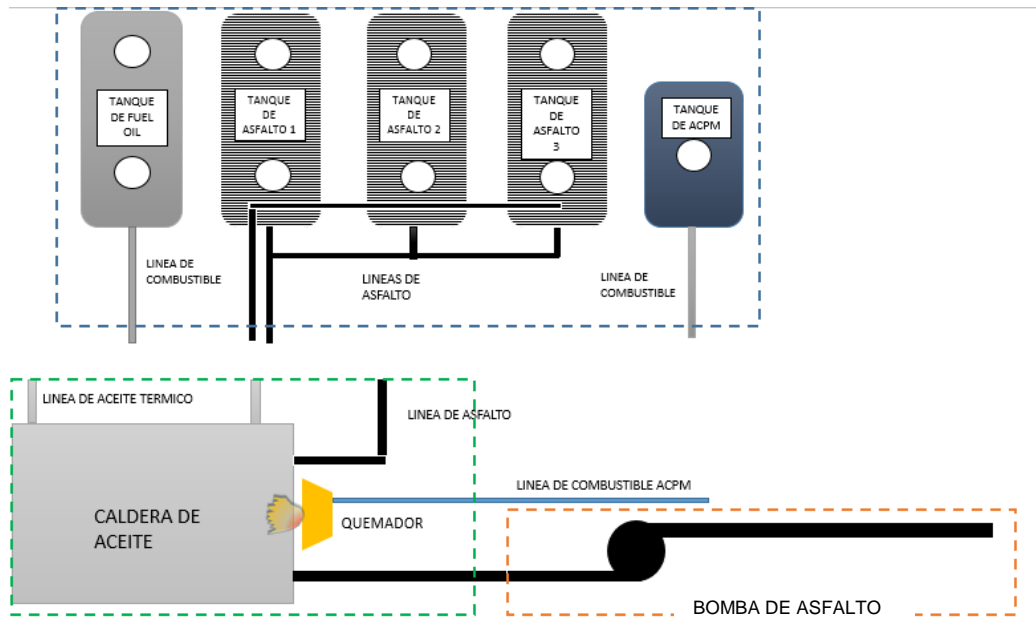
Fuente: Autor.

FIGURA 28 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA DE MEZCLADO.



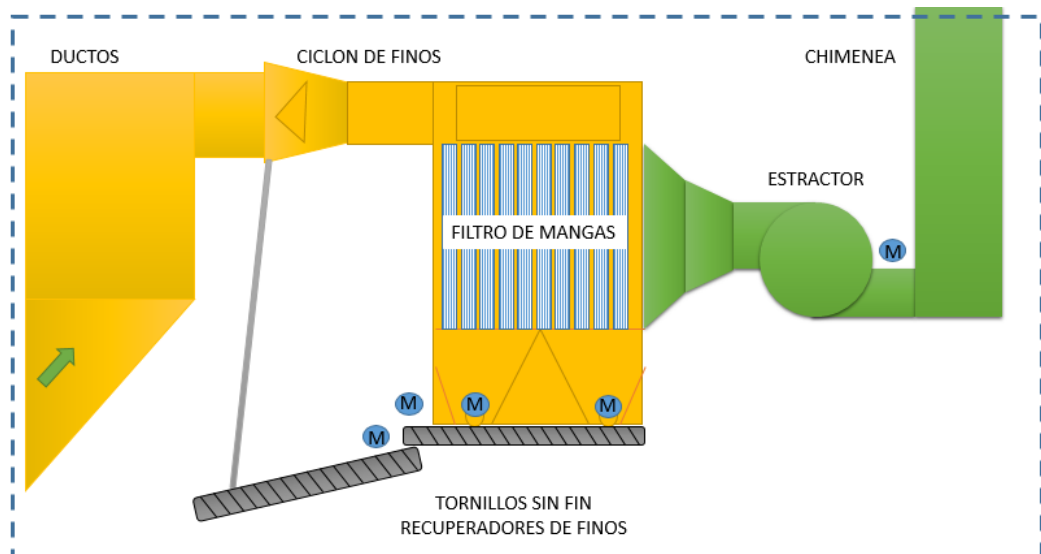
Fuente: Autor.

FIGURA 29 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE ASFALTO Y COMBUSTIBLE.



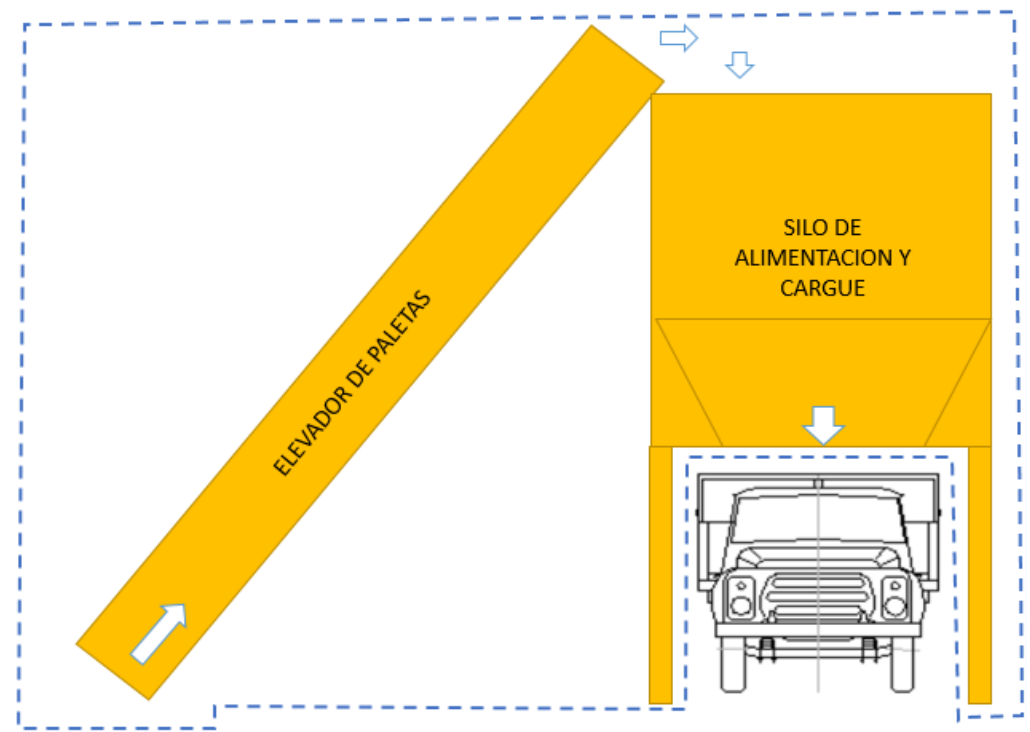
Fuente: Autor.

FIGURA 30 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y RECOLECCIÓN DE FINOS.



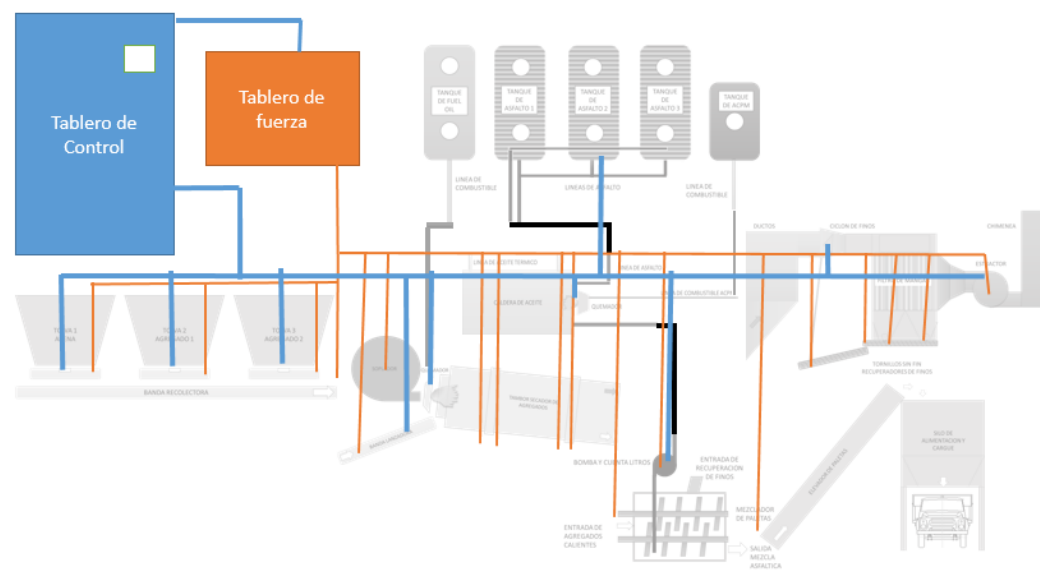
Fuente: Autor

FIGURA 31 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA DE CARGUE DE MEZCLA ASFALTICA



Fuente: Autor

FIGURA 32 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.



Fuente: Autor.

5.3. ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

Para el diseño de un programa de mantenimiento efectivo es necesario definir los equipos que son críticos para el proceso. Estos equipos críticos son los que por su función dentro del proceso al presentarse una falla pueden parar el proceso y por ende una indisponibilidad de la planta: por eso es importante realizar un análisis que identifique los equipos que por su naturaleza operacional deban tener mayor atención por el área de mantenimiento sin descuidar los demás equipos.

En la actualidad existen diferentes métodos para el análisis de criticidad, en este caso se utiliza el método de criticidad total por riesgo desarrollado por la consultoría Woodhouse. Este es un método semicuantitativo y sencillo que permite determinar la criticidad de los equipos de la planta de asfalto en estudio.

La expresión de este método está dada de la siguiente manera:

$$CTR = FF * C$$

Donde, CTR= Criticidad Total por Riesgo

FF= frecuencia de fallos por año

C= Consecuencia de los eventos de fallos

Adicionalmente el valor de la Consecuencia está dado por:

$$C = (IO * FO) + CM + SHA$$

Donde, IO= Factor de impacto en la producción
 FO= factor de flexibilidad de la operación.
 CM= Factor de costos de mantenimiento
 SHA= Factor de impacto en seguridad, higiene y Ambiente.

TABLA 2. FACTORES DE EVALUACION.

Frecuencia de Fallas:		Costo de Mtto.:	
Pobre mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual a 400000 \$	2
Promedio 1 - 2 fallas/año	3	Inferior a 400000 \$	1
Buena 0.5 -1 fallas/año	2	Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (SAH):	
Excelente menos de 0.5 falla/año	1	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Impacto Operacional:		Afecta el ambiente /instalaciones	7
Pérdida de todo el despacho	10	Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.	7	Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	3
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente	1
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	Flexibilidad Operacional:	
Flexibilidad Operacional:		No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4	Hay opción de repuesto compartido/almacen	
Hay opción de repuesto compartido/almacen	2	Función de repuesto disponible	
Función de repuesto disponible	1		

Fuente:

De acuerdo a los factores de Evaluación del método de criticidad total del riesgo se analizan los equipos codificados y se obtiene la clasificación de los equipos no críticos, medianamente críticos y muy críticos representados respectivamente por los colores blanco, amarillo y rojo.

En la siguiente tabla se califican los equipos y se encuentra la criticidad total de riesgo de cada uno.

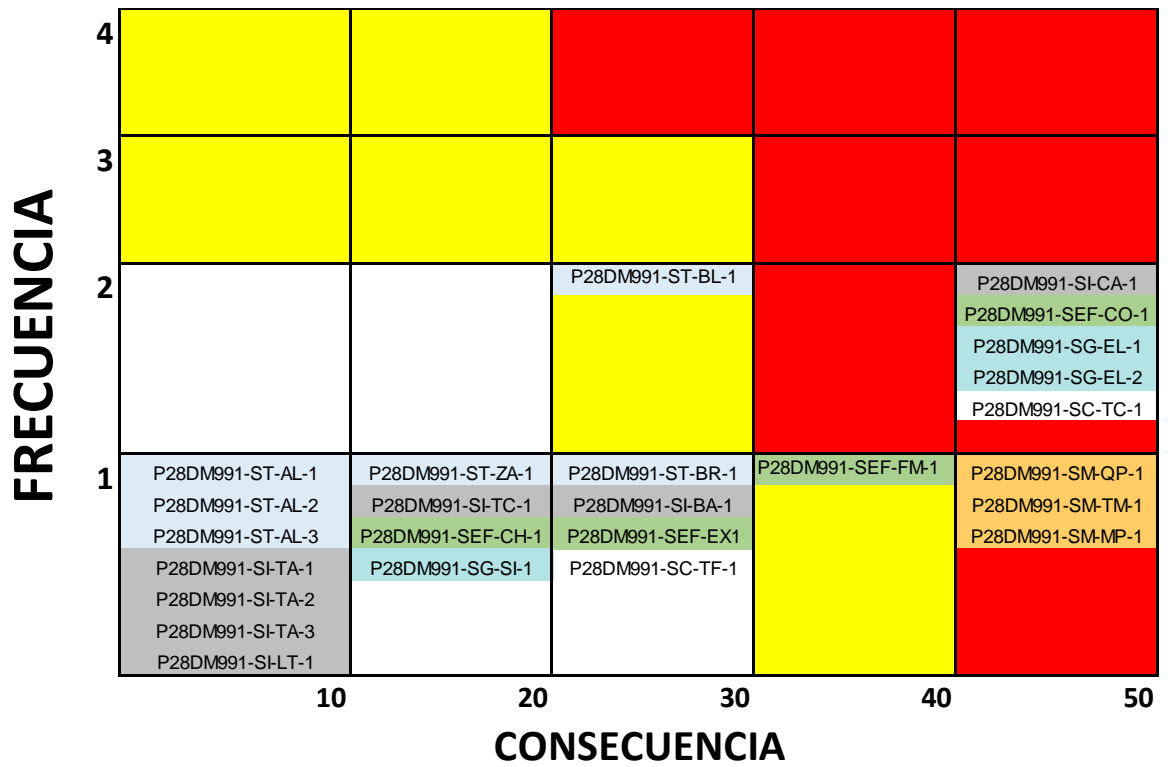
TABLA 3. EVALUACION DE LA CRITICIDAD

CODIFICACION DEL EQUIPO	FACTOR DE IMPACTO EN PRODUCCION IO	FACTOR DE FLEXIBILIDAD DE LA OPERACIÓN FO	FACTOR DE COSTOS DE MATTO CM	FACTOR DE SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE SHA	CONSECUENCIA	FRECUENCIA DE FALLOS	CRITICIDAD TOTAL DE RIESGO CTR
P28DM991-ST-AL-1	7	1	1	1	9	1	9
P28DM991-ST-AL-2	7	1	1	1	9	1	9
P28DM991-ST-AL-3	7	1	1	1	9	1	9
P28DM991-ST-BR-1	10	2	1	1	22	1	22
P28DM991-ST-ZA-1	7	2	1	1	16	1	16
P28DM991-ST-BL-1	10	2	1	1	22	2	44
P28DM991-SM-QP-1	10	4	2	3	45	1	45
P28DM991-SM-TM-1	10	4	2	3	45	1	45
P28DM991-SM-MP-1	10	4	1	1	42	1	42
P28DM991-SI-TA-1	4	1	1	3	8	1	8
P28DM991-SI-TA-2	4	1	1	3	8	1	8
P28DM991-SI-TA-3	4	1	1	3	8	1	8
P28DM991-SI-TC-1	10	1	1	3	14	1	14
P28DM991-SI-CA-1	10	4	1	8	49	2	98
P28DM991-SI-LT-1	4	1	1	3	8	1	8
P28DM991-SI-BA-1	10	2	1	6	27	1	27
P28DM991-SEF-FM-1	10	2	2	8	30	1	30
P28DM991-SEF-EX1	10	2	2	6	28	1	28
P28DM991-SEF-CO-1	10	2	1	3	24	2	48
P28DM991-SEF-CH-1	4	2	1	1	10	1	10
P28DM991-SG-EL-1	10	4	1	3	44	2	88
P28DM991-SG-EL-2	10	4	2	3	45	2	90
P28DM991-SG-SI-1	4	4	1	1	18	1	18
P28DM991-SC-TF-1	10	2	1	3	24	1	24
P28DM991-SC-TC-1	10	2	1	3	24	2	48

Fuente: Autor.

Para la calificación de cada factor se tiene en cuenta el historial de fallas del equipo durante el último año; adicionalmente reuniones concertadas entre las áreas de producción y mantenimiento, si se tiene un equipo o repuesto de reemplazo, la afectación que los costos de mantenimiento puedan tener con la falla de cada equipo y lo que pueda ocurrir ambientalmente y contra la salud de los operadores; con el apoyo del área de seguridad industrial y ambiente. Finalmente para ilustrar esta calificación se presenta el siguiente diagrama de criticidad.

FIGURA 33. DIAGRAMA DE CRITICIDAD



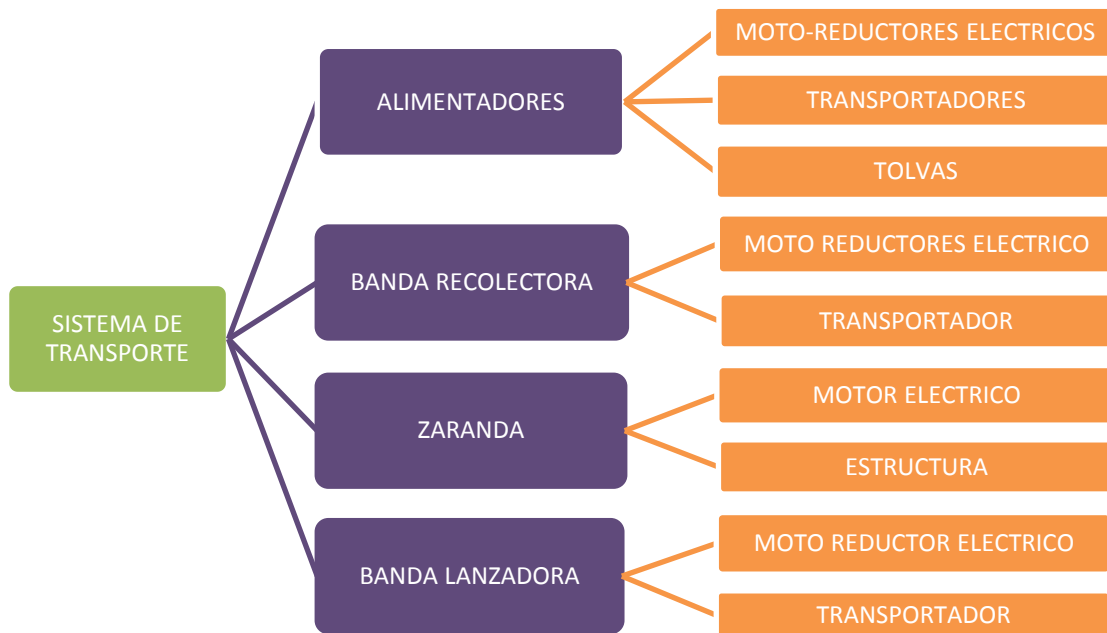
Fuente: Autor.

6. RUTINAS DE INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO

Como se trató en el Capítulo 4 el mantenimiento actual del equipo es basado en las inspecciones que realiza el Residente de Equipos; sin embargo la propuesta no es cambiar el organigrama de mantenimiento y tampoco las funciones de quienes realizan el mantenimiento; por lo tanto, es importante realizar rutinas de inspección más acertadas que permitan prevenir las fallas de los equipos y generar el programa de mantenimiento que lleve a tener una mejor disponibilidad de la planta.

Para este trabajo ya que no se cuenta con un manual de mantenimiento debido a que el equipo ha sufrido cambios importantes a través de su ciclo de vida; estas rutinas se basaran en la información que aplique en el manual y en la experiencia del mecánico y residente de equipos.

6.1. SISTEMA DE TRANSPORTE



Fuente: Autor.

La rutina de inspección de los elemento del sistema de transporte se realiza de acuerdo a la clasificación y codificación del capítulo 5; siguiendo esta premisa las siguientes tablas están las rutinas de inspección para el sistema de transporte. Esta rutina es el resultado de verificaciones realizadas en campo con mecánico con el apoyo del manual de transportadores AVL Industrial SA¹⁵.

TABLA 4. RUTINA DE INSPECCION ALIMENTADORES

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
SISTEMA DE TRANSPORTE (ST)	ALIMENTADORES	P28DM991-ST-AL-1 P28DM991-ST-AL-2 P28DM991-ST-AL-3	MOTO REDUCTOR	Verificar limpieza de las aletas de la armadura del motor.	8HRS
				Verificar tensión de correas del motor.	8HRS
				Verificar alineación de la correa.	8HRS
				Verifique si existen fugas en el reductor.	8HRS
				Verificar el estado del Ventilador.	50HRS
				Verificar estado de Poleas.	50HRS
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.	50HRS
			Verifique el nivel de aceite del reductor.	50 HRS	
			TRANSPORTADOR	Chequear la lubricación y estado de las chumaceras del tambor de cabeza y tambor de Tensión.	8HRS
				Verificar estado de banda trasportadora. (ralladuras profundas y empalmes)	8HRS
				Verificar limpieza del transportador.	8HRS
				Verificar estado de los rodillos y su libre giro de cada rodillo.	50HRS
				Verificar apriete de tornillería de fijación de chumaceras.	50HRS
				Verificar tensión de la banda trasportadora.	50HRS
				Verificar desgaste de la banda.	200HRS
			TOLVAS	Verificar estado de chuts de alimentación de la banda	8HRS
				Verificar estado de las tolvas	200HRS

Fuente: Autor.

TABLA 5. RUTINA DE INSPECCION PARA BANDA RECOLECTORA.

¹⁵ AVL, Industrial S.A., Manual de operación mantenimiento y partes para bandas trasportadoras, Bogotá, diciembre 1996.

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
SISTEMA DE TRANSPORTE (ST)	BANDA RECOLECTORA	P28DM991-ST-BR-1	MOTO REDUCTOR	Verificar limpieza de las aletas de la armadura del motor.	8HRS
				Verificar tensión de la cadena de transmisión.	8HRS
				Verificar alineación de la cadena	8HRS
				Verifique si existen fugas en el reductor.	8HRS
				Verificar el estado del Ventilador.	50HRS
				Verificar estado de piñones	50HRS
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.	50HRS
				Verifique el nivel de aceite del reductor.	50 HRS
			TRANSPORTADOR	Chequear la lubricación y estado de las chumaceras del tambor de cabeza y tambor de Tensión.	8HRS
				Verificar estado de banda trasportadora. (ralladuras profundas y empalmes)	8HRS
				Verificar limpieza del transportador.	8HRS
				Verificar estado de los rodillos y su libre giro de cada rodillo.	50HRS
				Verificar apriete de tornillería de fijación de chumaceras.	50HRS
				Verificar tensión de la banda trasportadora.	50HRS
Verificar desgaste de la banda.	200HRS				

Fuente: Autor.

TABLA 6. RUTINA DE INSPECCION DE ZARANDA

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
SISTEMA DE TRANSPORTE (ST)	ZARANDA	P28DM991-ST-ZA-1	MOTOR ELECTRICO	Verificar limpieza de las aletas de la armadura del motor.	8HRS
				Verificar el estado del Ventilador.	50HRS
				Verificar tensión de correas del motor.	8HRS
				Verificar estado de Poleas.	50HRS
				Verificar alineación de la correa.	8HRS
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.	50HRS
			ESTRUCTURA	Verificar contrapesa de vibración	50HRS
				Verificar desgaste de chut de caída de material	200HRS
				Verificar estado de malla de eliminación de sobretamaño	8HRS
				Verificar apriete de tornillos de la estructura	50HRS
Verificar estado de los resortes	8HRS				

Fuente: Autor

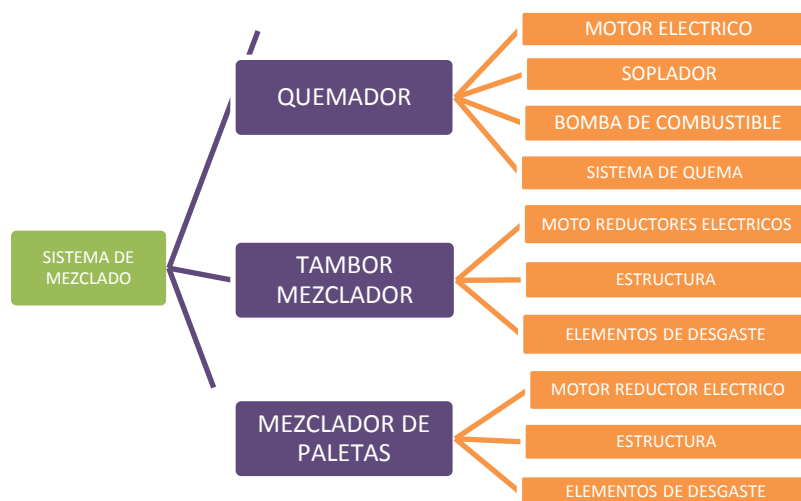
TABLA 7. RUTINA DE INSPECCION DE LA BANDA LANZADORA

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
SISTEMA DE TRANSPORTE (ST)	BANDA LANZADORA	P28DM991-ST-BL-1	MOTO REDUCTOR	Verificar limpieza de las aletas de la armadura del motor.	8HRS
				Verificar tensión de correas del motor.	8HRS
				Verificar alineación de la correa.	8HRS
				Verifique si existen fugas en el reductor.	8HRS
				Verificar el estado del Ventilador.	50HRS
				Verificar estado de Poleas.	50HRS
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.	50HRS
				Verifique el nivel de aceite del reductor.	50 HRS
			TRANSPORTADOR	Chequear la lubricación y estado de las chumaceras del tambor de cabeza y tambor de Tensión.	8HRS
				Verificar estado de banda trasportadora. (ralladuras profundas y empalmes)	8HRS
				Verificar limpieza del transportador.	8HRS
				Verificar estado de los rodillos y su libre giro de cada rodillo.	50HRS
				Verificar apriete de tornillería de fijación de chumaceras.	50HRS
				Verificar tensión de la banda transportadora.	50HRS
Verificar desgaste de la banda.	200HRS				

Fuente: Autor.

6.2. SISTEMA DE MEZCLADO

FIGURA 34. SISTEMA DE MEZCLADO



Fuente: Autor

De acuerdo a la estructura anterior se establecen las rutinas de mantenimiento para el sistema de mezclado; estas rutinas se basan en la experiencia del mecánico y el manual de instrucciones de la compañía de quemadores Hauck Manufacturing Company¹⁶.

TABLA 8. RUTINA DE INSPECCION DEL QUEMADOR

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
SISTEMA DE MEZCLADO (SM)	QUEMADOR PRINCIPAL	P28DM991-SM-QP-1	MOTORES ELECTRICOS	Verificar limpieza de las aletas de la armadura del motor.	8HRS
				Verificar alineación de la correa.	8HRS
				Verificar tensión de correas del motor.	8HRS
				Verificar el estado del Ventilador.	50HRS
				Verificar estado de Poleas.	50HRS
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.	50HRS
				Verificar voltaje de alimentación del motor	50HRS
			SOPLADOR	Verificar Amperaje de las líneas de energía del motor	50HRS
				Verificar la lubricación de los rodamientos del eje del ventilador	8HRS
				Verificar el filtro de aire.	50HRS
				Verificar el apriete y sellado de la estructura del ventilador.	50 HRS
				Verificar el ducto de salida de ventilador(no debe presentar fugas)	50HRS
			BOMBA DE COMBSUTIBLE	Inspeccionar los alabes e impeler.	500HRS
				Verificar fugas en la bomba de combustible.	8HRS
				Verificar acople de bomba a motor eléctrico	50HRS
			SISTEMA DE QUEMADO	Verificar alineación entre el eje motor y eje bomba.	50HRS
				Verificar limpieza de la boquilla de inyección de combustible.	8HRS
				Verificar limpieza de fotocelda.	8HRS
				Verifique limpieza de electrodos.	8HRS
				Verificar el funcionamiento de la válvula mariposa de baja o alta presión	8HRS
				Verificar recubrimiento de cono de salida de la llama	50HRS
Verificar manómetros de presión de aire y combustible.	50HRS				

Fuente: Autor

¹⁶ HAUCK, Manufacturing Company, Intruccion Manual, Lebanon, diciembre, 1994.

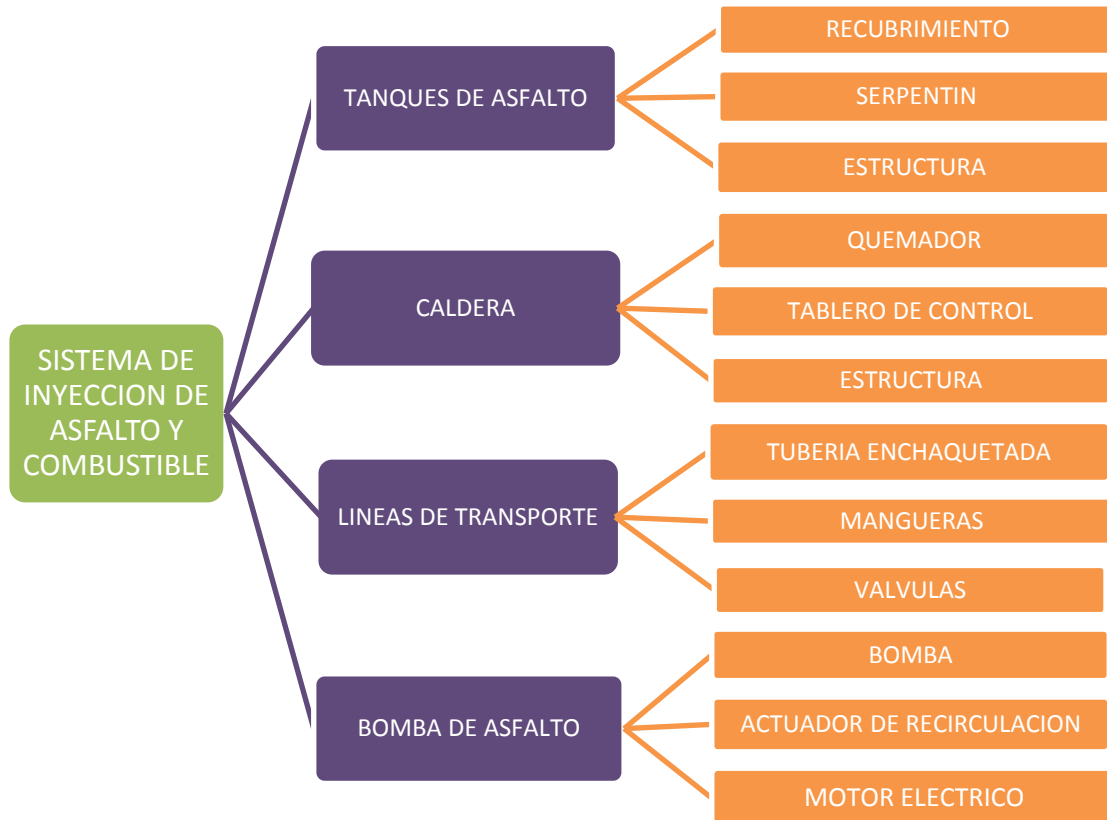
TABLA 9. RUTINAS DE INSPECCION DEL TAMBOR MEZCLADOR Y MEZCLADOR DE PALETAS.

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
SISTEMA DE MEZCLADO (SM)	TAMBOR MEZCLADOR	P28DM991-SM-TM-1	MOTO REDUCTOR	Verificar limpieza de las aletas de la armadura del motor.	8HRS
				Verificar tensión de correas del motor.	8HRS
				Verificar alineación de la correa.	8HRS
				Verifique si existen fugas en el reductor.	8HRS
				Verificar el estado del Ventilador.	50HRS
				Verificar estado de Poleas.	50HRS
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.	50HRS
				Verifique el nivel de aceite del reductor.	50 HRS
			ESTRUCTURA	Verificar la lubricación de los rodamientos de los trunnions.	8HRS
				Verificar la lubricación de los rodamientos de los Platos guía.	8HRS
				Verificar fisuras en la estructura del tambor	90HRS
				Verificar el alineamiento del tambor con los trunnions de giro.	90HRS
				Verificar apriete de tornillos de los chumaceras	200HRS
			ELEMENTOS DE DESGASTE	Verificar el correcto desgaste de las pistas del giro del tambor.	50HRS
Verificar el correcto desgaste de los platos guía.	50HRS				
Verificar el correcto desgaste de los trunnions.	50HRS				
Verificar desgaste de paletas al interior del tambor mezclador	200HRS				
SISTEMA DE MEZCLADO (SM)	MEZCLADOR DE PALETAS	P28DM991-SM-MP-1	MOTO REDUCTOR	Verificar limpieza de las aletas de la armadura del motor.	8HRS
				Verificar tensión de las cadenas de transmisión.	8HRS
				Verificar alineación y lubricación de la cadena	8HRS
				Verificar estado de los piñones de la Transmisión por cadena	8HRS
				Verifique si existen fugas en el reductor.	8HRS
				Verificar el estado del Ventilador.	50HRS
				Verificar estado de Poleas.	50HRS
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.	50HRS
			Verifique el nivel de aceite del reductor.	50 HRS	
			ESTRUCTURA	Verificar la limpieza del chut de salida de la mezcla afáltica	8HRS
				Verificar la Lubricación de las chumaceras de los ejes del mezclador	8HRS
			ELEMENTOS DE DESGASTE	Verificar el desgaste de los Blindajes de las paredes del mezclador	50HRS
				Verificar el desgaste las paletas del mezclador	50HRS
				Verificar el desgaste de los brazos del mezclador	50HRS

Fuente: Autor.

6.3. SISTEMA DE INYECCION DE ASFALTO Y COMBUSTIBLE

FIGURA 35. SISTEMA DE INYECCION DE ASFALTO Y COMBUSTIBLE



Fuente: Autor.

En la figura anterior se tiene la estructura del sistema de inyección de asfalto y combustible. Se determina la rutina de inspección en la experiencia del mecánico, personal del área de mantenimiento con el apoyo del manual de mantenimiento para calderas de la empresa AVL Industrial SA¹⁷.

¹⁷ AVL, Industrial S.A., Manual de Operación, Mantenimiento y Partes para Caldera de Aceite Térmico de 1.2M BTU, Bogotá, Diciembre, 1996.

TABLA 10. RUTINA DE INSPECCION DE LOS TANQUES DE ASFALTO Y CALDERA.

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD	
SISTEMA DE INYECCION DE ASFALTO Y COMBUSTIBLE (SI)	TANQUE DE ASFALTO 1 TANQUE DE ASFALTO 2 TANQUE DE ASFALTO 3	P28DM991-SI-TA-1 P28DM991-SI-TA-2 P28DM991-SI-TA-3	RECUBRIMIENTO	Verificar estado y limpieza del recubrimiento	90HRS	
			SERPENTIN	Verificar el estado el serpentín	1000HRS	
			ESTRUCTURA	Verificar el estado de rampas de acceso y manholes	500HRS	
	TANQUE DE COMBUSTIBLE	P28DM991-SI-TC-1	ESTRUCTURA	Verificar limpieza de la estructura	50HRS	
				Verificar limpieza interna del tanque	1000HRS	
	CALDERA	P28DM991-SI-CA-1	QUEMADOR	Verificar la limpieza de la fotocelda.	8HRS	
				Verificar limpieza del armazón del motor eléctrico de la bomba de combustible.	8HRS	
				Verificar la limpieza de las boquillas de combustible.	8HRS	
				Verificar el estado y la tensión de la correa de la bomba de combustible que ingresa la caldera.	8HRS	
				Verificar la limpieza de los electrodos	8HRS	
				Verificar el Nivel de Aceite termico	8HRS	
				Verificar la limpieza del filtro de combustible.	50 HRS	
				TABLERO DE CONTROL	Verificar el funcionamiento de termostato digital.	8HRS
					Verificar la limpieza del tablero	8HRS
					Verificar el apriete de los tornillo de fijación de los circuitos.	50HRS
ESTRUCTURA	Verificar la manta cerámica del recubrimiento interior	200HRS				
	Verificar estado serpentín.	1000HRS				

Fuente: Autor.

TABLA 11. RUTINA DE INSPECCION DE LINEAS DE TRASPORTE Y BOMBA DE ASFALTO

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
ISTEMA DE INYECCION DE ASFALTO Y COMBUSTIBLE (SI)	LINEAS DE TRANSPORTE	P28DM991-SI-LT-1	TUBERIA ENCHAQUETADA	Verificar fugas en las bridas de unión.	8HRS
			MANGUERAS	Verificar estado de mangueras.	50HRS
				Verificar estado de racores.	50HRS
	VALVULAS	Verificar estado de llaves y vlvulas de paso	50hRS		
	BOMBA DE ASFALTO	P28DM991-SI-BA-1	BOMBA DE ASFALTO	Verificar Fugas en el rotor y bridas de empalme.	8HRS
				Verificar la lubricación los rodamientos.	8HRS
				Verificar limpieza del sensor cuenta litros.	8HRS
				Verificar el accionamiento neumatico de recirculación de asfalto.	8HRS
			Verificar la limpieza de la flauta de Inyección.	50HRS	
			MOTOR ELECTRICO	Verificar limpieza de las aletas de la armadura del motor.	8HRS
				Verificar el estado del Ventilador.	50HRS
	Verificar tensión de correas del motor.	8HRS			
Verificar estado de Poleas.	50HRS				
Verificar alineación de la correa.	8HRS				
Verificar el estado del cable de alimentación del motor.	50HRS				

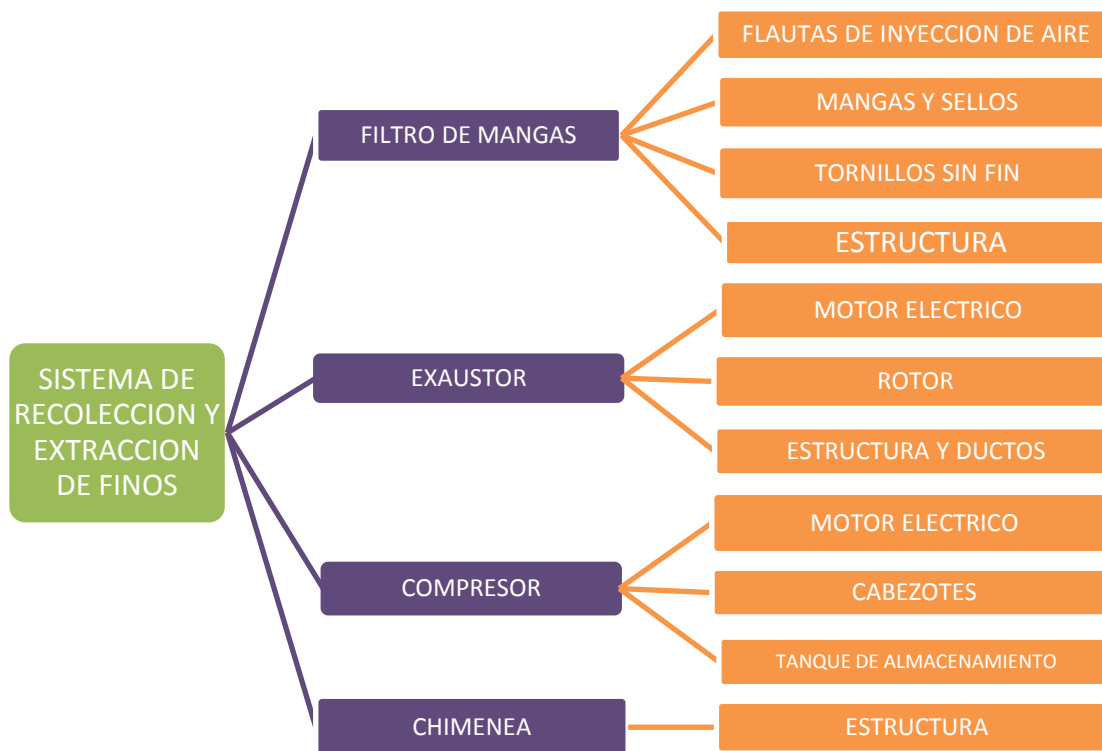
Fuente: Autor.

6.4. SISTEMA DE RECOLECCION Y EXTRACCION DE FINOS

En la elaboración de las rutinas de mantenimiento para el sistema de extracción y recolección de finos se tiene en cuenta el manual para el filtro de mangas de la empresa astecnia¹⁸, los conocimientos adquiridos por el Ingeniero residente y el mecánico; así como los historiales de mantenimiento de este sistema del equipo

FIGURA 36. SISTEMA DE EXTRACCION Y RECOLECCION DE FINOS

¹⁸ ASTECNIA S.A., Conjunto de Mezcla fuera de Tambor y Filtro de Mangas, Manual de operación Mantenimiento y Partes, Bogotá, Agosto, 2010.



Fuente: Autor.

TABLA 12. RUTINA DE INSPECCION DEL EXAUSTOR

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
SISTEMA DE RECOLECCION Y EXTRACCION DE FINOS (SEF)	EXAUSTOR	P28DM991-SEF-EX1	MOTOR ELECTRICO	Verificar limpieza de las aletas de la armadura del motor.	8HRS
				Verificar el estado del Ventilador.	50HRS
				Verificar tensión de correas del motor.	8HRS
				Verificar estado de Poleas.	50HRS
				Verificar alineación de la correa.	8HRS
			Verificar el estado del cable de alimentación del motor.	50HRS	
			ROTOR	Verificar lubricación de rodamientos del Rotor	8HRS
				Verificar el Balanceo de Rotor	90HRS
				Verificar el desgaste y oxidacion de las aletas del ventilador.	90HRS
			ESTRUCTURA Y DUCTOS	Verificar en los ductos y entrada del ventilador la presencia de fugas.	90HRS

Fuente: Autor.

TABLA 13. RUTINA DE INSPECCIONES DEL FILTRO DE MANGAS.

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
SISTEMA DE RECOLECCION Y EXTRACCION DE FINOS (SEF)	FILTRO DE MANGAS	P28DM991-SEF-FM-1	FLAUTAS DE INYECCION DE AIRE	Verificar el accionamiento de las electroválvulas.	8HRS
				Verificar que el tiempo de accionamiento por válvula sea de 3 seg.	50HRS
				Verificar el apriete de fijación de la flauta a la estructura.	200HRS
			MANGAS Y SELLOS	Verificar el sello de las tapas del filtro	50HRS
				Verificar el sello de las mangas a la estructura.	90HRS
				Verificar el estado de las mangas mediante las ventanas de inspección.	90HRS
				Verificar la no presencia de material particulado en la parte superior del filtro.	90HRS
				Verificar que la temperatura de los gases no debe superar los 200°C	8HRS
			TORNILLOS SIN FIN	Verificar la lubricación de los rodamientos de los ejes de los tornillos sin fin	8HRS
				Verificar los sellos de los tornillos sin fin.	8HRS
				Verificar la limpieza de los motores del tornillos sin fin	8HRS
				Verificar el nivel de aceite de los reductores de los tonillos sin fin	50HRS
				Verificar la Lubricación de la cadena de transmisión de los tornillos sin fin	8HRS
				Verificar la alineación de la cadena de los tornillos sin fin.	8HRS
			ESTRUCTURA	Verificar estado de la estructura; la presencia de fugas baja el rendimiento del filtro.	50HRS
				Verificar el funcionamiento del dámper, Control de temperatura del filtro.	8HRS
				Verificar el funcionamiento del ciclón retenedor de finos.	50HRS

Frente: Autor.

TABLA 14. RUTINA DE INSPECCION DEL COMPRESOR Y EL EXAUSTOR

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
SISTEMA DE RECOLECCION Y EXTRACCION DE FINOS (SEF)	COMPRESOR	P28DM991-SEF-CO-1	MOTOR ELECTRICO	Verificar limpieza de las aletas de la armadura del motor.	8HRS
				Verificar el estado del Ventilador.	50HRS
				Verificar tensión de correas del motor.	8HRS
				Verificar estado de Poleas.	50HRS
				Verificar alineación de la correa.	8HRS
			Verificar el estado del cable de alimentación del motor.	50HRS	
			CABEZOTES	Verificar Niveles de aceite.	8HRS
				Verificar la limpieza de los filtros de aire.	8HRS
				Verificar la limpieza de las aletas del compresor	8HRS
				Verificar el funcionamiento del presostato.	8HRS
	Verificar presión de salida.	8HRS			
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Verificar el drenaje de posible agua en el tanque.	8HRS		
		Verificar válvula de seguridad	8HRS		
		Verificar el depósito de aceite de la unidad de mantenimiento neumático	50HRS		
		Verificar estructura del tanque de almacenamiento.	200HRS		
	CHIMENEA	P28DM991-SEF-CH-1	ESTRUCTURA	Verificar la estructura de la chimenea.	200HRS
				Verificar tensión de guayas de amarre de la chimenea.	200HRS

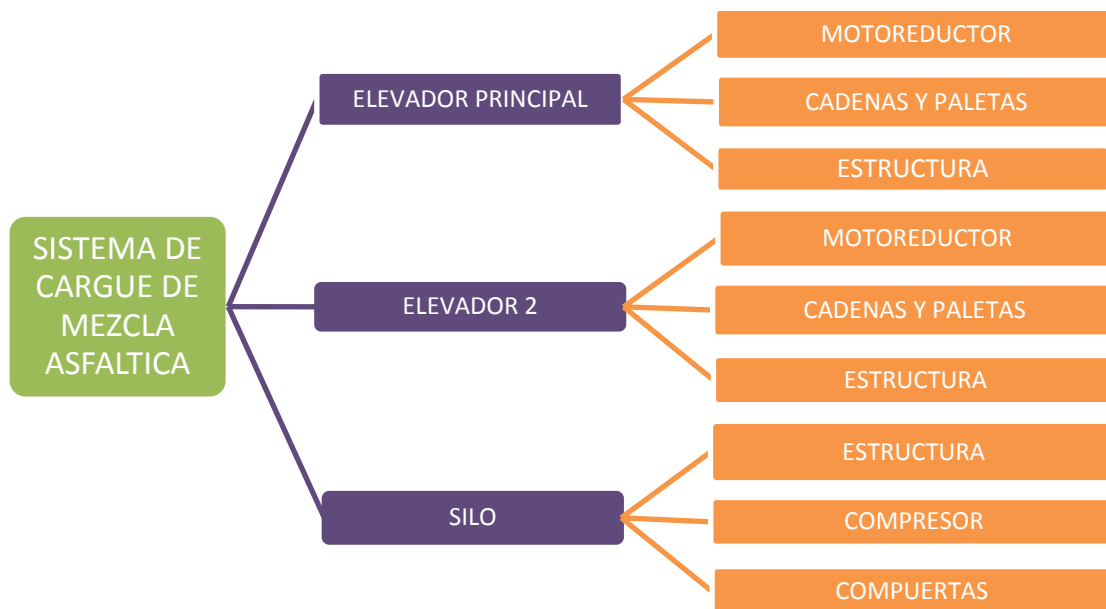
Fuente: Autor.

6.5. SISTEMA DE CARGUE DE MEZCLA ASFALTICA

La rutina de mantenimiento del sistema de cargue de mezcla asfáltica teniendo en cuenta el manual de mantenimiento del elevador de paletas de la empresa astecnia¹⁹, el historial de mantenimiento y las experiencias del personal de mantenimiento.

FIGURA 37. SISTEMA DE CARGUE DE MEZCLA ASFALTICA

¹⁹ ASTECNIA S.A, Elevador de Paletas, manual de operación, mantenimiento y partes, Bogotá, agosto, 2010.



Fuente: Autor.

TABLA 15. RUTINA DE INSPECCION DE ELEVADORES DE PALETAS.

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
SISTEMA DE CARGUE DE MEZCLA ASFALTICA (SG)	ELEVADOR PRINCIPAL N°1 ELEVADOR N°2	P28DM991-SG-EL-1 P28DM991-SG-EL-2	MOTOREDUCTOR	Verificar limpieza de las aletas de la armadura del motor.	8HRS
				Verificar tensión de la cadena de transmisión.	8HRS
				Verificar alineación de la cadena	8HRS
				Verificar si existen fugas en el reductor.	8HRS
				Verificar el estado del Ventilador del motor.	50HRS
				Verificar estado de piñones	50HRS
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.	50HRS
				Verifique el nivel de aceite del reductor.	50 HRS
			CADENAS Y PALETAS	Verificar estado de rodillos de paso de la cadena.	50HRS
				Verifique el desgaste de las paletas.	50HRS
				Verificar el estado de los piñones.	50HRS
				Verificar el desgaste del piso del elevador	200HRS
			ESTRUCTURA	Verificar la lubricación de la chumaceras de los ejes de paso del elevador	8HRS
Verifica el desgaste de los ejes de paso.	50HRS				

Fuente: Autor.

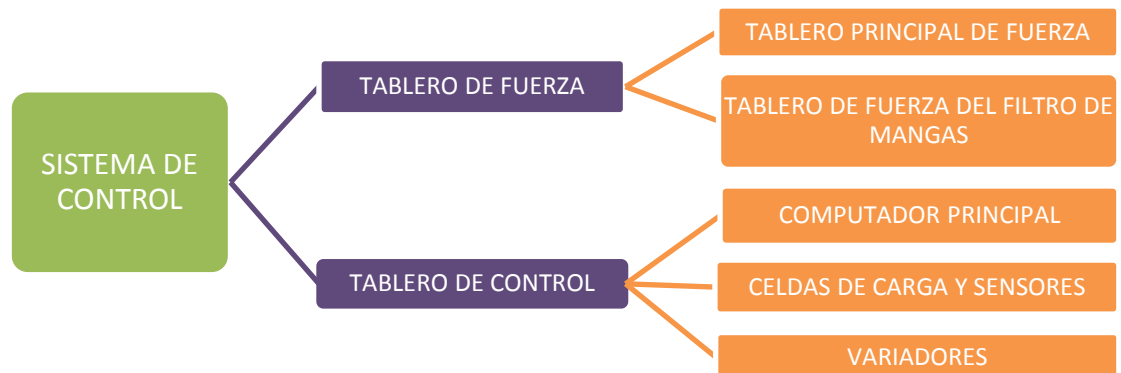
TABLA 16. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL SILO

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD
SISTEMA DE CARGUE DE MEZCLA ASFALTICA (SG)	SILO	P28DM991-SG-S	ESTRUCTURA	Verificar estructura del silo.	200HRS
				Verificar la limpieza interna del silo	8HRS
			COMPRESOR	Verificar el nivel de aceite del cabezote	8HRS
				Verificar la limpieza de motor eléctrico.	8HRS
				Verificar la no presencia de fugas en el cabezote	8HRS
				Verificar la tensión de las correas	8HRS
				Verificar el estado de poleas y correas.	50HRS
				Verificar las líneas de aire comprimido	8HRS
			COMPUERTAS	Verificar la apertura y cierre de las compuertas del silo.	8HRS
				Verificar la unidad de mantenimiento neumático	8HRS
				Verificar la lubricación de las compuertas.	8HRS

Fuente: Autor.

6.6. SISTEMA DE CONTROL

FIGURA 38. SISTEMA DE CONTROL



Fuente: Autor.

A continuación se establece la rutina de mantenimiento del sistema de control.

TABLA 17. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL.

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A INSPECCIONAR	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD	
SISTEMA DE CONTROL (SC)	TABLERO DE FUERZA	P28DM991-SC-TF-1	TABLERO PRINCIPAL DE FUERZA / TABLERO DE FUERZA DEL FILTRO DE MANGAS	Verificar la limpieza del tablero	8HRS	
				Verificar el amperaje y el voltaje de las líneas de alimentación		
				Verificar visualmente si hay recalentamiento de errajes o partes metálicas del circuito	8HRS	
				Verificar apriete de terminales en contactores, errajes y relés.	50HRS	
	TABLERO DE CONTROL	P28DM991-SC-TC-1	COMPUTADOR PRINCIPAL	Verificar limpieza del circuito principal	8HRS	
				Verificar el ajuste de los módulos de control.	8HRS	
				Verificar la humedad del gabinete de control.	8HRS	
				Verificar el ajuste de las terminales de los circuitos	50HRS	
				CELDA DE CARGA Y SENSORES	Verificar la limpieza de las celdas y sensores ubicados en bandas, contadores y medidores.	8HRS
				VARIADORES	Verificar la limpieza del variador	8HRS

Fuente: Autor.

7. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PLANTA DE ASFALTO P28DM991 DE LA EMPRESA PATRIA SAS

En el capítulo 5 se realizó el análisis de criticidad de los equipos de la planta de asfalto. El diseño de este plan se va enfocar en el mantenimiento de los equipos críticos y medianamente críticos. A continuación se enlistan los equipos a tratar.

TABLA 18. LISTADO DE EQUIPOS CRITICOS

EQUIPOS CRITICOS			
CODIGO PADRE	SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO
P28DM991	SISTEMA DE TRANSPORTE (ST)	BANDA LANZADORA	P28DM991-ST-BL-1
	SISTEMA DE MEZCLADO (SM)	QUEMADOR PRINCIPAL	P28DM991-SM-QP-1
		TAMBOR MEZCLADOR	P28DM991-SM-TM-1
		MEZCLADOR DE PALETAS	P28DM991-SM-MP-1
	SISTEMA DE INYECCION DE ASFALTO Y COMBUSTIBLE (SI)	CALDERA	P28DM991-SI-CA-1
	SISTEMA DE RECOLECCION Y EXTRACCION DE FINOS (SEF)	FILTRO DE MANGAS	P28DM991-SEF-FM-1
		COMPRESOR	P28DM991-SEF-CO-1
	SISTEMA DE CARGUE DE MEZCLA ASFALTICA (SG)	ELEVADOR PRINCIPAL N°1	P28DM991-SG-EL-1
		ELEVADOR N°2	P28DM991-SG-EL-2
	SISTEMA DE CONTROL (SC)	TABLERO DE CONTROL	P28DM991-SC-TC-1

Fuente: Autor.

Con las rutinas de inspección definidas, los historiales de mantenimiento, la experiencia del operador y personal de mantenimiento se establecen las actividades de mantenimiento para cada uno de los equipos.

TABLA 19. RUTINA DE MANTENIMIENTO DE LA BANDA LANZADORA

RUTINA DE MANTENIMIENTO												
SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A MANTENER	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD						NIVEL DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
					8 HRS	50 HRS	100 Hrs	200 HRS	500 HRS	1000 HRS		
SISTEMA DE TRANSPORTE (ST)	BANDA LANZADORA	P28DM991-ST-BL-1	MOTO REDUCTOR	Limpiar de las aletas de la carcasa del motor.							I	
				Verificar y tensionar si es necesario las correas del motor.							II	
				Verificar y alinear si es necesario las correas del motor.							II	
				Verifique si existen fugas en el reductor.							I	
				Lubricar con grasa las chumaceras del eje del reductor.							I	
				Verificar el estado del Ventilador del motor.							I	
				Verificar estado de Poleas.							II	
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.							I	
				Ajustar bornera del motor.							II	
				Verifique el nivel de aceite del reductor.							II	
			Verificar voltaje y amperaje de operación con el de la tapa del motor.							III		
			Cambiar aceite del motoreductor.							III		
			Cambiar correas del motor.							III		
			Desarmar reductor y verificar estado de rodamientos y retenedores.							IV		
			Desarmar el motor, revisión general de bobinado y revisión de rodamientos.								IV	
			TRANSPORTADOR	Lubricar las chumaceras del tambor de cabeza y tambor de Tensión.								I
				Verificar estado de banda trasportadora. (ralladuras profundas y empalmes)								I
				Limpiar el transportador.								I
				Verificar estado de los rodillos y el libre giro de cada rodillo.								I
				Torquear los tornillos de fijación de chumaceras.								III
Tensionar la banda transportadora.									III			
Verificar alineación de la banda.									III			
Verificar desgaste de la banda.								II				

Fuente: Autor

TABLA 20. RUINA DE MANTENIMIENTO DEL QUEMADOR

RUTINA DE MANTENIMIENTO												
SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A MANTENER	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD						NIVEL DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
					8 HRS	50 HRS	100 Hrs	200 HRS	500 HRS	1000 HRS		
SISTEMA DE MEZCLADO (SM)	QUEMADOR PRINCIPAL	P28DM991-SM-QP-1	MOTORES ELECTRICOS	Limpiar las aletas de la estructura del motor.	■							I
				Verificar alineación de la correa.	■							II
				Verificar tensión de correas del motor.	■							II
				Verificar el estado del Ventilador del motor.	■							I
				Apretar las tuercas de ajuste de la bornera del motor.		■						III
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.		■						I
				Verificar voltaje de alimentación del motor		■						III
				Verificar Amperaje de las líneas de energía del motor.		■						III
				Verificar estado de Poleas.			■					II
				Cambiar correas del motor.						■		III
				Desarmar el motor, revisión general de bobinado y revisión de rodamientos							■	IV
				Cambiar rodamientos del motor.							■	IV
			SOPLADOR	Lubricar los rodamientos del eje del ventilador.	■							III
				Limpiar el el filtro de aire.	■							I
				Verificar el apriete y sellado de la estructura del ventilador.		■						III
				Verificar el ducto de salida de ventilador(no debe presentar fugas)		■						II
				Desarmar la estructura del ventilador e inspeccionar los alabes del impeler							■	IV
			BOMBA DE COMBSUTIBLE	Verificar fugas en la bomba de combustible.	■							I
				Verificar presión de la bomba de combustible	■							II
				Verificar acople de bomba a motor eléctrico		■						II
				Verificar alineación entre el eje motor y eje bomba.		■						III
			SISTEMA DE QUEMADOR	Limpiar boquilla de inyección de combustible.	■							II
				Limpiar fotocelda.	■							II
				Verifique limpieza de electrodos.	■							II
				Verificar el funcionamiento de la válvula mariposa de baja o alta presión	■							III
				Verificar recubrimiento de cono de salida de la llama			■					II
				Verificar funcionamiento de manómetros de presión de aire y combustible.			■					II
				Limpiar electrodos de ignición.				■				III
Recubrir cono de salida de la llama								■	III			
Cambiar boquillas de inyección de combustible.							■	III				

Fuente: Autor

TABLA 21. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL TAMBOR MEZCLADOR

RUTINA DE MANTENIMIENTO												
SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A MANTENER	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD						NIVEL DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
					8 HRS	50 HRS	100 Hrs	200 HRS	500 HRS	1000 HRS		
SISTEMA DE MEZCLADO (SM)	TAMBOR MEZCLADOR	BDM991-SM-TT	MOTO REDUCTOR	Limpiar las aletas de la armadura del motor.								I
				Verificar tensión de correas del motor.							II	
				Verificar alineación de la correa.							II	
				Verifique si existen fugas en el reductor.							I	
				Verificar el estado del Ventilador.							I	
				Verificar estado de Poleas.							II	
				Verificar voltaje de alimentación del motor							III	
				Verificar Amperaje de las líneas de energía del motor.							III	
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.							II	
				Verifique el nivel de aceite del reductor.							II	
				Cambio de aceite del reductor							III	
				Cambio de Correas del motor.							III	
				Desarmar el motor							III	
				Cambio de rodamientos del motor							III	
				Renovar aislamiento del bobinado.							IV	
				Desarmar el reductor .							IV	
			Cambio de rodamientos del reductor							IV		
			Verificar estado de piñones del reductor							IV		
			Cambio de retenedores del reductor.							IV		
			ESTRUCTURA	Engrasar los rodamientos de los trunnions.							I	
				Engrasar los rodamientos de los Platos guía.							I	
				Verificar fisuras en la estructura del tambor							I	
				Verificar el alineamiento del tambor con los trunnions de giro.							III	
				Verificar apriete de tornillos de los chumaceras							III	
			ELEMENTOS DE DESGASTE	Verificar el correcto desgaste de las pistas del giro del tambor.							III	
				Verificar el correcto desgaste de los platos guía.							III	
				Verificar el correcto desgaste de los trunnions.							III	
				Verificar desgaste de paletas al interior del tambor mezclador							III	
Cambiar Trunnions								III				
cambiar paletas desgastadas al interior del tambor.								III				

Fuente: Autor

TABLA 22. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL MEZCLADOR DE PALETAS

RUTINA DE MANTENIMIENTO														
SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A MANTENER	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD						NIVEL DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO			
					8 HRS	50 HRS	100 Hrs	200 HRS	500 HRS	1000 HRS				
SISTEMA DE MEZCLADO (SM)	MEZCLADOR DE PALETAS	P28DM991-SM-MP-1	MOTO REDUCTOR	Limpia las aletas de la armadura del motor.	■							I		
				Verificar alineación de los piñones	■								III	
				Engrasar los piñones de transmisión de potencia	■									I
				Verifique si existen fugas en el reductor.	■									II
				verificar y ajustar la tensión de la cadena.	■									II
				Verificar el estado del Ventilador.		■								II
				Verificar estado de Piñones.		■								II
				Ajustar bornera del motor.		■								II
				Verificar voltaje de alimentación del motor.		■								III
				Verificar Amperaje de las líneas de energía del motor.		■								III
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.		■								II
				Verifique el nivel de aceite del reductor.		■								II
				Cambio de aceite del reductor						■				III
				Desarmar el motor								■		IV
				Cambio de rodamientos del motor								■		IV
			Renovar aislamiento del bobinado.								■		IV	
			Desarmar el reductor.								■		IV	
			Cambio de rodamientos del reductor								■		IV	
			Cambiar los piñones y cadena de transmisión								■		IV	
			Cambio de retenedores del reductor.								■		IV	
			ESTRUCTURA	Verificar la limpieza del chut de salida de la mezcla afáltica	■									I
				Verificar la Lubricación de las chumaceras de los ejes del mezclador	■									I
				Verificar el ajuste de los sellos mecánicos de los ejes.	■									II
				Verificar apriete de los pernos de anclaje		■								III
				Cambiar de sellos mecánicos del mezclador.					■					III
				Cambiar de lamina antidesgaste del chut de salida						■				III
			ELEMENTOS DE DESGASTE	Verificar el desgaste las paletas del mezclador		■								II
				Verificar el desgaste de los brazos del mezclador		■								II
				Cambiar las Paletas					■					III
				Cambiar los brazos						■				III
				Cambiar los blindajes							■			III

Fuente: Autor

TABLA 23. RUTINA MANTENIMIENTO DE LA CALDERA.

RUTINA DE MANTENIMIENTO													
SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A MANTENER	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD						NIVEL DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
					8 HRS	50 HRS	100 Hrs	200 HRS	500 HRS	1000 HRS			
SISTEMA DE INYECCION DE ASFALTO Y COMBUSTIBLE (SI)	CALDERA	P28DM991-SI-CA-1	QUEMADOR	Limpiar fotocelda.								II	
				Limpiar el armazón del motor eléctrico de la bomba de combustible.								I	
				Verificar el estado y la tensión de la correa de la bomba de combustible que ingresa la caldera.								II	
				Verificar el Nivel de Aceite termico								I	
				Limpiar las boquillas de combustible.								II	
				Limpiar electrodos de ignición								II	
				Verificar la limpieza del filtro de combustible.								II	
				Cambiar filtro de combustible.								II	
			TABLERO DE CONTROL	Verificar el funcionamiento de termostato digital.									III
				Verificar el funcionamiento de manómetros y termómetros de control									III
				Limpiar el tablero de control.									III
				Verificar el apriete de los tornillo de fijación de los circuitos.									II
				Verificar el funcionamiento el paro de emergencia del equipo									III
			ESTRUCTURA	Verificar la manta cerámica del recubrimiento interior									III
Verificar estado serpentín.										III			

Fuente: Autor.

TABLA 24. RUTINA DE MANTENIMIENTO

RUTINA DE MANTENIMIENTO															
SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMENTO A MANTENER	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD						NIVEL DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO				
					8 HRS	50 HRS	100 Hrs	200 HRS	500 HRS	1000 HRS					
SISTEMA DE RECOLECCION Y EXTRACCION DE FINOS (SEF)	FILTRO DE MANGAS	P28DM991-SEF-FM-1	FLAUTAS DE INYECCION DE AIRE	Verificar el accionamiento de las electroválvulas.								III			
				Verificar que el tiempo de accionamiento por válvula sea de 3 seg.								III			
				Verificar la presión y el flujo del aire comprometido que llega a las flautas								III			
				Verificar el apriete de fijación de la flauta a la estructura.								III			
			MANGAS Y SELLOS	Verificar que la temperatura de los gases no debe superar los 200°C									I		
				Verificar el sello de las tapas del filtro									II		
				Verificar el sello de las mangas a la estructura.									III		
				Verificar la no presencia de material particulado en la parte superior del filtro.									III		
				Verificar apriete y cambiar tornillos (si es necesario) de las estrellas de fijación de los filtros de mangas.									III		
				Verificar el estado de las mangas mediante las ventanas de inspección.									III		
				Cambiar Sellos									III		
				Cambiar Filtros de mangas									IV		
			TORNILLOS SIN FIN	Engrasar los rodamientos de los tornillos sin fin.										I	
				Verificar los sellos de los tornillos sin fin.										II	
				Limpiar la armadura de los motores del tornillos sin fin										I	
				Engrasar las cadenas de transmisión de potencia de los tornillos sin fin										I	
				Verificar y completar el nivel de aceite de los reductores de los tonillos sin fin										II	
				Verificar la alineación de la cadena de los tornillos sin fin.										III	
				Cambiar los sellos de los tornillos sin fin										II	
				Cambiar los retenedores de los reductores.										III	
				Cambiar rodamientos de los motores.										III	
				Cambiar chumaceras de los tornillos sin fin.										III	
			ESTRUCTURA	Verificar el funcionamiento del dâmpfer, Control de temperatura del filtro.											I
				Verificar estado de la estructura; la presencia de fugas baja el rendimiento del filtro.											II
				Verificar el funcionamiento del ciclón retenedor de finos.											II
				Pintar con anticorrosivo la estructura.											II

Fuente: Autor

TABLA 25. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL COMPRESOR

RUTINA DE MANTENIMIENTO											
SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A MANTENER	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD						NIVEL DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO
					8 HRS	50 HRS	100 Hrs	200 HRS	500 HRS	1000 HRS	
SISTEMA DE RECOLECCION Y EXTRACCION DE FINOS (SEF)	COMPRESOR	P28DM991-SEF-CO-1	MOTOR ELECTRICO	Limpiar las aletas de la estructura del motor.							I
				Verificar alineación de la correa.						III	
				Verificar tensión de correas del motor.						II	
				Verificar el estado del Ventilador del motor.						II	
				Apretar las tuercas de ajuste de la bornera del motor.						II	
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.						I	
				Verificar voltaje de alimentación del motor						III	
				Verificar Amperaje de las líneas de energía del motor.						III	
				Verificar estado de Poleas.						II	
				Cambiar correas del motor.						III	
			Desarmar el motor, revisión general de bobinado y revisión de rodamientos							IV	
			CABEZOTES	Verificar Niveles de aceite.						I	
				Limpiar aletas del cabezote						I	
				Limpiar los filtros de aire.						II	
				Verificar el funcionamiento del presostato.						III	
				Verificar presión de salida.						II	
				Cambiar los filtros de aire						III	
				Cambiar aceite a los cabezotes						III	
			TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Drenar el tanque de almacenamiento por posible agua en el tanque.						I	
				Verificar válvula de seguridad						II	
				Verificar el depósito de aceite de la unidad de mantenimiento neumático						II	
				Verificar estructura del tanque de almacenamiento.						II	

Fuente: Autor

TABLA 26. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL ELEVADOR DE PALETAS.

RUTINA DE MANTENIMIENTO											
SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A MANTENER	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD						
					8 HRS	50 HRS	100 Hrs	200 HRS	500 HRS	1000 HRS	NIVEL DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO
SISTEMA DE CARGUE DE MEZCLA ASFALTICA (SG)	ELEVADOR PRINCIPAL N°1 ELEVADOR N°2	P28DM991-SG-EL-1 P28DM991-SG-EL-2	MOTOREDUCTOR	Limpiar las aletas de la armadura del motor.	■						I
				Verificar alineación de La cadena	■						III
				Engrasar los piñones de transmisión de potencia	■						I
				Verifique si existen fugas en el reductor.	■						I
				verificar y ajustar la tension de la cadena.	■						II
				Verificar el estado del Ventilador.		■					II
				Verificar estado de Piñones.		■					II
				Ajustar bornera del motor.		■					II
				Verificar voltaje de alimentación del motor.		■					III
				Verificar Amperaje de las líneas de energía del motor.		■					III
				Verificar el estado del cable de alimentación del motor.		■					III
				Verifique el nivel de aceite del reductor.		■					I
				Cambio de aceite del reductor				■			III
				Desarmar el motor						■	I
				Cambio de rodamientos del motor						■	III
				Renovar aislamiento del bobinado.						■	IV
				Desarmar el reductor.						■	IV
				Cambio de rodamientos del reductor						■	IV
			Cambiar los piñones del reductor						■	I	
			Cambio de retenedores del reductor.						■	IV	
			CADENAS Y PALETAS	Limpiar cadenas y paletas del elevador	■						I
				Verificar desgaste de la cadena.		■					II
				Verifique el desgaste de las paletas.			■				II
				Verificar el estado de los piñones.			■				II
				Tensionar Cadenas de los elevadores			■				III
				Verificar el desgaste del piso del elevador				■			I
				Cambiar los rodillos de paso						■	III
				Cambiar paletas desgastadas						■	IV
			ESTRUCTURA	Cambiar los piñones						■	III
				Cambiar rodamientos de los ejes de paso.						■	III
				Engrasar rodamientos de los ejes de paso.	■						I
				Engrasar rodamientos de la rueda tensora	■						I
								■			II
									II		

Fuente: Autor.

TABLA 27. RUTINA DE MANTENIMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL.

SISTEMA DE TRABAJO	EQUIPO MANTENIBLE	CODIFICACION DEL EQUIPO	ELEMETO A MANTENER	ACTIVIDADES	PERIODICIDAD						NIVEL DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO
					8 HRS	50 HRS	100 Hrs	200 HRS	500 HRS	1000 HRS	
SISTEMA DE CONTROL (SC)	TABLERO DE CONTROL	P28DM991-SC-TC-1	COMPUTADOR PRINCIPAL	Limpiar circuito principal							III
				Ajustar los módulos de control.							III
				Verificar entrada de señales de los sensores al computador principal.							III
				Eliminar cualquier entrada de humedad al gabinete.							III
				Verificar Voltaje y ampreje de entrada al computador principal.							III
				Verificar y realizar pruebas del funcionamiento de las protecciones instaladas.							III
				Calibración general del equipo							IV
				Ajustar las terminales de los circuitos.							III
			CELDAS DE CARGA Y SENSORES	Limpiar las celdas y sensores ubicados en bandas, contadores y medidores.							III
				Verificar conexión de los cables de alimentación de los sensores							III
				Realizar pruebas de funcionalidad en vacío.							III
			VARIADORES	Verificar la limpieza del variador							III
				Verificar lectura de voltajes y corrientes							III
				Realizar limpieza de tarjetas electrónicas							III
				Chequear los cables de entrada y salida							II
				Reajustar contactos electrónicos.							IV
				Chequear fusibles de control							IV
Realizar pruebas de funcionalidad en vacío							IV				

Fuente: Autor.

En las rutinas de mantenimiento anteriormente descritas se jerarquizaron las tareas de mantenimiento de acuerdo al nivel de exigencia de conocimiento para realizarlas; en este caso las actividades de nivel I son realizadas por el operador del equipo, las actividades de nivel II son realizadas por el auxiliar mecánico, las actividades del nivel III son realizadas por el mecánico o electricista de la compañía, las actividades nivel IV son realizadas por el Técnico especializado en un área específica y finalmente las actividades de nivel V son aquellas que son realizadas por una empresa o serie de técnicos especializados en mantenimientos específicos. Finalmente con esta serie de actividades jerarquizadas se distribuyen las tareas en los diferentes actores del mantenimiento en la compañía.

7. ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN

El plan de mantenimiento diseñado para su implementación con éxito es necesario plantear una estrategia que busque la buena aceptación dentro del área de mantenimiento, el operador y el área de producción.

Como en toda sociedad, por naturaleza los grupos de trabajo tienen una gran resistencia al cambio y ese cambio se logra rompiendo los paradigmas o leyes internas que cada persona adquiere al transcurrir de su vida.

Para romper los paradigmas es necesario cambiar la conciencia de las persona, de que no siempre lo que se está haciendo es la mejor manera de realizar las cosas; por eso la primera fase la implementación es la concientización del personal o área de mantenimiento.

7.1 ETAPA DE CONCIENTIZACIÓN.

En esta etapa el personal de mantenimiento debe cambiar la forma de pensar y de realizar las tareas de mantenimiento y la mejor manera de hacerlo es mediante ejercicios prácticos donde se incentive a despertar la innovación de las personas asociadas a este proyecto. Ejercicios como lúdicas recreativas de integración alusivas a las tareas de mantenimiento e incentivando el trabajo en equipo, charlas como de liderazgo y trabajo en equipo, y finalmente el reconocimiento al personal sus capacidades incentivando la seguridad de sí mismos al realizar una tarea de mantenimiento.

7.2. ETAPA DE CAPACITACION.

En esta etapa se busca que el personal adquiriera los conocimientos necesarios para realizar las tareas de mantenimiento; entre estas capacitaciones están las certificaciones de trabajo en alturas, los cursos de electricidad debido al sistema eléctrico con él cuenta la máquina, curso y aplicabilidad de la filosofía 5S, el curso de electrónica, Curso de mantenimiento preventivo, etc.

Adicionalmente para llevar a cabo estas capacitaciones se debe contar con capacitadores que busquen el cambio de paradigmas del personal de mantenimiento.

7.3. ETAPA DE DIVULGACION ENTRENAMIENTO

Esta es la etapa de divulgación de inspecciones y rutinas de mantenimiento. Esta divulgación debe ser lo más clara posible y concisa. Donde los operadores y mecánicos de la empresa Patria SAS ejecuten el plan de mantenimiento a cabalidad y discreción.

Adicionalmente es necesario realizar tareas prácticas en el equipo de cómo son las inspecciones y rutinas de mantenimiento. En estas prácticas se deben detectar los puntos de inspección mencionadas en las rutas de inspección trabajadas en el capítulo 6.

7.4. IMPLEMENTACION Y SEGUIMIENTO.

Esta es la etapa más importante del proceso no solo porque es donde se consolida el objetivo de la implementación sino también donde de acuerdo al seguimiento que se realice se tiene o no tiene éxito el plan de mantenimiento. Al poner en marcha el plan de mantenimiento se debe realizar seguimiento a las tareas, frecuencia y responsables para determinar las frecuencias se pueden alargar, si es necesario reasignar el nivel a las tareas de mantenimiento. El

seguimiento se realiza de acuerdo al historial de los mantenimientos que quedan registrados; de ahí la importancia de la concientización. Finalmente mediante este seguimiento queda abierto el camino a otros tipos de mantenimiento de clase mundial.

7.5. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION

Para las anteriores etapas se sugiere el siguiente cronograma que debe cumplirse para obtener el éxito del plan de mantenimiento.

TABLA 28. CRONOGRAMA DE ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.

ETAPAS	ACTIVIDAD	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15
CONCIENTIZACION	CHARLAS DINAMICAS DEL PROGRMA 5 S											
	EJERCICIOS PRACTICOS DIRIGIDOS AL TRABAJO EN EQUIPO											
	JORNADAS DE APLICACIÓN DE 5s EN LAS AREAS DE TRABAJO Y EL EQUIPO											
ETAPA DE CAPACITACION	CAPACITACION DE PERSONAL DE TRABAJO EN ALTURAS											
	CAPACITACION DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO EN SISTEMAS ELECTRICOS											
	CAPACITACION EN CIRCUITOS ELECTRONICOS											
	CHARLA DE MANTENIMIENTO PREVENTVO											
DIVULGACION Y ENTRENAMIENTO	ENTREGAR A CADA PERSONAL DE MANTENIMIENTO EL PLAN											
	DEFINIR LOS ROLES DEL PERSONAL											
	ENTRENAR AL PERSONAL EN LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEFINIDAS EN EL PLAN											
IMPLEMENTACION Y SEGUIMIENTO	ENTRADA EN VIGNCIA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO											
	REALIZAR REGISTRO DE TAREAS REALIZADAS Y MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS											
	EVALUAR LAS FRECUENCIAS TENIENDO EN CUENTA LOS FALLOS E ISNPECCIONES REALIZADAS											

Fuente: Autor.

8. CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación de la norma ISO14224 se logró identificar y clasificar jerárquicamente los sistemas y subsistemas de la planta de asfalto permitiendo ordenar equipos y organizar la información a tener en cuenta en el diseño del plan de mantenimiento.
- La delimitación de los sistemas propuestos permitió definir los equipos que pertenecen a cada sistema e identificar los ítems mantenibles que se tuvieron en cuenta para el diseño del plan de mantenimiento.
- Durante la realización de esta monografía, se encontraron diferentes métodos de análisis de criticidad, seleccionando el método de Control del Riesgo Total; el cual definió los equipos críticos para enfocar el plan de mantenimiento en dichos equipos que afectan la operación de la planta de asfalto.
- Se establecieron las rutinas de inspección para la planta de asfalto, teniendo en cuenta los manuales existentes, historiales de mantenimiento y experiencias del área; consolidándose como una herramienta importante, que esta monografía le brinda al personal de mantenimiento para la programación de tareas.
- Con la información contenida en el historial del equipo, la experiencia de los técnicos de mantenimiento, y los manuales aplicables a la planta de asfalto, se diseñó el plan de mantenimiento preventivo; para determinar las actividades de mantenimiento por horas de operación a cada equipo crítico de los sistemas identificados en el desarrollo de este trabajo.

- Esta monografía logró identificar un tesoro invaluable “*la experiencia de los técnicos*”, como un conocimiento importante para el diseño del plan de mantenimiento.
- Para definir roles dentro del área de mantenimiento, se jerarquizaron las tareas permitiendo clasificar, informar y asignar al personal las tareas a realizar en la ejecución del mantenimiento de la planta de asfalto.
- Se diseñó una estrategia de implementación enfocado a romper los paradigmas del personal del área de mantenimiento de forma lúdica, para generar una buena aceptación dentro de los mecánicos, soldadores y auxiliares encargados de ejecutarlo.
- La estrategia de implementación abre las puertas, para realizar nuevos planes de mejora en el área de mantenimiento del complejo industrial de Patria S.A.S.

BIBLIOGRAFIA

Artículo Mantenimiento Autónomo. [Online] Solo Mantenimiento [cited 25 enero 2014] Available from world wide web <http://www.solomantenimiento.com/articulos/mantenimiento-autonomo.htm> Artículo

Mantenimiento Preventivo [online] Mantenimiento Planificado [cited 25 mayo 2013] Available from world wide web: <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>

ASTECNIA S.A, Elevador de Paletas, Manual de Operación, mantenimiento y partes, Bogotá, agosto, 2010.

ASTECNIA S.A., Conjunto de Mezcla fuera de Tambor y Filtro de Mangas, Manual de operación Mantenimiento y Partes, Bogotá, Agosto, 2010.

AVL, Industrial S.A., Manual de operación mantenimiento y partes para bandas transportadoras, Bogotá, diciembre 1996.

AVL, Industrial S.A., Manual de Operación, Mantenimiento y Partes para Caldera de Aceite Térmico de 1.2M BTU, Bogotá, Diciembre, 1996.

BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de Mantenimiento, Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2013. p. 2-26

CONALVIAS INVERSIONES SAS. Revista Conalvías al día. N°27. Febrero 2013.
p.5

GONZALEZ BOHORQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento Preventivo, Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2013. p. 40-74.

HAUCK, Manufacturing Company, Intruction Manual, Lebanon, diciembre, 1994.

INSTITUTO TECNICO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION, Trabajos Escritos: Presentación y referencias Bibliográficas. Bogotá: ICONTEC, 2008.

JARAMILLO, Julián. Mantenimiento Predictivo, Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, 2013. p. 4-17.

MONCHY, Francois. A Funcao Manutencao, editora Duran, 1989 Citado por, MESA, Dario. ORTIZ, Yesid y PINZON, Manuel. La confiabilidad, la disponibilidad y mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento, Scientia et technica año XII, N°30, mayo de 2006 UTP ISSN0122-1701

PARRA, Martínez Carlos, CRESPO, Márquez Adolfo, Técnicas de Ingeniería y fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos. Igeman, Septiembre 2012 [Cited 1 feb. 2014], Pág. 4. Available from world wide web: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Metodos-basicos-de-criticidad-activos.pdf>

PALACIO, Luis Hernando, Confiabilidad, Argos, Planta Nare, Pág.2

SAATY T. L, The Analytic Hierarchy Process, Mac Graw Hill, New York, 1980, citado por PARRA, Martínez Carlos, CRESPO, Márquez Adolfo, Técnicas de Ingeniería y fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos. Igeman, Septiembre 2012 [Cited 1 feb. 2014], Pág. 4. Available from world wide web: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Metodos-basicos-de-criticidad-activos.pdf>

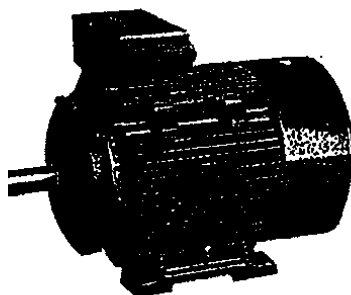
TROFFE, Mario. Análisis ISO 14224 /oreda. Relación con RCM-FMEA. Río Negro –ARGENTINA. [Cited 1 feb. 2014]. Available from world wide web: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/0605MarioTroffelISO14224.pdf>

ANEXOS

**ANEXO A. INSTRUCCIONES DE SERVICIO MOTORES ELECTRICOS
TRIFASICOS**

SIEMENS

Motores eléctricos trifásicos Instrucciones de servicio (Edición 04.95)



1. Generalidades

Para evitar accidentes personales y/o daños en el motor, lea cuidadosamente estas instrucciones, antes de poner en funcionamiento el equipo.

1.1 Descripción

Este es un motor de inducción con rotor de aradura para baja tensión.

1.2 Normas

El motor cumple con la norma IEC 34 y sus equivalentes VDE 0530 y NTC-IEC 34 (CONTEC). Adicionalmente hay ejecuciones según los requerimientos de otras normas como la norma NEMA MG1.

Siemens posee un sistema de aseguramiento de calidad que garantiza que el motor es diseñado, fabricado y probado según las más altas exigencias de norma y del cliente.

2.2 Grado de protección

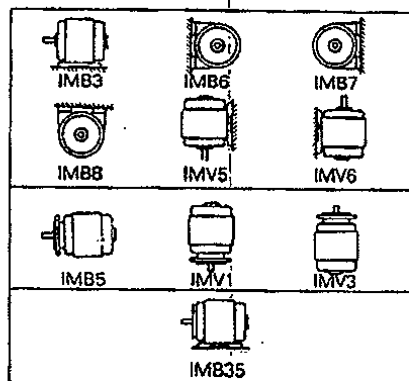
El motor tiene un grado de protección de acuerdo a IEC 34-5 y según su ejecución, como se indica en la siguiente tabla:

Tipo	Protección
1LA	IP54
1RA	IP23
1BG	IP00
1BR	IP00

El grado de protección se indica, para cada motor, en la placa de características.

2.3 Forma constructiva

La forma constructiva suministrada, de acuerdo a IEC 34-7, se indica en la placa de características. El motor se puede instalar según lo indicado en cada uno de los siguientes grupos:



Si se desea utilizar el motor en una forma constructiva distinta a la indicada, favor consultar previamente debido a eventuales modificaciones que se requieran según el caso.

Instrucciones de servicio

3. Montaje

3.1 Almacenamiento

El motor se debe almacenar en un lugar cerrado y libre de humedad hasta el momento de la instalación.

3.2 Instalación

Para la instalación del motor deben tenerse en cuenta, como mínimo las siguientes recomendaciones:

- El motor debe ser instalado de tal manera que el aire de refrigeración pueda circular libremente.
- El motor debe estar perfectamente alineado con su carga. Preferiblemente emplear acoples flexibles.
- La carga debe estar muy bien balanceada para evitar vibraciones anormales. Téngase en cuenta que el motor ha sido equilibrado dinámicamente en la fábrica con la chaveta colocada en el eje.
- Si el montaje es tal que el eje queda en posición vertical, debe garantizarse que el agua no entre al rodamiento superior.
- En caso de accionamiento por correa debe preverse que el motor sea montado sobre rieles tensores o sobre una base desplazable, para poder ajustar la tensión y retensarla cuando sea necesario. Si la correa queda excesivamente tensionada, se pueden producir daños en los rodamientos.
- Remover con varsol o similar, la capa de protección contra el óxido aplicada al eje en la fábrica. Debe evitarse que el líquido limpiador penetre en el rodamiento pues lo puede dañar. No use tela de esmeril ni ningún otro abrasivo para la limpieza del eje.
- Para ensamblar el elemento de acople (polea, rueda dentada, etc.) utilice un dispositivo adecuado de montaje. En ningún caso golpee el eje, ni el elemento

acoplado a él pues se pueden producir daños en los rodamientos.

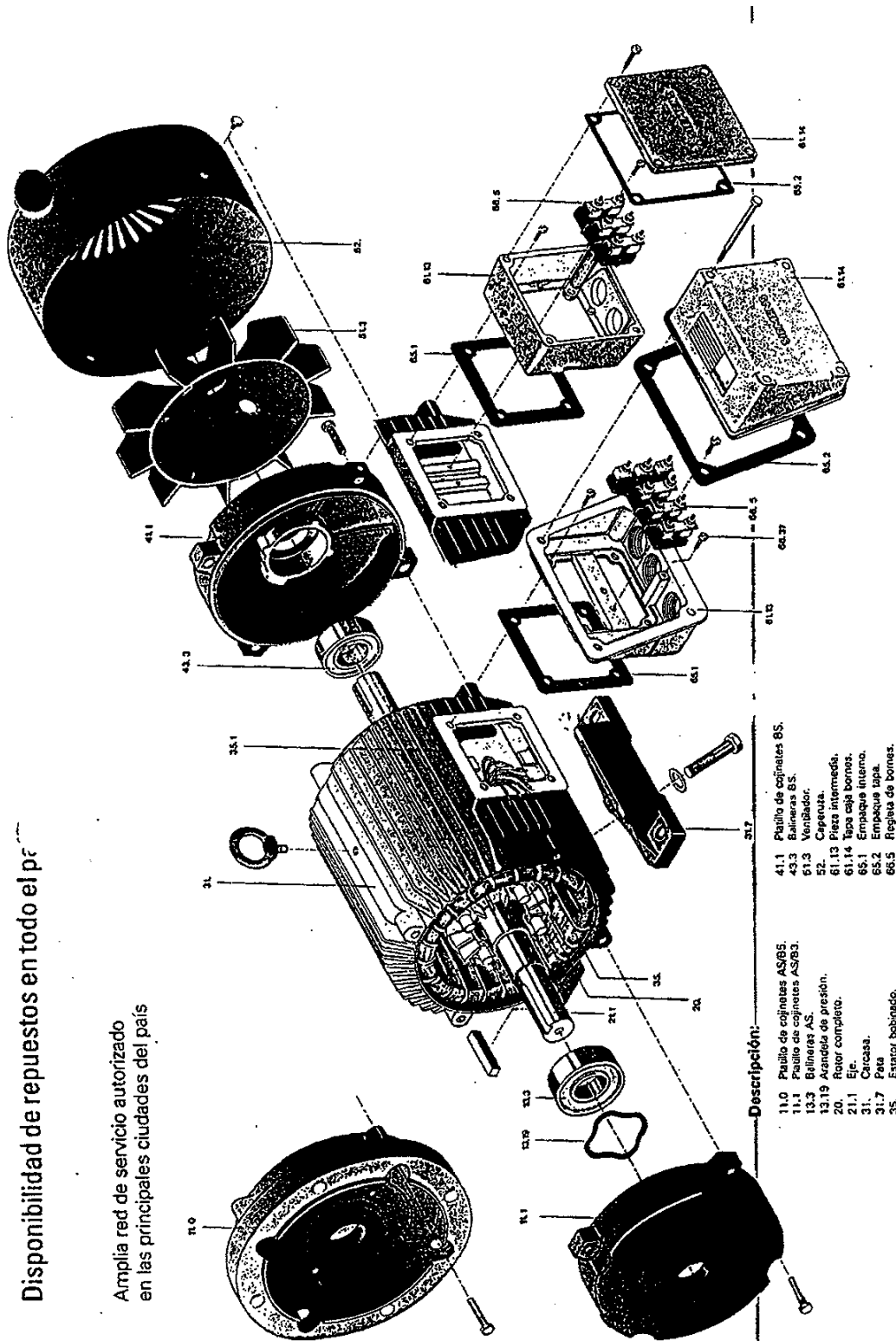
3.3 Conexión

Para la conexión eléctrica del motor, se recomienda el siguiente procedimiento:

- Si el motor ha estado almacenado por un periodo largo en un lugar húmedo, mida la resistencia de aislamiento del devanado respecto a tierra. Si dicha resistencia resulta menor de 30 MΩ a una temperatura del devanado de 25 °C, medida con 500 V, o bien inferior a 1 MΩ a 75 °C medida con 500 V, es preciso secar los devanados.
- Compare la tensión de la red con la nominal del motor que se indica en la placa de características.
- Seleccione los cables de calibres adecuados a la corriente nominal del motor.
- Proteja el motor siguiendo una de las siguientes alternativas:
 - Con guardamotor tipo 3VU cuya función es proteger el motor contra sobrecarga, y corto circuito por medio de disparadores de sobre intensidad regulables que se deben graduar exactamente a la intensidad nominal del motor.
 - Mediante interruptores 3VO/CQD, contactores 3TF y relés bimetalicos 3UA para obtener protección contra cortocircuito y sobrecarga, permitiendo además el control a distancia.
- En lo posible, los cables de alimentación deben llegar a la caja de bornes dentro de tubo flexible de protección, el cual se fijará a ella mediante acople adecuado. Verificar que la caja de bornes quede sometida al menor esfuerzo mecánico posible.
- Conecte el motor de acuerdo al esquema de conexiones que se encuentra adherido a

Disponibilidad de repuestos en todo el pr

Amplia red de servicio autorizado
en las principales ciudades del país



Descripción:

- 11.0 Perfil de cojinetes AS/BS
- 11.1 Perfil de cojinetes AS/BS.
- 13.3 Balmes AS
- 13.19 Arandela de presión.
- 20 Rotor completo.
- 21.1 Eje.
- 21.1 Cuchara.
- 21.7 Pala.
- 25 Estator bobinado.
- 41.1 Perfil de cojinetes BS.
- 43.3 Balmes BS.
- 61.3 Ventilador.
- 62. Cargente.
- 61.13 Pieza intermedia.
- 61.14 Tipo caja bornes.
- 65.1 Empaque interno.
- 65.2 Empaque tapa.
- 66.5 Reseña de bornes.

la tapa de la caja de bornes. Al terminar las conexiones coloque nuevamente la tapa y asegúrese de que quede bien cerrada para garantizar el grado de protección indicado.

- Verifique el sentido de giro del motor. Lo puede cambiar invirtiendo dos de las líneas de alimentación.

4. Mantenimiento

4.1 Advertencia de Seguridad

Antes de efectuar cualquier trabajo sobre el motor, asegúrese de que esté desconectado y que no es posible su reconexión.

4.2 Intervalos de mantenimiento

Es necesario efectuar periódicamente inspecciones para verificar que no haya anomalías que puedan conducir a daños mayores.

Como las condiciones de servicio son tan variadas, los periodos de inspección dependen del sitio de instalación, de la frecuencia de maniobras, de la carga, etc.

4.3 Lubricación

Los motores de tamaño constructivo AH 160 (Altura de Eje = 160 mm.) ó menor, tienen rodamientos rígidos de bolas con dos tapas de protección (tipo ZZ) y prelubricados. Los motores de tamaño superior tienen rodamientos rígidos de bolas tipo abierto. Los rodamientos tienen juego interno C3 y su tipo está dado en la siguiente tabla.

tipo	Lado AS	Lado BS
1LA3 071	6202/ZZ	6202/ZZ
1LA3 080	6004/ZZ	6004/ZZ
1LA3 090	6205/ZZ	6205/ZZ
1LA3 100	6206/ZZ	6206/ZZ
1LA3 112	6206/ZZ	6206/ZZ
1LA3 132	6208/ZZ	6208/ZZ
1LA3 160	6209/ZZ	6209/ZZ
1LA4 180	6210	6210
1LA4 200	6212	6212

tipo	Lado AS	Lado BS
1LA6 225	6213	6213
1RA2 090	6203	6202
1RA2 200	6210	6209
1BR	6202/ZZ	6202/ZZ

La primera lubricación se realiza en la fábrica utilizando grasa para rodamientos tipo DIN 825 k3k. Por tanto se recomienda usar grasa de características similares cuando se realice un reengrase. En este caso evite mezclar las grasas. Como norma general se recomienda limpiar y reengrasar de nuevo en periodos de 16000 a 20000 horas de servicio, o 4 años según lo que suceda primero.

Los anillos en "V" utilizados en los tamaños constructivos > AH 180 se colocarán de tal manera que su labio de obturación ejerza una leve presión contra la superficie mecanizada del platillo. El ventilador debe colocarse en el eje usando para ello un dispositivo apropiado.

Para montar nuevos rodamientos, en caso de ser necesario, debe tenerse en cuenta su tipo y tamaño. Los rodamientos, dependiendo de su tamaño se pueden montar a presión mediante dispositivos mecánicos ó hidráulicos, o mediante calentamiento en seco.

4.4 Limpieza

En cada inspección debe limpiarse el polvo que se haya acumulado en la superficie externa del motor. Puede usarse para ello aire comprimido seco.

4.5 Piezas de repuesto

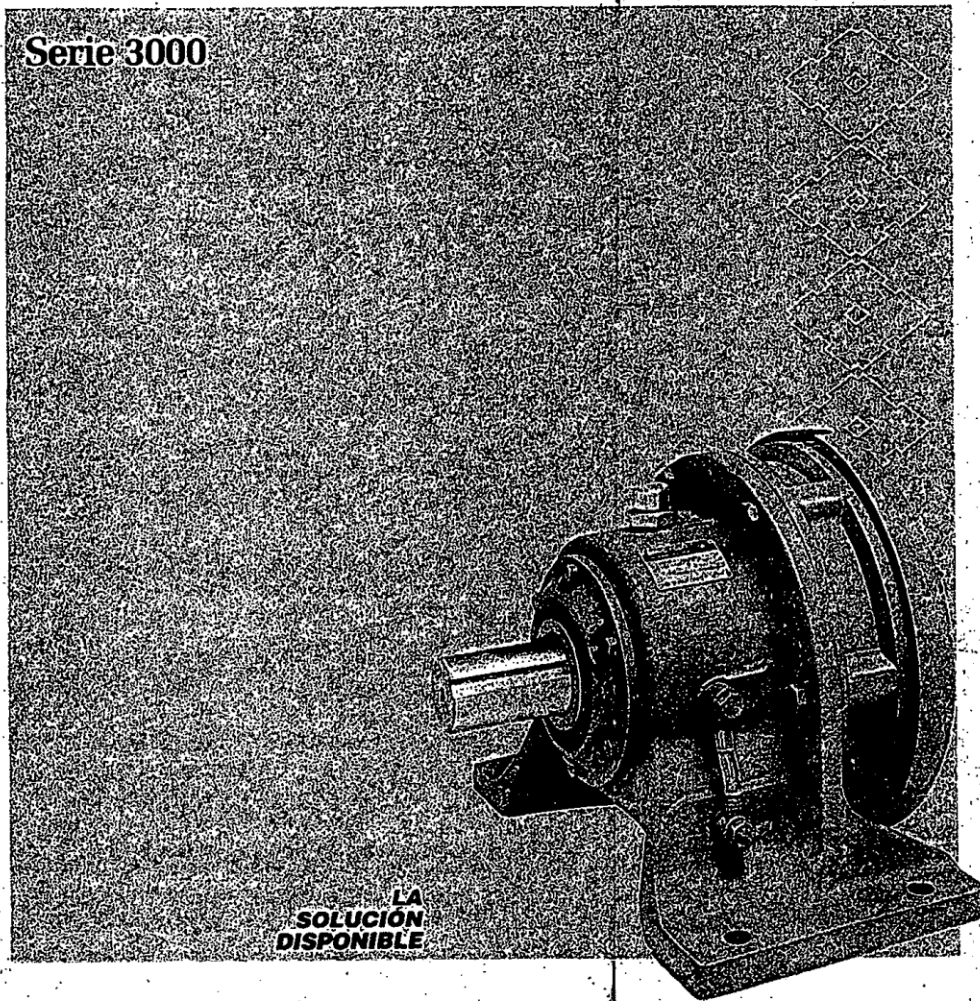
Al efectuar el pedido de repuestos, por favor indique el tipo de motor y el número de fabricación, información que se encuentra en la carcasa. En la figura anexa se indican las piezas de recambio.

ANEXO B MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDUCTORES
SUMITOMO



REDUCTORES DE VELOCIDAD SM-CYCLO®
Manual de operación y mantenimiento

Serie 3000



LA
SOLUCIÓN
DISPONIBLE

Manual 03.301.60.005

Índice

Montaje	2	Cantidades de aceite	8
Construcción general	3,4	Cambio de aceite	8
Lubricación	5-9	Procedimientos para llenar de aceite	8
Unidades de grasa	5,6	Dimensiones del nivel del aceite	9
Grasas designadas	6	Cojinetes, sellos de lubricación y empaquetaduras	10,11
Relleno y cambio de grasa	6	Desensamblaje, Ensamblaje	12,13
Cantidades de grasa	6	Inspección diaria	14
Unidades de aceite	7-9	Pedido de las correctas piezas y unidades de repuesto	14
Lubricación forzada para unidades verticales	7	Almacenamiento y funcionamiento después del almacenamiento	14
Tipos de aceites de lubricación	8	Identificación y resolución de problemas	15
Viscosidades del aceite permitidas	8		

Nota: Si los reductores SM-CYCLO® son impulsados por motores D.C., mecanismos de transmisión de frecuencia variable A.C., o velocidades que no sean las velocidades de entrada estándar del catálogo - por favor consulten con la fábrica. Asegúrense de instalar y operar los reductores de velocidad SM-CYCLO® cumpliendo con los códigos de seguridad nacionales y locales aplicables. Deben usarse protectores apropiados para ejes giratorios, y se pueden obtener de fuentes locales.



Montaje

1. Montaje en planos exactos

Las unidades de tipo horizontal lubricadas con aceite se deben montar sobre superficies horizontales. Donde estén montadas sobre superficies inclinadas puede ser necesarias algunas modificaciones. Especificuen la inclinación del plano de montaje a la hora de hacer un pedido.

2. Alineamiento exacto

Donde el reductor está conectado al motor y a la máquina impulsada mediante un acoplamiento, alinien los ejes exactamente. Donde el reductor está conectado mediante poleas V o ruedas dentadas, asegúrense de que las correas o cadenas no estén ni muy apretadas ni muy flojas.

3. Posiciones de la carga que sobresale

Las cargas que sobresalen deben ser colocadas lo más cerca posible de los cojinetes. (Ver catálogo página 23.)

4. Bases

Las bases deben ser suficientemente resistentes como para soportar el impacto y la tensión que se aplica desde el lado de la carga hasta el reductor.

5. Caja segura

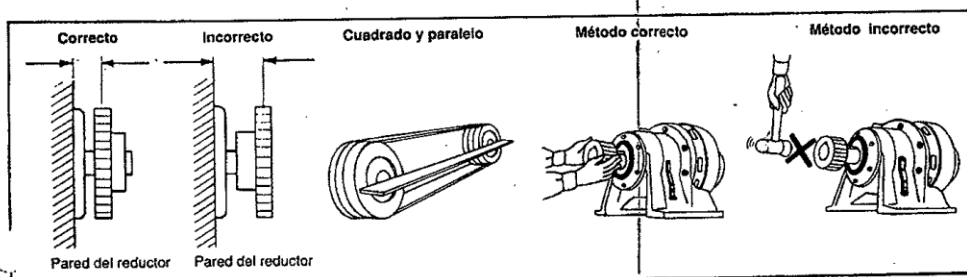
Donde las unidades de reducción se operan bajo condiciones de vibración y/o arranques y paradas frecuentes, se recomienda asegurarlas en sus superficies de montaje, insertando clavijas en los orificios que se proveen al pie de la caja. Esto asegurará la reducción de las fuerzas de flexión o de corte en los pernos de montaje. Las clavijas deben estar firmemente insertadas, particularmente cuando las unidades van a estar en funcionamiento bajo condiciones recurrentes de máxima carga.

6. Acceso al montaje

Las unidades de reducción deben montarse en lugares de fácil acceso para el mantenimiento de lubricación.

7. Ventilación

Cuando el reductor de velocidad SM-CYCLO® se monta en un cercamiento separado, asegúrense de que se provea ventilación adecuada.



Construcción general

Fig. 1 Reducción simple (Montaje del pedestal horizontal)

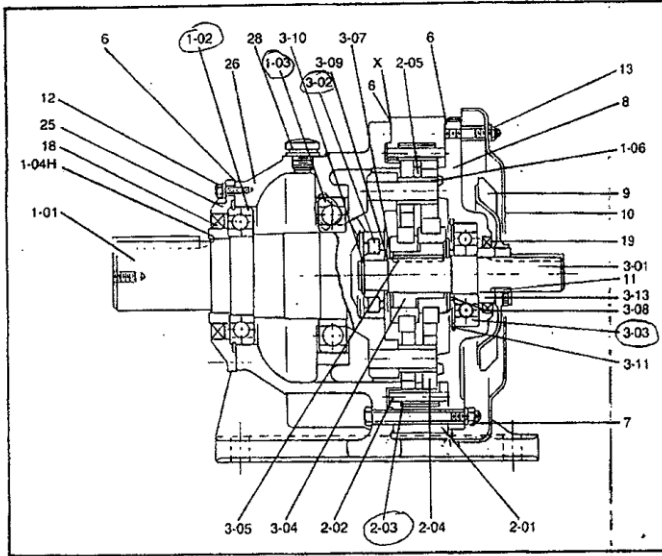
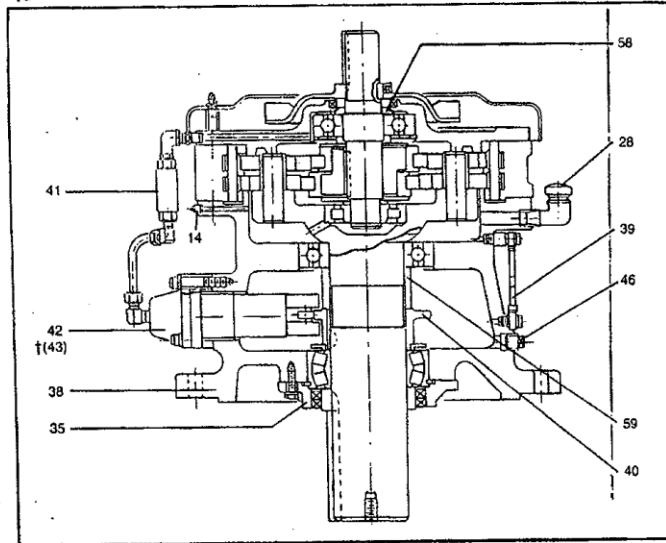


Fig. 2 Reducción simple (Montaje de la base vertical)

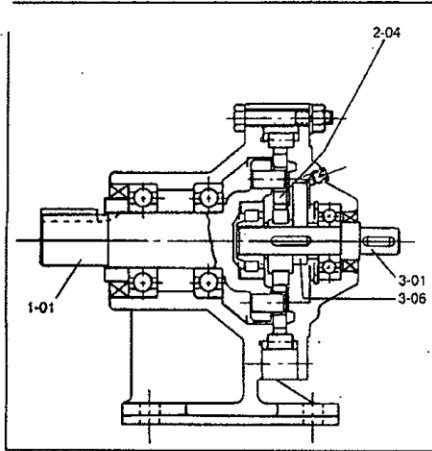


Nota: Para detalles sobre sellos de lubricación, cojinetes o empaquetaduras, referirse a las páginas 10 y 11.
 †Referirse a la tabla en la pág. 7 para las unidades que requieren una bomba de desplazamiento positivo.
 *Pl. No. 58 — sólo armazones de tamaños 3195-3275.
 *Pl. No. 59 — sólo armazones de tamaños 3205-3275.

Tabla 1 Piezas principales

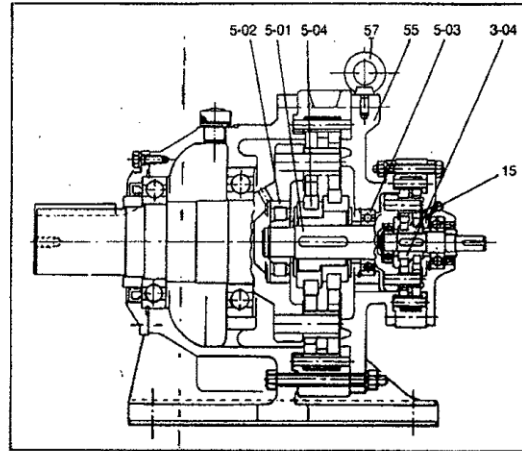
No. de pieza	Nombre de la pieza
1-01	Eje de velocidad lenta con pasadores
1-02	Cojinete A
1-03	Cojinete B
1-04H	Collar del sello de lubricación — Horizontal
1-06	Rodillos del eje de velocidad lenta
2-01	Caja del engranaje anular
2-02	Pasadores del engranaje anular
2-03	Rodillos del engranaje anular
2-04	Disco de Cyclo
2-05	Anillo del espaciador
3-01	Eje de alta velocidad
3-02	Cojinete C
3-03	Cojinete D
3-04	Montaje de cojinetes excéntricos
3-05	Chaveta excéntrica
3-06	Contrapeso
3-07	Espaciador
3-08	Espaciador
3-09	Espaciador
3-10	Anillo de retención
3-11	Anillo de retención
3-13	Collar
5-01	Eje intermedio con pasadores
5-02	Cojinete E
5-03	Cojinete G
5-04	Montaje de cojinetes excéntricos
6	Conjunto de empaquetaduras
7	Pernos y tuercas de la caja
8	Protección del extremo de alta velocidad
9	Ventilador de refrigeración y tornillo de presión
10	Cubierta del ventilador
11	Llave del ventilador
12	Pernos para la caja de los sellos de lubricación SS
13	Pernos, espaciadores para la cubierta del ventilador
14	Tapón
15	Boquilla para grasa
18	Sellos de lubricación de la salida de baja velocidad
19	Sellos de lubricación de la entrada de alta velocidad
25	Caja horizontal de los sellos de lubricación
26	Caja horizontal
28	Tapón de relleno del aceite
29	Indicador del nivel del aceite - Unidad horizontal
35	Caja vertical de los sellos de lubricación
38	Caja vertical (Tipo V integral)
39	Indicador del nivel del aceite - Unidad vertical
40	Lava
41	Conjunto de tubos y señal del aceite
42	Bomba de émbolo
43	Bomba de desplazamiento positivo
46	Tapón purgador
55	Cubierta intermedia
57	Perno de ojo
*58	Dispositivo lubricador de aceite
*59	Espaciador

Fig. 3 Reductor de velocidad /Tipo disco simple (Tamaño de armazón 3075-3095)



Reductor de velocidad - Disco simple
 Los modelos número 3075-3095 del SM-CYCLO® de reducción simple emplean el uso de un engranaje planetario simple (Disco cicloidal) y un contrapeso.

Fig. 4 Reductor de velocidad/Reducción doble



Reductor de reducción múltiple
 Los reductores de reducción múltiple SM-CYCLO® son una combinación de montajes de mecanismos de reducción estándar conectados usando un eje intermedio (Pieza núm. 5-01) y una cubierta intermedia (Pieza núm. 55) entre ellos.

Tabla 2 Tamaños de armazón y relación de combinaciones de los modelos de doble reducción

Combinación de tamaños de armazón			Relación de combinaciones de reducción								
Tamaño de armazón	Segunda etapa	Primera etapa	Tamaño de armazón	Segunda etapa	Primera etapa	Relación total	Relación de la segunda etapa	Relación de la primera etapa	Relación total	Relación de la segunda etapa	Relación de la primera etapa
3075/07	3075	3075	3205/11	3205	3115	102	17	6	957	87	11
3085/07	3085	3075	3205/14	3205	3145	121	11	11	1003	59	17
3105/08	3105	3085	3215/14	3215	3145	165	15	11	1015	35	29
3115/09	3115	3095	3215/16	3215	3165	174	29	6	1225	35	35
3145/10	3145	3105	3225/14	3225	3145	187	17	11	1247	43	29
3155/09	3155	3095	3225/17	3225	3175	210	35	6	1479	87	17
3165/11	3165	3115	3235/16	3235	3165	231	21	11	1505	43	35
3175/11	3175	3115	3235/18	3235	3185	258	43	6	1711	59	29
3185/14	3185	3145	3245/16	3245	3165	289	17	17	1849	43	43
3190/11	3190	3115	3245/18	3245	3185	319	29	11	2065	59	35
3195/11	3195	3115	3255/17	3255	3175	354	59	6	2523	87	29
3195/14	3195	3145	3255/19	3255	3195	385	35	11	2537	59	43
			3265/19	3265	3195	473	43	11	3045	87	35
			3275/19	3275	3195	493	29	17	3481	59	59
						522	87	6	3741	87	43
						595	35	17	5133	87	59
						649	59	11	7569	87	87
						731	43	17			
						841	29	29			



Lubricación

Los reductores SM-CYCLO® con tamaños de armazón 3075 a 311H son lubricados con grasa. Los tamaños 3140 a 3275 son normalmente lubricados con aceite. Las unidades de doble reducción pueden ser lubricadas con grasa o aceite, dependiendo del tamaño, relación y/o aplicación.

Lubricación con grasa

Modelos de reducción simple — Tabla 3

Tamaño de armazón	3075	3085	3090 3095 3097	3100 3105 310H	3110 3115 311H
Eje horizontal	Grasa (LIBRE DE MANTENIMIENTO)				
Eje vertical	Grasa (LIBRE DE MANTENIMIENTO)				

Para las unidades de reducción simple de tamaño de armazón 3075-311H (tipo libre de mantenimiento) se designa NLGI Núm. 2. NLGI Núm. 2 también se designa para las unidades de reducción múltiple lubricadas con grasa.

Los modelos lubricados con grasa se llenan de grasa antes de enviarlos al cliente y están listos para usarse.

Modelos de doble reducción — Tabla 4

Tamaño de armazón	3075/07 a 3195/09	3165/11	3175/11	3185/14	3190/11 3195/11 3195/14	3205/11 3205/14	3215/14 3215/16	3225/14 3225/17	3235/16 3235/18	3245/16 3245/18	3255/17 3255/19	3265/19	3275/19
Horizontal													
VERTICAL	<Relación> 102 ~493												
	522 ~841												
	957 ~1015												
	1225 ~2523	Modelos lubricados con grasa											
	2537 ~3045												
	3045 ~7569												

Modelos de triple reducción — Tabla 5

Eje Horizontal	Tamaño de armazón de la primera etapa de reducción: 3105 o más pequeño	Lubricado con grasa (NLGI Grado 2)
Eje Vertical	Tamaños de armazón: 3075/07/07 3265/19/14	Lubricado con grasa (NLGI Grado 2)
	Tamaños de armazón: 3275/19/11 3275/19/14	Dependiendo de la condición de manejo Consultar fábrica

Nota: Las tablas anteriores son para el manejo a la velocidad de entrada standard. Si la velocidad de entrada difiere de la estándar, por favor consulten con la fábrica.

Grasas designadas — Tabla 6

Para más información, sírvanse referirse a la hoja de ingeniería núm. 03.301.63.001

Temperatura ambiente F° (C°)	Reducción simple (Libre de mantenimiento)	Reducción doble
-5 - 122 (-15 - 50)	NLGI Núm. 2	NLGI Núm. 2

Relleno de grasa e intervalo de cambio — Tabla 7

Modelo	Condición	Intervalo
De reducción simple (Libre de mantenimiento)	Rellenado	NO SE REQUIERE
	*Acondicionamiento	Cada 20.000 horas o cada 4 a 5 años
Reducción doble	Rellenado	Funcionamiento menos de 10 horas al día
		10 a 24 horas al día
	Cambio	Mecanismo de reducción de la velocidad, cojinetes del eje de alta velocidad (Tipo reductor de velocidad)
		Cojinetes del eje de baja velocidad

*El acondicionamiento consiste en desensamblar la unidad, cambiar los sellos y empaquetaduras, limpiar las partes internas, y rellenar la unidad con la grasa designada.

Nota 1: Los tamaños de armazón 3075-311H son unidades que no requieren mantenimiento. Cambio y relleno de grasa no son necesarios. Donde se espere una vida más larga del mecanismo, o si se prefiere relubricar antes del periodo de tiempo recomendado, referirse a las Tablas 6, 7 y 8.

Cantidades de grasa (Onzas) — Tabla 8

Tamaño de armazón	3075	3085	3090 3095 3097	3100 3105 310H	3110 3115 311H
Mecanismo de reducción de velocidad	.7	.7	2.1	3.5	8.5
Cojinetes del eje de velocidad lenta	.4	.9	2.3	3.9	4.9

Tamaño de armazón	3075/07	3085/07	3105/08	3115/09	3145/10	3155/09	3165/11	3175/11	3185/14	3190/11 3195/11	3195/14	3205/11
Mecanismo de reducción de velocidad (Primera etapa)	0.7		0.7	2.1	2.3	1.4	5.3		15.9	5.3	15.9	5.6
Mecanismo de reducción de velocidad (Segunda etapa)	0.7	0.7	3.5	8.5	15.9	15.9	26.5	35.3	38.8	52.9		52.9
Cojinete del eje de velocidad baja (Segunda etapa)	0.4	0.9	3.9	4.9	10.6	10.6	10.6	17.6	21.2	24.7		24.7

Tamaño de armazón	3205/14	3215/14	3215/16	3225/14	3225/17	3235/16	3235/18	3245/16	3245/18	3255/17	3255/19	3265/19
Mecanismo de reducción de velocidad (Primera etapa)	15.9		26.5	15.9	35.3	26.5	38.8	26.5	38.8	35.3	52.9	
Mecanismo de reducción de velocidad (Segunda etapa)	52.9	70.5		88.2		141.0		158.7		211.6	282.2	
Cojinete del eje de velocidad baja (Segunda etapa)	24.7	28.2		31.7		35.3		38.8		42.3	45.9	

Nota 1: Rellenen la grasa para el mecanismo de 1/3 a 1/2 de las cantidades para la primera etapa de reducción descritas en la tabla 8, de acuerdo con el intervalo de relleno recomendado en la tabla 7.

Nota 2: Cuando la unidad está desensamblada para el acondicionamiento, rellenen con la grasa en las cantidades indicadas en la tabla 8. O alternativamente, 80% del espacio alrededor del mecanismo de reducción y cojinetes del eje de velocidad baja de las unidades de reducción simple y 50% alrededor del mecanismo de reducción tanto de la primera como de la segunda etapa de las unidades de doble reducción.

Ligeramente mayores cantidades pueden aplicarse a unidades de relación de reducción más baja, y cantidades ligeramente menores para las unidades de relación de reducción mayor.

Apliquen grasa en abundancia a la parte central (por ejemplo alrededor de los cojinetes excéntricos) del mecanismo. Apliquen grasa tanto a los cojinetes del eje de alta velocidad, como a los del de velocidad baja, como se haría con los cojinetes ordinarios a la hora de reensamblarlo.

Nota 3: Si se añade demasiada grasa, el calor de batido de la grasa aumentará la temperatura de funcionamiento de la unidad. Eviten engrasar excesivamente, sin embargo, como caso contrario, cuando la grasa es insuficiente aumentará la temperatura de funcionamiento debido a la descomposición de la película de lubricación en los cojinetes excéntricos. Si se encuentra un aumento en la temperatura de funcionamiento apliquen grasa inmediatamente.



Lubricación con aceite

Los reductores SM-CYCLO® de tamaños 3140 hasta 3275 son normalmente lubricados con aceite. Las unidades de doble reducción pueden ser lubricadas con grasa o aceite, dependiendo del tamaño, relación y/o aplicación.

Los modelos lubricados con aceite se envían sin aceite. Las unidades deben llenarse con el aceite recomendado antes de ponerse en marcha.

Modelos de reducción simple — Tabla 9

Tamaño de armazón	3140 3145	3155 315H	3160 3165 316H	3170 3175	3180 3185	3190 3195	3205	3215	3225	3235	3245	3255	3265	3275
Eje horizontal	Baño de aceite													
Eje vertical	Baño de aceite			Lubricación de aceite a presión										

Modelos de reducción doble — Tabla 10

Tamaño de armazón	3165/11	3175/11	3185/14	3190/11 3195/11 3195/14	3205/11 3205/14	3215/14 3215/16	3225/14 3225/17	3235/16 3235/18	3245/16 3245/18	3255/17 3255/19	3265/19	3275/19
Horizontal	Baño de aceite											
VERTICAL	<Relación> 102 - 493											
	522 - 841					Lubricación de aceite a presión						
	957 - 1015											
	1225 - 2523	Modelos										
	2537 - 3045	lubricados										
	3045 - 7569	con grasa										

Modelos de reducción triple — Tabla 11

Horizontal	Tamaño de armazón de la primera etapa de reducción: 3115 o mayor	Lubricación con baño de aceite (Referirse a la tabla 12)
Vertical	Tamaño de armazón: 3275/19/11 y 3275/19/14	Depende de la condición de operación. Consultar con la fábrica.

Nota: Las tablas anteriores son para la operación a la velocidad de entrada estándar. Si la velocidad de entrada difiere de la estándar, por favor consulten con la fábrica.

Lubricación a presión para unidades verticales

Bomba tipo émbolo

Bomba de tamaño pequeño				Bomba de tamaño grande			
Tamaño de armazón	Relación	Tamaño de armazón	Relación				
3160 3170 3180 3190	toda	3205 3215 3225	toda				
3165 316H 3175 3185 3195		3235 3245 3255 3265					
3165/11 a 3195/14	toda	3205/11-3265/19	toda				

1-1 Lubricación por émbolo

La bomba de émbolo (Pieza núm. 42) se opera automáticamente por medio de una leva (Pieza núm. 40) que encaja en el eje de baja velocidad (Pieza núm. 1-01). El número requerido de dientes de la leva que bombea está en relación directa con la relación de reducción y el tamaño del armazón. Para velocidades de entrada que no sean las estándar, consulten con la fábrica.

Bomba de tipo de desplazamiento positivo

Reductor SM-CYCLO		Bomba de desplazamiento positivo
Tamaño de armazón	Relación de reducción	
3275	Toda	TOP-216HAVB-3
3275/19	Toda	TOP-204HAVB-3

1-2 Lubricación de la bomba de desplazamiento positivo
La lubricación de aceite a presión se lleva acabo usando una bomba y motor de desplazamiento positivo que requiere una alimentación de fuerza eléctrica adicional. Se recomienda que el motor principal esté enclavado con el motor de la bomba para evitar el malfuncionamiento. La bomba debe ponerse en marcha 30 segundos o más antes de operar el motor principal.

Tipo de aceite de lubricación — Tabla 12

El aceite Mild EP se usa para la lubricación de los reductores SM-CYCLO®, modelos 3140 y mayores.

Para más información referirse a la hoja de especificaciones de lubricación núm. 03.301.63.002

Temperatura ambiente	14°F ~ 32°F (-10°C ~ 0°C)	32°F ~ 95°F (0°C ~ 35°C)	95°F ~ 122°F (35°C ~ 50°C)
Viscosidad a 40°C (104°F) cST.	41.4 ~ 74.8	90 ~ 165	198 ~ 506
Grado de viscosidad ISO	46 ~ 68	100 ~ 150	220 ~ 460
Grado de viscosidad AGMA	2EP	3EP 4EP	5EP ~ 7EP
Viscosidad a 38°C (100°F) SSU	214 ~ 389	466 ~ 871	1047 ~ 2719
Grado SAE (Aceites del cárter del cigüeñal)	20 W	30 40	50

Viscosidad del aceite permitida — Tabla 13

Mínima viscosidad permitida para mantener una adecuada película de aceite lubricante	Baño de aceite	80 SUS durante la operación
Máxima viscosidad permitida para permitir una fácil puesta en marcha	Lubricación forzada de aceite	20.000 SUS al comienzo del funcionamiento 10.000 SUS al comienzo del funcionamiento

Cantidades de aceite (Galones) — Tabla 14

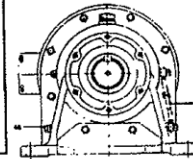
Reducción simple	Tamaño de armazón	3140 3145 3155 315H	3160 3165 316H	3170 3175	3180 3185	3190 3195	3205	3215	3225	3235	3245	3255	3265	3275
	Horizontal	0.2	0.4	0.5	0.6	1.1	1.5	2.3	2.6	4.0	4.2	5.6	7.7	14.8
	Vertical	0.3	0.3	0.5	0.5	0.7	1.5	2.0	2.6	3.2	4.0	11.1	13.5	(15.9)

Reducción doble	Tamaño de armazón	3165/11	3175/11	3185/14	3190/11 3195/11 3195/14	3205/11 3205/14	3215/14 3215/16	3225/14 3225/17	3235/16 3235/18	3245/16 3245/18	3255/17 3255/19	3265/19	3275/19
	Horizontal	0.4	0.6	0.9	1.6	1.6	2.7	2.9	4.5	4.8	6.1	8.5	18.5
	Vertical	0.3	0.5	0.5	0.7	2.9	3.7	4.8	6.1	7.7	11.1	13.5	(15.9)

Las cantidades que aparecen arriba entre paréntesis son para los modelos de lubricación de aceite a presión con una bomba de desplazamiento positivo.

Cambio de aceite — Tabla 15

1. Todos los niveles de aceite y la cantidad de aceite deben de **comprobarse cada 5.000 horas**. Si el aceite está contaminado, quemado o encerado, cambiar el aceite inmediatamente y si es necesario, limpiar con un chorro la caja.
2. Bajo condiciones operativas normales, recomendamos un **cambio de aceite cada 10.000 horas** de operación. Sin embargo no debe ser mayores que 2 años.
3. Es sumamente recomendable cambiar el aceite la primera vez después de aproximadamente 500 horas de funcionamiento, y un cambio de aceite más frecuente le dará una vida mucho más larga (3.000 - 5.000 horas).
4. Las sugerencias de arriba están, sin embargo, sujetas a cambios si las unidades funcionan a altas temperaturas, alta humedad o ambientes corrosivos. Si cualquiera de estas situaciones existe, es posible que haya que cambiar el lubricante más frecuentemente.

Fig. 5**Procedimiento para llenar de aceite**

Llenar el reductor con el aceite recomendado por el tapón de relleno antes de poner en marcha. Los niveles de aceite deben estar en la línea roja superior del indicador del nivel de aceite mientras la unidad no está en funcionamiento, y por encima de la línea roja inferior durante el funcionamiento. Si se pone demasiado aceite, la temperatura subirá debido al calor de batido del aceite; o el aceite se saldrá por el sello de lubricación del eje de alta velocidad.

Indicador del nivel del aceite

Cuando se hace difícil comprobar el nivel del aceite debido a la decoloración de la manguera de vinilo, el indicador debe cambiarse. El indicador de aceite estándar de vinilo se usará a temperatura ambiente: -4°F a 100°F. Donde el

reductor se use a temperatura ambiente más alta de 100°F(+40°C) o más baja de -4°F(-20°C), se recomienda un indicador de cristal o una varilla.

Nota 1: Cuando se vacía el aceite, quítese el tapón purgador (Pieza núm. 46) o el tapón de la parte inferior del indicador del nivel de aceite. Ver fig. 5.

Nota 2: Antes de llenar la unidad de tipo base vertical con aceite de lubricación, quitar el tapón de purga (Pieza núm. 14. Ver dibujo en la pág. 3). Después de llenar, aplicar cinta teflón sellante a la rosca del tapón de purga antes de su instalación.

Nota 3: El indicador del nivel del aceite puede estar unido en cualquiera de los lados de la caja en las unidades horizontales. Colocar en el lado que sea más conveniente para comprobar el nivel del aceite. (El indicador del nivel del aceite normalmente está unido a la derecha cuando se mira desde el final del eje de baja velocidad.)

Dimensiones del nivel del aceite

Tipo montado sobre pedestal horizontal
Fig. 6

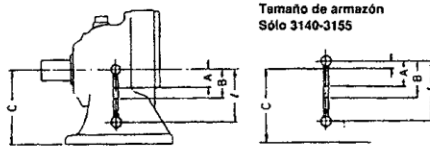


Tabla 16 Dimensiones del nivel del aceite (Pulgadas)

Tamaño del armazón	A	B	C	
3140-3145	1.38	2.18	5.91	4.66
3155, (315H)	1.38	2.18	5.91 (6.30)	4.66
3160-3165, (316H)	1.57	2.75	6.30 (7.87)	3.70
3165/11	1.18	1.78	6.30	3.70
3170-3175	1.97	3.34	7.87	4.96
3175/11	1.18	1.78	7.87	4.96
3180-3185	2.18	3.93	8.66	5.91
3185/14	1.38	2.18	8.66	5.91
3190-3195	2.25	3.25	9.84	6.61
3190/11-3195/11	1.18	1.78	9.84	6.61
3195/14	1.38	2.18	9.84	6.61
3205	2.12	3.18	9.84	5.47
3205/11	1.25	1.93	9.84	5.47
3205/14	1.25	2.13	9.84	5.47
3215	2.05	3.03	10.43	6.03
3215/14	1.18	1.97	10.43	6.03
3215/16	1.57	2.75	10.43	6.03
3225	2.25	3.43	11.03	6.50
3225/14	1.25	2.05	11.03	6.50
3225/17	1.85	3.43	11.03	6.50
3235	2.48	3.47	11.81	7.17
3235/16	1.57	2.75	11.81	7.17
3235/18	1.97	3.35	11.81	7.17
3245	2.76	3.78	13.19	7.76
3245/16	1.65	2.72	13.19	7.76
3245/18	2.00	3.35	13.19	7.76
3255	3.18	4.17	14.76	8.47
3255/17	1.97	3.35	14.76	8.47
3255/19	2.25	3.22	14.76	8.47
3265	3.22	4.22	15.75	9.49
3265/19	2.28	3.25	15.75	9.49
3275	3.35	4.53	21.25	11.22
3275/19	2.75	4.33	21.25	11.22

Tipo montado sobre base vertical,
Tamaño de armazón 3140-315H
Fig. 7

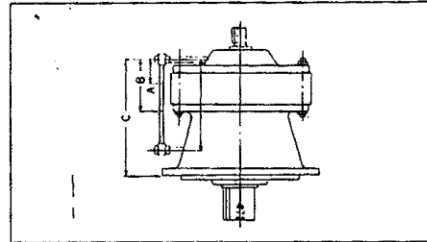


Tabla 17 Tipo montado sobre base vertical
Dimensiones del nivel del aceite (Pulgadas)
Tamaño de armazón: 3140-315H

Tamaño del armazón	A	B	C
3140-315H	1.85	2.72	7.46 5.78

Tipo montado sobre base vertical
Tamaño de armazón: 3160-3275
Fig. 8

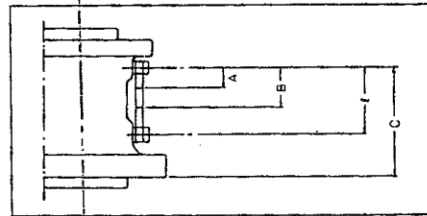


Tabla 18 Tipo montado sobre base vertical
Dimensiones del nivel del aceite (Pulgadas)
Tamaño de armazón: 3160-3275

Tamaño del armazón	A	B	C	
3160-3165,316H	1.03	1.42	4.68	2.71
3170-3175	1.69	2.48	6.03	3.78
3180-3185	1.93	2.71	6.73	4.25
3180-3195	2.09	3.27	7.87	5.47
3205	1.46	2.04	7.09	3.54
3215	1.46	2.04	7.09	3.54
3225	1.46	2.04	7.87	3.54
3235	1.46	2.04	7.72	3.54
3245	1.46	2.04	8.01	3.54
3255	1.46	2.04	8.64	3.54
3265	1.46	2.04	9.61	3.54
3275	1.97	2.75	13.38	5.50



Inspeccion diaria

1. Compruebe visualmente el indicador del nivel del aceite en la unidad vertical, tipo de lubricación a presión. Compruebe el flujo de la lubricación mirando el indicador de la presión (Pieza núm. 41), cuyo mal funcionamiento está causado por falta de aceite lubricante, daño a la bomba de émbolo (Pieza núm. 42) o a la bomba de desplazamiento positivo (Pieza núm. 43) o por el atascamiento de los tubos, etc. En caso de funcionamiento defectuoso, parar e inspeccionar la unidad inmediatamente.

2. Un aumento de temperatura de aproximadamente 105°F por encima del ambiente en la superficie de la caja del engranaje anular (Pieza núm. 2-01) se permite si la oscila-

ción de la temperatura es pequeña. Si la temperatura aumenta rápidamente de una condición estable, añadir el aceite o grasa recomendado (Tablas 6 & 12). Un aumento rápido de la temperatura puede ser causado por una falta de lubricación.

Si después de lubricar la unidad, el problema persiste, parar el funcionamiento y consultar con la fábrica.

3. Cuando se oye un sonido anormal desde dentro de la unidad, parar el funcionamiento e inspeccionar la unidad.

4. Si el aceite de lubricación se filtra, cambiar la pieza dañada o desgastada por una nueva. (Referirse a la Pieza núm. 1-04H, página 3).



Pedido de las unidades o partes de pecambio correctas

El SM-CYCLO® está totalmente estandarizado para ofrecer el máximo intercambio de piezas entre modelos del mismo tamaño de armazón. Sin embargo hay muchos tamaños de armazón, modelos, y tipos en la gama de producción de SM-CYCLO®. Por lo tanto, para obtener las unidades o partes de recambio correctas, es esencial la debida información para identificar el reductor de velocidad en cuestión. La placa de identificación, que está asegurada a la estructura del mecanismo, proporciona estos datos de identificación.

Leyendo la placa de identificación, por favor dé a nuestros distribuidores la descripción completa, asegurándose de incluir *NUMERO DE SERIE* y *NUMERO DE MODELO*. Nuestro archivos de producción nos proporcionarán toda la información necesaria para suministrarle las piezas o unidades correctas, si se proporciona tal información.

Placa de identificación en el motor con engranaje reductor SM-CYCLO®

SM-CYCLO® CHESAPEAKE, VIRGINIA		
MODELO		
RELACION	FACTOR DE SERVICIO	
ENTRADA (INPUT)	HP	RPM
SALIDA DEL MOMENTO TORSIONAL		EN LB
NUMERO DE FABRICACION		
SUMITOMO MACHINERY CORP. OF AMERICA		



Almacenamiento y funcionamiento después del almacenamiento

Almacenamiento 6 meses - 1 año

Lubricación con aceite

1. Llenar la(s) unidad(es) con un aceite antioxidante (NP20 o equivalente) o aceite circulante (Shell VSI núm. 100 o equivalente).

2. A intervalos de aproximadamente 3 meses, girar el eje de entrada un número suficiente de veces para asegurar que todos los componentes internos permanezcan cubiertos. (Cuanto más alta es la relación, mayor es el número de rotaciones que se necesitan para una debida lubricación).

Lubricación con grasa

Los modelos lubricados con grasa no requieren ningún cuidado especial durante su almacenamiento. (Inspeccionar la unidad antes de hacerla funcionar).

Nota: Tanto para los modelos lubricados con aceite o lubricados con grasa, si las unidades van a almacenarse durante un período que excede un año, consultar con la fábrica.

Funcionamiento después del almacenamiento de 6 meses - 1 año.

Lubricación con aceite

1. Vaciar completamente el aceite antioxidante o el aceite circulante en la unidad.

2. Lavar la unidad con el aceite de operación recomendado como se muestra en la tabla 12.

3. Después de lavarla, llenar la unidad hasta el nivel de aceite debido con el aceite lubricante recomendado.

Lubricación con grasa

Añadir 1/2 de la cantidad recomendada de nueva grasa como se muestra en la tabla 8.

Nota: Antes de poner en funcionamiento las unidades almacenadas por periodos más largos de 1 año, consultar con la fábrica.

Fig. 11

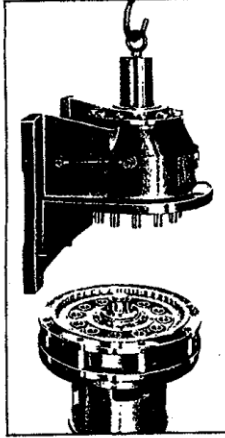


Fig. 12

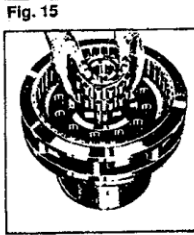
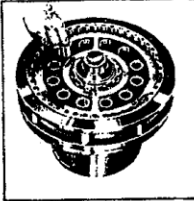


Fig. 13



Fig. 14

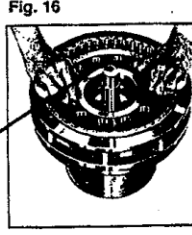


Fig. 13. Nota: Insertar el segundo disco con el número hacia la sección de velocidad baja, exactamente 180° opuesto al número del primer disco.

Fig. 16. Nota: Colocar el disco con el número hacia la sección de baja velocidad.

b. Aplicar la grasa al anillo de rodadura de la excéntrica en el disco. Fijar los rodillos y poner el disco en su sitio.

c. Insertar el anillo del espaciador y poner el segundo disco de tal forma que la marca esté opuesta 180° a la marca del disco de abajo.

Precauciones para el cambio de cojinetes excéntricos

Los cojinetes excéntricos están diseñados especialmente para la instalación en los reductores SM-CYCLO®. Son cojinetes de rodillos especiales sin anillos de rodadura exteriores. (Referirse a la lista de cojinetes en la página 11.)

Es necesario insertar los cojinetes de repuesto con las superficies numeradas de los anillos de rodadura interiores hacia afuera. Nótese que si los cojinetes se insertan mal, (por ejemplo inserción de los cojinetes con las superficies numeradas hacia adentro) esto causa problemas.

Desensamblaje y ensamble de los reductores SM-CYCLO® de tamaños 3075-3097

Los tamaños pequeños 3075-3097 son de un sistema de disco simple, así que difieren en su construcción de los tamaños más grandes de la siguiente manera:

1. Se proporciona un contrapeso en lugar del sistema de dos discos. Referirse a la figura 3 en la pág. 4.
2. El contrapeso debe estar colocado exactamente a 180° en comparación con el de la excéntrica.
3. No hay placas finales en ninguno de los lados de la excéntrica. Respecto a lo demás, 3075-3095 tienen exactamente la misma construcción que los tamaños más grandes. Sigán las instrucciones que se dan bajo "Desensamblaje y ensamble".

Desensamblaje de la sección de salida (Output) (3075-311H)

1. Sosteniendo la caja, golpear ligeramente el eje de salida hasta que se suelte de la caja.
2. Remover el cojinete "A" (Pieza núm. 1-02) usando una herramienta de extracción.
3. Cambiar todos los cojinetes, empaquetaduras y sellos cuando se reensamble. (Páginas número 10 y 11).

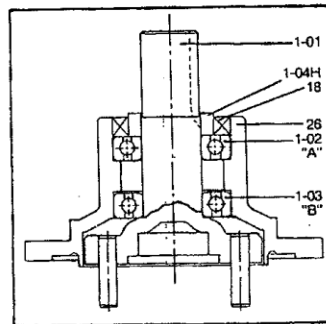
Ensamblaje de la sección de salida (3075-311H)

1. Montar el cojinete "B" (Pieza núm. 1-03) sobre el eje de baja velocidad (Pieza núm. 1-01). Se recomienda calentar el cojinete "B" para un montaje más fácil.

Nota: No exceder la temperatura de 200°F.

2. Montar la caja (Pieza núm. 26) sobre el eje de baja velocidad (Pieza núm. 1-01).
3. Golpear con cuidado el cojinete "A" (Pieza núm. 1-02) en el eje de baja velocidad (Pieza núm. 1-01) hasta que el cojinete esté alineado con el borde de la caja.
4. Colocar el collar (Pieza núm. 1-04H) en el eje de baja velocidad (Pieza núm. 1-01). Se recomienda calentar el collar para un montaje más fácil.
5. Insertar el sello de lubricación (Pieza núm. 18), con el labio hacia adentro, en la caja (Pieza núm. 26).

Fig. 17

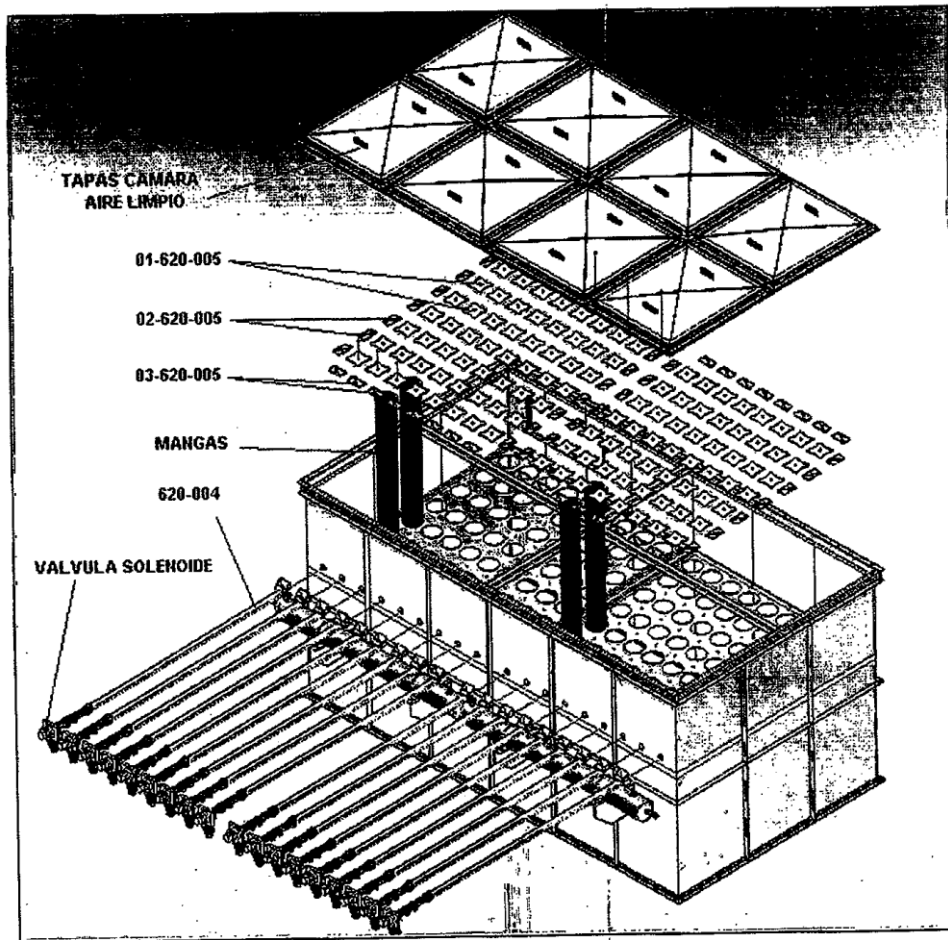


IDENTIFICACION Y RESOLUCION DE PROBLEMAS Y REPARACION

Esta guía de identificación y resolución de problemas es para ayudarle a identificar y salvar problemas comunes de los reductores. Si tiene un problema que no se encuentra en la lista de abajo, por favor consulte con la fábrica en Telerboro.

PROBLEMA CON EL REDUCTOR		POSIBLES CAUSAS	REMEDIOS SUGERIDOS
Está caliente en funcionamiento	Sobrecarga	La carga excede la capacidad del reductor.	Comprobar la capacidad nominal del reductor, cambiar por unidad de suficiente capacidad o reducir la carga.
	Lubricación indebida	Lubricación insuficiente.	Comprobar el nivel de lubricante y ajustarlo subiéndolo a los niveles recomendados.
		Lubricación excesiva.	Comprobar el nivel de lubricante y ajustarlo bajándolo a los niveles recomendados.
		Lubricante indebido.	Vaciarlo y rellenarlo con el lubricante correcto como es recomendado.
Hace ruido en funcionamiento	Pernos de la base sueltos	Estructura de montaje débil.	Inspeccionar el montaje del reductor. Apretar los pernos flojos y/o reforzar el montaje y la estructura.
		Pernos de sujeción flojos.	Apretar los pernos.
	Disco desgastado	Sobrecargar la unidad puede dañar los discos como resultado.	Desmontar y cambiar el disco. Volver a comprobar la capacidad nominal del reductor.
	Fallo de los cojinetes	Puede deberse a la falta de lubricante.	Cambiar el cojinete. Limpiar y vaciar el reductor y llenarlo con el lubricante recomendado.
		Sobrecarga.	Comprobar la capacidad nominal del reductor, cambiar por unidad de suficiente capacidad o reducir la carga.
	Insuficiente lubricante	El nivel de lubricante en el reductor no se mantiene debidamente.	Comprobar el nivel de lubricante y ajustarlo al nivel recomendado por la fábrica.
Rodillos y pasadores dañados	Sobrecarga del reductor.	Desensamblar y cambiar los pasadores del engranaje anular y rodillos. Comprobar la carga en el reductor.	
Eje de salida no da vueltas	Eje de entrada roto	Sobrecarga del reductor puede causar daños.	Cambiar el eje roto. Comprobar la capacidad nominal del reductor.
		Chaveta falta o está recortada en el eje de entrada.	Cambiar la chaveta.
	Cojinete excéntrico roto	Falta de lubricante.	Cambiar el cojinete excéntrico. Vaciar y rellenar con el lubricante recomendado.
		Acoplamiento flojo o desconectado.	Alinear debidamente el reductor y el acoplamiento. Apretar el acoplamiento.
Filtración del aceite	Sellos desgastados	Causado por suciedad o arena que entra en el sello.	Cambiar los sellos. El filtro del respiradero puede estar atascado. Cambiar o limpiar el filtro.
		Reductor sobrellenado.	Comprobar el nivel de lubricante y ajustarlo al nivel recomendado.
		El respiradero está atascado.	Limpiar o cambiar el elemento, asegurándose de prevenir que la suciedad caiga en el reductor.
		Posición de montaje indebida, como montaje en la pared o techo del reductor horizontal.	Montar horizontalmente o montar el reductor en la pared o techo.

ANEXO C. EXPLOSIVO FILTRO DE MANGAS



REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD
11-620-010	Eje Principal	1
16-620-019	Conjunto Compuerta	1
17-620-019	Sello ASBESTO	1
21-620-010	Eje Pasador Superior Cilindro	1
23-620-010	Eje Pasador Inferior Cilindro	1
24-620-019	Cilindro Neumático Ø 2-1/2" x 5/8" x 10" long.	1
25-620-019	Resorte Ø int. 1-3/4", longitud 100 mm, alambre 1/4"	1
26-620-019	Tuerca Ø 1-1/2" UNC	2
27-620-019	Arandela Ø 1-1/2"	1
---	Electrovalvula 5/2 Ø 3/8" 110V	1

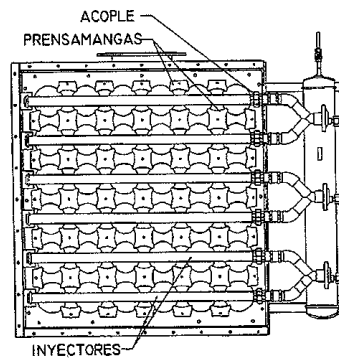
CAMBIO DE LAS MANGAS

1. Primero asegúrese que el filtro no esta en funcionamiento y desconecte la electricidad.
2. Quite las tapas superiores del filtro de mangas aflojando los tornillos, de esta manera tendrá acceso a la cámara de aire limpio en donde se encuentran los inyectores, la lamina portamangas, los prensamangas y las mangas.
3. Proceda a retirar los inyectores, para esto es necesario aflojar la abrazadera que se encuentra en uno de sus extremos y luego desenrosquelo del acople.
4. Luego, afloje los tornillos que sujetan los prensamangas y gírelos, retire las mangas que se encuentran en mal estado y cámbielas por las nuevas.

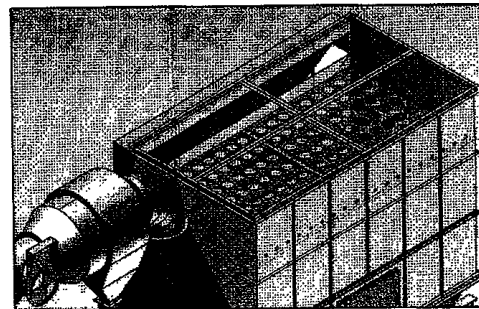
Para el proceso de mantenimiento de las mangas filtrantes es necesario ejecutar el siguiente paso para su extracción:



Se deben ubicar un par de palancas pequeñas y livianas las cuales deben tener una curvatura y punta fina en uno de los extremos, que se utilizarán ubicando cuidadosamente la parte curva y fina en el cuello que soporta la manga y con movimientos hacia abajo comenzar a sacar el cuello de soporte de la manga del agujero que la aloja. Este proceso se deberá realizar con mucho cuidado en cada una de las mangas del sistema.



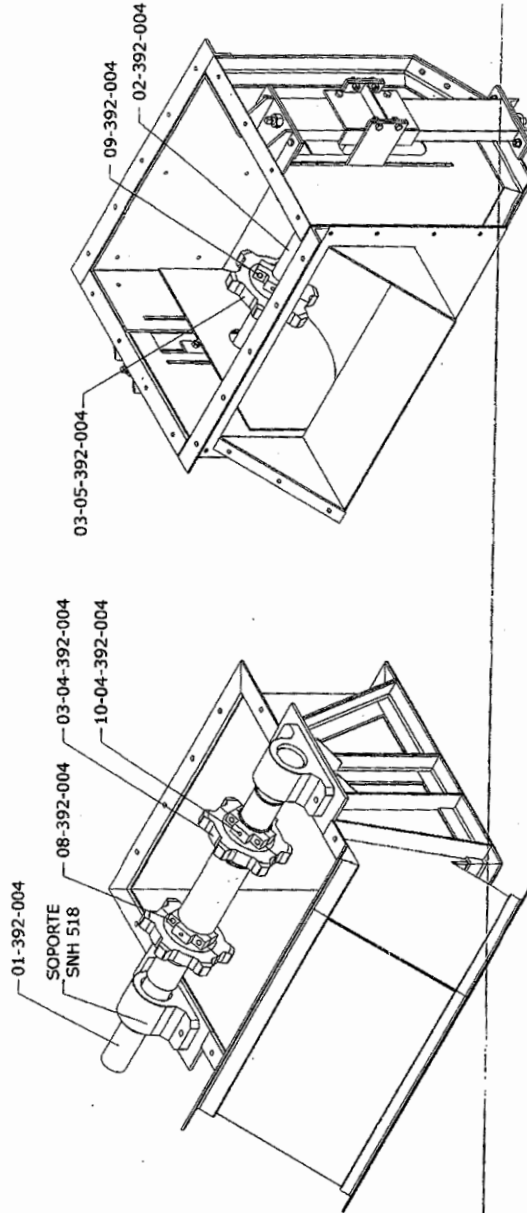
VISTA SUPERIOR FILTRO DE MANGAS
(SIN TAPAS)



Filtro sin mangas y inyectores

ANEXO D MODULOS DE CABEZA Y COLA DEL ELEVADOR

MODULOS DE CABEZA Y COLA ELEVADOR DE PALETAS



MODULO DE COLA

MODULO DE CABEZA



ANEXO E INSTALACION, CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE BANDAS TRANSPORTADORAS



REX IDLERS

idlers **F**

INSTALLATION, CARE AND MAINTENANCE

LUBRICATION — Cont'd

The lubrication cycle can be lengthened in applications where operating conditions are clean, dry, of moderate temperature and slow speed. The cycle should be shortened in applications where severe dirt, high humidity, elevated temperatures, high speeds, free water, prolonged shutdown, or other extreme conditions are encountered. Periodic inspection during the first few years of operation will provide the best determination of required relubrication frequency.

Rex idlers are greased at the factory with Lithium EP grease with a NLGI #2 consistency having the following characteristics:

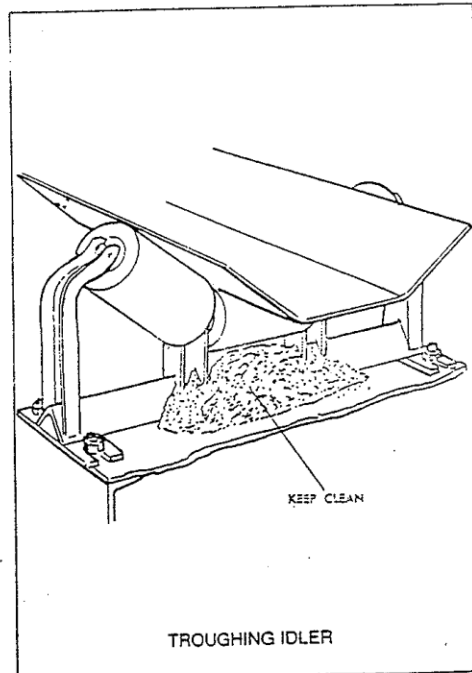
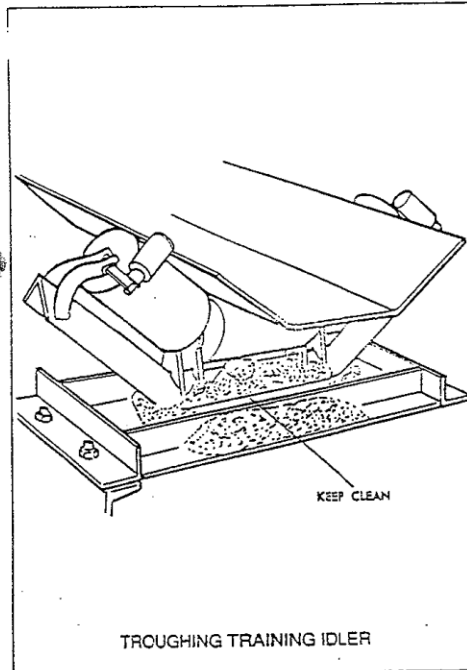
1. Lithium soap base
2. Mineral oil

3. Worked penetration 265-295° 77°F
4. Operating range of +225°F to -10°F
5. Bleed rate 3% maximum

It is recommended that an equivalent grease be used. When using any other type of grease, it is imperative that it be compatible with the original grease.

When lubricating idlers, the use of high pressure equipment is not only unnecessary but is actually undesirable unless used with great care. High pressure may cause damage to bearings and seals. It is recommended that a VOLUME TYPE GREASE GUN BE USED: one that delivers an ounce of grease per seven to ten strokes of the lever.

All fittings should be wiped clean before lubricating so as not to introduce dirt into the system.



INSPECTION AND MAINTENANCE

A scheduled maintenance program, followed faithfully by trained people, can usually help avoid costly interruptions in production and repairs to equipment. Many operators make a cursory check at least once a day to find obvious problems. A more comprehensive inspection is made at periodic intervals.

Inspection should entail the following:

1. Inspect belt for breaks and cuts or for indications that the belt edge is rubbing.

2. The belt should be centered on the idlers.
3. Check loading areas - material should be loaded evenly, and on the center of the belt.
4. Rubber skirts on chutes and skirt plates are adjusted to prevent spillage.
5. Belt cleaners are properly adjusted and working.
6. Rex Idlers are designed to be self cleaning. Accumulation of material must not be allowed to prevent idler rolls from rotating or training idlers from pivoting.
7. All idler rolls should be inspected and replaced if they show excessive wear and should be replaced.

F-81

ANEXO F INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BOMBAS CENTRIFUGAS



P.O. Box 603 420 East Third Street
Piqua, Ohio 45356-0603 Phone 513/773-2442

FORM No.
706D

Rev. 7/87

INSTALLATION, OPERATING AND MAINTENANCE INSTRUCTIONS

CENTRIFUGAL PUMPS

INSPECTION AND STORAGE

Immediately upon receipt of shipment, inspect and check the shipping manifest and report to the Transportation Company's local agent any damage or shortage.

If the unit is received sometime before it can be used, it should be inspected, resealed and stored in a dry location.

INSTALLATION

LOCATION OF PUMP

The unit should be mounted in a dry location where it is easily accessible for inspection and maintenance. Allow ample clearance around the unit for free air circulation. If a dry location is not available, mount it on a foundation well above the wet floor. In order to keep the suction line as short as possible, place the pump close to the source of supply. Normally after being primed the pump can lift liquid from a supply 15 feet below the center line of the suction. However, where liquids at or near their boiling points are being handled, the supply must be located above the suction, so that the available NPSH will be greater than that required by the unit.

PIPING

Do not use the pump as a piping support.

It is very important that the pipe be independently supported near the pump so that no strains will be transmitted to the unit. External loads caused by the pipe cause misalignment with subsequent failure of bearings and internal parts.

Suction and discharge sizes are selected for proper performance of the pumping unit and are not intended to determine the suction and discharge pipe sizes. Pipe sizes must be determined by the user based on the system requirements.

INSTALLATION

SUCTION PIPING

Suction piping should be short in length, as direct as possible, and *never* smaller in diameter than the pump suction opening.

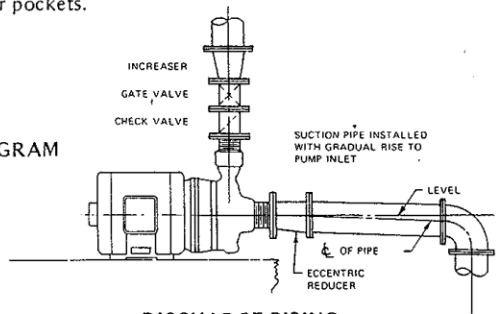
The suction pipe should slope upward to the pump inlet. A horizontal suction line must have a gradual rise to the pump. Any high point in the pipe will become filled with air and thus prevent proper operation of the pump. When reducing the piping to the suction opening diameter use an eccentric reducer with the eccentric side down to avoid air pockets. *Never use a straight taper reducer in a horizontal suction line, as it tends to form an air pocket in the top of the reducer and the pipe.*

Valves in Suction Piping—If the pump is operating under static suction lift conditions, a foot valve may be installed in the suction line to avoid the necessity of priming each time the pump is started.

When foot valves are used, or where there are other possibilities of "liquid hammer", close the discharge valve before shutting down the pump.

The pump must never be throttled by the use of a valve on the suction side of the pump. Valves should be used only to isolate the pump for maintenance purposes, and should always be installed in positions to avoid air pockets.

INSTALLATION DIAGRAM



DISCHARGE PIPING

On such long horizontal runs it is desirable to maintain as even a grade as possible. Avoid high spots, such as loops, which will collect air and throttle the system or lead to erratic pumping.

Valves in Discharge Piping—A check valve and gate valve should be installed in the discharge. The check valve, placed between the pump and the gate valve, protects the pump from excessive pressure, and prevents liquid from running back through the pump in case of power failure. The gate valve is used in priming and starting, and when shutting the pump down.

Pressure Gauges—Properly sized pressure compound or vacuum gauges may be installed in the suction and discharge nozzles of the pump. The gauges will enable the operator to observe the operation of the pump, and determine if the pump is operating in conformance with the performance curve. If cavitation, vapor binding or other unstable operation should occur, widely fluctuating discharge pressure may be noted.

JACKETED SEAL CAVITY PIPING

The cooling fluid must enter the lower pipe connection to the cooling cavity and leave the upper pipe connection to insure that the cooling cavity is always full of fluid.

Cooling fluid must be turned on when pump is running and remain on when the pump is shut down for a sufficient time to cool the pump parts and prevent "heat soak" failure of the shaft seal.

The cooling fluid cavity must not be under pressure. The fluid leaving the cavity should flow to a drain.

ALIGNMENT

If the pump is driven by a flexible coupling, the angular, vertical and horizontal alignment must be checked. A straightedge across the coupling must rest evenly on both rims of the coupling at the top, bottom and sides. Alignment should be rechecked shortly after the initial start-up. Factory assembled units must be realigned at the job site due to the possibility of distortion in shipment. Check the alignment after the pump has been run at operating temperature.

OPERATING

PRIOR TO STARTING

Before the pump is started initially, make the following inspections:

- Check Rotation—Be sure that the pump operates in the direction indicated by the arrow on the pump casing, as serious damage can result if the pump is operated with incorrect rotation. *Make sure the shaft rotation is clockwise when looking at the motor end of the pump.*
- Check all connections to motor and starting device with wiring diagram. Check voltage, phase and frequency on motor nameplate with line circuit.

ALL PUMPS WITH 3-PHASE MOTORS MUST BE INSTALLED WITH A MAGNETIC STARTER WHICH PROVIDES 3-LEG PROTECTION FOR MOTOR. FAILURE TO USE CORRECT STARTER WILL VOID WARRANTY.

PRIMING

Before starting any centrifugal pump it is absolutely necessary that both the casing and suction pipe be completely filled with liquid. This priming can be accomplished by any of the following methods.

- A. When the liquid supply level is above the center line of the pump, it is primed by opening the suction and discharge valves. The inflowing liquid will displace the air and fill the suction line, pump casing, and discharge line up to the level of supply.
- B. When the pump is operating with suction lift and the suction line is equipped with a foot valve, the system is filled with liquid by filling through the discharge piping.

STARTING

Follow the steps below in the order indicated to start pump:

- Close gate valve in discharge line.
- Open gate valve in suction line.
- Turn on power to pump motor.
- When pump is operating at full speed, open the discharge gate valve slowly.

If the pump does not prime properly, or loses its prime during start-up it should be shut-down and the condition corrected before the procedure is repeated.

OPERATING CHECKS

After initial start-up:

- Check the pump and piping to assure there are no leaks.
- Check and record pressure gauge readings for future reference.
- Check and record voltage, amperage per phase.

STOPPING PUMP

When stopping pump always close the discharge valve first.

Pump should never run for any length of time with both suction and discharge valves closed due to danger of building up excessive pressures and temperatures inside the pump casing.

MAINTENANCE

LUBRICATION

No lubrication is required for the liquid end of any BURKS centrifugal pump. Motors are equipped with ball bearings which are grease-packed and sealed at the factory. No additional lubrication is required.

Base-mounted pumps have ball bearings in the Power Frame Assembly which are grease-packed at the factory and have provisions for re-lubrication as required. Use Chevron SR1 grease, or equal. For continuous operation, lubricate annually. For intermittent operation, lubricate every two years. Do not over-lubricate.

SHAFT SEAL

The mechanical shaft seal should be replaced if water is noticed around the pump shaft. Remove case and impeller and, using two screw drivers to pry on each side, remove seal stationary seat. Clean seat area of frame, install new stationary seat with ceramic surface facing out and slide new rotating element over shaft sleeve with hard carbon surface against ceramic seat. Be sure to keep all surfaces clean. Lubricating seal parts with water will help the installation of the seal. Reinstall impeller and pump case.

DRAINING THE PUMP

To drain pump, remove 1/8" or 1/4" pipe plugs from top and bottom of pump case. Always protect the pump, piping, tank, etc., from freezing—or drain the system when there is a chance of freeze-up.

MOTOR

Keep motor clean and dry. It is drip-proof when installed horizontally and the windings are protected from excess humidity, but extreme conditions should be avoided when possible. If motor fails to run, be sure power is on, all switches or electrical controls are closed, fuses are in order and all electrical connections are tight. (Motor must be repaired by Authorized Repair Station under terms of guarantee.)

FAILURE TO PUMP

If the motor runs, but no water is pumped, be sure pump is primed, that there are no air leaks in suction piping, that all gate valves are open and all check valves operate.

HOW TO ORDER REPAIR PARTS

When ordering repair parts, follow instructions below to assure receiving correct parts in the shortest possible time:

1. Give the pump catalog number and serial number.
2. Write complete part number and description of part as found in parts list.
3. Give detailed shipping instructions.

LIMITED WARRANTY

Burks Pumps, Inc. warrants the products it manufactures to be free of defects in material and workmanship. The warranty commences on the date of installation of the product and shall remain in effect for a period of twelve months providing it is within twenty-four months from the date of shipment from the factory.

Burks Pumps, Inc. will correct defects in material or workmanship which may develop in its products under proper or normal use during the warranty period and under the conditions of the warranty.

This warranty does not extend to anyone except the original consumer-purchaser. Damage to the product due to improper handling, improper storage, maintenance or improper application is not covered by the warranty.

Burks Pumps, Inc. will repair or replace, at its option and expense, its products proved to be defective after examination by the company. The defective part(s) must be returned, transportation prepaid to the factory at Decatur, Illinois.

IMPLIED WARRANTIES WHEN APPLICABLE, SHALL COMMENCE UPON THE SAME DATE AS THE EXPRESS WARRANTY PROVIDED ABOVE, AND SHALL, EXCEPT FOR WARRANTIES OF TITLE, EXTEND ONLY FOR THE DURATION OF THE EXPRESS WARRANTY. SOME STATES DO NOT ALLOW LIMITATIONS ON HOW LONG AN IMPLIED WARRANTY LASTS, SO THE ABOVE LIMITATION MAY NOT APPLY TO YOU. THE ONLY REMEDY PROVIDED TO YOU UNDER AN APPLICABLE IMPLIED WARRANTY AND THE EXPRESS WARRANTY SHALL BE THE REMEDY PROVIDED UNDER THE EXPRESS WARRANTY, SUBJECT TO THE TERMS AND CONDITIONS CONTAINED THEREIN. BURKS PUMPS, INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR INCIDENTAL AND CONSEQUENTIAL LOSSES AND DAMAGES UNDER THE EXPRESS WARRANTY, ANY APPLICABLE IMPLIED WARRANTY, OR CLAIMS FOR NEGLIGENCE, EXCEPT TO THE EXTENT THAT THIS LIMITATION IS FOUND TO BE UNENFORCEABLE UNDER APPLICABLE STATE LAW. SOME STATES DO NOT ALLOW THE EXCLUSION OR LIMITATION OF INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, SO THE ABOVE LIMITATION OR EXCLUSION MAY NOT APPLY TO YOU. THIS WARRANTY GIVES YOU SPECIFIC LEGAL RIGHTS, AND YOU MAY ALSO HAVE OTHER RIGHTS WHICH VARY FROM STATE TO STATE.

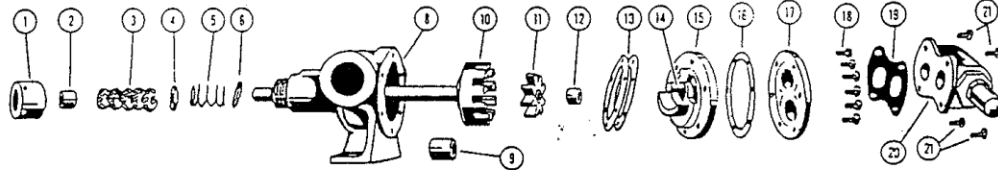
VIKING GENERAL PURPOSE UNMOUNTED PUMP
MODEL G32 for Units G32B, G32D, G32V, G32R

PARTS LIST

SECTION R310
 PAGE R310.7
 EFFECTIVE 2-25-85
 SUPERSEDING 2-13-

OBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE
 F.O.B. CEDAR FALLS, IOWA

SUPERSEDES ALL PREVIOUS LISTS



ITEM	PART NO.	DESCRIPTION	MATERIAL	FOR PRICES SEE SEC. A650
1	2-528-001-241	Packing Nut	Plated Steel	
	2-528-001-530		Brass	
2	2-523-009-560	Outer Packing Gland	Bronze	
	2-520-005-830		Standard	
3	2-520-005-830	Packing	Asbestos with Teflon	
	2-520-005-838		Stainless Steel	
4	2-805-003-610	Inner Packing Gland	Stainless Steel	
5	2-766-006-610	Packing Spring	Stainless Steel	
	2-765-005-371		Steel	
6	2-805-003-610	Packing Spring Washer	Stainless Steel	
	3-180-016-052		Iron & Bearing Bronze	
8	3-180-016-611	Casing and Bushing	Bronze & Bearing Bronze	
	3-180-014-080		Bronze	
	3-180-014-503		Iron & Carbon Graphite	
			Bronze & Carbon Graphite	
9	2-093-004-454	Casing Bushing	Bearing Bronze	
	2-093-005-880		Carbon Graphite	
*10	3-564-006-012	Rotor and 10-1/2" Shaft with 3/16" X 1-3/4" Key on End	Iron & Steel	
	3-564-006-619		Bronze & Stainless Steel	
	3-565-001-420-24		Steel	
			Steel & Steel	
11	3-417-002-40M-42	Idler and Bushing	Iron & Bearing Bronze	
	3-417-003-448-42		Steel & Bearing Bronze	
	3-417-002-511-42		Bronze & Bearing Bronze	
	3-417-001-40L-42		Bronze	
	3-417-005-402-42		Iron & Carbon Graphite	
12	2-091-005-454-02	Idler Bushing	Bearing Bronze	
	2-091-003-880-02		Carbon Graphite	
13	3-310-003-999	Head Gasket (Set)	Standard	
14	2-431-001-291	Idler Pin, Plain	Hardened Steel	
	2-431-001-671		Stainless Steel	
15	3-365-001-088	Head (Plain) and Plain Idler Pin	Iron & Hardened Steel	
	3-365-001-601		Bronze & Stainless Steel	
	3-366-001-088	Head (Valve Type) and Plain Idler Pin	Iron & Hardened Steel	
	3-366-001-601		Bronze & Stainless Steel	
	3-367-001-088	Head (Plain to Accept Jacket Head Plate) and Plain Idler Pin	Iron & Hardened Steel	
16	2-310-004-806-06	Gasket for Jacket Head Plate	High Temperature	
17	2-294-402-100	Jacket Head Plate	Iron	
18	2-150-009-255	Capscrew 1/4" NF 3/4" Lg. for Plain Head (6-Req'd)	Steel — Grade 5	
	2-150-009-610		Stainless Steel	
	2-153-002-255	Capscrew 1/4" NF 1/2" Lg. Hex Socket HD for Valve Type Head (6-Req'd)	Steel — Grade 5	
	2-153-002-610		Stainless Steel	
		2-150-012-255	Capscrew 1/4" NF 1" Lg. for Jacketed Head Plate on Plain Head (6-Req'd)	Steel — Grade 5
19	2-315-003-806-30	Relief Valve Gasket	Standard	
20	3-795-200-000	Internal Relief Valve (Complete)	Iron	
	3-795-201-000		Bronze	
21	2-153-036-255	Hex Socket Head Capscrew 5/16" NC 3/4" Lg. for Valve (4-Req'd)	Steel — Grade 5	
	2-153-036-610		Stainless Steel	

† Available only in a package of ten rings.

‡ Plain Head Complete With Jacketed Head Plate, Gasket, Capscrew and Idler Pin 3-367-005-999 \$92.00.

* When ordering a rotor and shaft, see instruction on sample order sheet in Section R000 of this repair parts catalog.

When ordering parts, be sure to give PART NO., NAME OF PART, MATERIAL, MODEL & SERIAL NO. of pump as it appears on nameplate.

Viking Pump is a Unit of IDEX Corporation • Cedar Falls, Iowa 50613 U.S.A.

