



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

“OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO MECÁNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA OLEO HIDRÁULICO EN LAS UNIDADES DE GENERACIÓN FASE AB EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO”

AUTOR: ING. EDMUNDO FERNANDO TOGRA AGUILAR

Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Postgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de Magíster en:

“GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL”

RIOBAMBA – ECUADOR

Octubre 2017



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN:

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, titulado “OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO MECÁNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA OLEO HIDRÁULICO EN LAS UNIDADES DE GENERACIÓN FASE AB EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO”, de responsabilidad del Ingeniero Edmundo Fernando Togra Aguilar, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

Dr. Juan Vargas Guambo (M.Sc.)
PRESIDENTE

FIRMA

Ing. Juan Carlos Abad Apuango (M.Sc.)
DIRECTOR

FIRMA

Ing. Luis Giovanni Córdova Ordóñez (M.Sc.)
MIEMBRO

FIRMA

Ing. Carlos Rafael Callay Pancho (M.Sc.)
MIEMBRO

FIRMA

Riobamba, Octubre 2017

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Edmundo Fernando Togra Aguilar, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

FIRMA

010274016-4

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Edmundo Fernando Togra Aguilar, declaro que el presente Proyecto de Investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

Riobamba, 2017

Ing. Edmundo Fernando Togra Aguilar

CC. 010274016-4

DEDICATORIA

Este proyecto de tesis dedico a mi Dios por darme la salud y la sabiduría para culminar con éxitos mi objetivo planteado, a mi esposa María Elena y a mis hijos Andrés y Jorge que siempre estuvieron pendientes y apoyándome moralmente.

A mis familiares y amigos que tuvieron siempre una palabra de apoyo para mis estudios.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, me gustaría agradecerte a ti Dios por bendecirme y llegar al cumplimiento de una meta más en mi vida profesional.

A la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO por ofrecer una Maestría en Gestión de Mantenimiento y a todos los profesores que con su conocimiento aportaron en la formación de mi carrera.

A los miembros que formaron parte del tribunal para el desarrollo de la tesis a los Ingenieros Rafael Callay Pancho (M.Sc.) y Luis Córdova Ordóñez (M.Sc.) y de manera especial al director de tesis, Ing. Juan Carlos Abad Apuango (M.Sc.) por su dedicación y esfuerzo, quién con su criterio, conocimiento y motivación ha conseguido que pueda finalizar con éxitos mis estudios.

Una exclusiva gratitud a los Ingenieros Tito Torres y Xavier Páez, integrantes del grupo Gerencial de la Unidad de Negocio Hidropaute, por permitir el buen desarrollo del proyecto de investigación.

Un agradecimiento especial al Ingeniero Jorge Andres Carrera (M.Sc.), por el apoyo brindado en la elaboración del artículo científico.

Fernando Togra Aguilar

TABLA DE CONTENIDO

N°

Contenido

| | |
|---|------|
| PORTADA | i |
| DERECHOS INTELECTUALES | iii |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD | iv |
| DEDICATORIA | v |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| TABLA DE CONTENIDO..... | vii |
| LISTA DE FIGURAS | xiii |
| LISTA DE ABREVIACIONES | xv |
| LISTA DE ANEXOS | xvi |
| CAPÍTULO I | 9 |
| 1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA | 9 |
| 1.1. Problema de Investigación | 9 |
| 1.1.1 <i>Formulación del problema</i> | 10 |
| 1.1.2 <i>Sistematización del problema</i> | 10 |
| 1.2. Objetivos de la investigación | 11 |
| 1.2.1 <i>Objetivo General</i> | 11 |
| 1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> | 11 |
| 1.3. Justificación de la investigación..... | 11 |
| 1.4. Hipótesis..... | 12 |
| CAPÍTULO II | 13 |
| 2. MARCO DE REFERENCIA | 13 |
| 2.1. Mantenimiento | 13 |
| 2.2. Tipos de Mantenimiento | 13 |
| 2.2.1 <i>Mantenimiento correctivo</i> | 13 |
| 2.2.2 <i>Mantenimiento correctivo planificado</i> | 14 |
| 2.2.3 <i>Mantenimiento Preventivo</i> | 14 |
| 2.2.4 <i>Mantenimiento Basado en la Condición</i> | 14 |
| 2.2.5 <i>Mantenimiento Predictivo</i> | 14 |
| 2.3. Términos relativos al Elemento | 14 |
| 2.3.1 <i>Fallo</i> | 15 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.3.2 | <i>Causa de Fallo</i> | 15 |
| 2.3.3 | <i>Modo de Fallo</i> | 15 |
| 2.3.4 | <i>Avería</i> | 15 |
| 2.3.5 | <i>Redundancia</i> | 15 |
| 2.3.6 | <i>Vida Útil</i> | 15 |
| 2.3.7 | <i>Elemento reparable</i> | 16 |
| 2.4. | Términos relativos al tiempo..... | 16 |
| 2.5. | Metodologías de filosofías de mantenimiento disponibles | 16 |
| 2.5.1 | <i>RCM - Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento centrado en confiabilidad</i> | 17 |
| 2.5.2 | <i>TPM - Total Productive Maintenance (Mantenimiento productivo total)</i> | 17 |
| 2.6. | Forma de establecer un plan de mantenimiento | 17 |
| 2.6.1 | <i>Clasificación e Identificación de Equipos</i> | 17 |
| 2.6.2 | <i>Recopilar información</i> | 19 |
| 2.6.3 | <i>Selección de la Política de Mantenimiento</i> | 19 |
| 2.6.4 | <i>Programa de Mantenimiento Preventivo</i> | 20 |
| 2.6.5 | <i>Guía de Mantenimiento Correctivo</i> | 20 |
| 2.6.6 | <i>Indicadores de Gestión del Mantenimiento</i> | 21 |
| 2.6.7 | <i>Disponibilidad</i> | 21 |
| 2.6.1.1. | <i>El objetivo de la disponibilidad</i> | 21 |
| 2.6.1.2. | <i>Índices de Disponibilidad</i> | 21 |
| 2.6.8 | <i>Confiabilidad</i> | 22 |
| 2.6.9 | <i>Mantenibilidad</i> | 22 |
| 2.6.10 | <i>Plan de Mantenimiento</i> | 22 |
| 2.7. | Diagrama de Pareto | 23 |
| 2.7.1 | <i>Elaboración del Diagrama de Pareto</i> | 23 |
| 2.8. | Descripción General de las Centrales Hidroeléctricas | 24 |
| 2.9. | Sistemas que conforman las Unidades de Generación de la Fase AB | 24 |
| 2.9.1 | <i>Sistema Acumulación Bombeo y Regulación (SABR)</i> | 25 |
| 2.9.1.1. | <i>Acumulación</i> | 26 |
| 2.9.3.1. | <i>Gobernador (GO)</i> | 27 |
| 2.9.2 | <i>Válvula esférica (VE)</i> | 29 |
| 2.9.3 | <i>Turbina Hidráulica</i> | 31 |
| 2.9.3.1. | <i>Partes de la Turbina:</i> | 31 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO III | 33 |
| 3. MÉTODOS Y MATERIALES | 33 |
| 3.1. Situación actual del Mantenimiento Preventivo del SOH..... | 33 |
| 3.1.1 <i>Software de mantenimiento (API PRO)</i> | 34 |
| 3.1.2 <i>Registros y formatos que se manejan en el área de mantenimiento mecánico</i> | 39 |
| 3.1.3 <i>Actividades actuales del Mantenimiento programado para el SOH</i> | 40 |
| 3.1.3.1. <i>Actividades Bimestrales del SOH</i> | 40 |
| 3.1.3.2. <i>Actividades Semestrales del SOH</i> | 41 |
| 3.1.3.3. <i>Actividades Anuales del SOH</i> | 42 |
| 3.2. Encuesta de la gestión de mantenimiento | 43 |
| 3.2.1 <i>Identificación del tipo de encuesta realizada</i> | 44 |
| 3.2.2 <i>Contenido de las categorías de la gestión de mantenimiento y aspectos de la encuesta</i> 45 | |
| 3.2.2.1. <i>Organización y el Personal</i> | 45 |
| 3.2.2.2. <i>Preparación y Planificación del Trabajo</i> | 46 |
| 3.2.2.3. <i>Ingeniería de Mantenimiento</i> | 46 |
| 3.2.2.4. <i>Compras y Almacenes</i> | 47 |
| 3.2.2.5. <i>Contratación</i> | 47 |
| 3.2.2.6. <i>Control de Costos</i> | 48 |
| 3.2.2.7. <i>Eficiencia</i> | 49 |
| 3.2.3 <i>Ponderación de pesos de los resultados de las encuestas y de los aspectos a evaluar de cada categoría de la gestión de mantenimiento.</i> | 49 |
| 3.2.4 <i>Calificación de los Criterios Establecidos</i> | 49 |
| 3.2.5 <i>Resultados de la Encuesta</i> | 51 |
| 3.2.5.1. <i>Calificación de cada aspecto de las categorías</i> | 51 |
| 3.2.5.2. <i>Causas de cada aspecto de las categorías de mantenimiento</i> | 53 |
| 3.2.6 <i>Diagrama de radar general de la encuesta.</i> | 58 |
| 3.2.7 <i>Diagrama de radar de cada categoría de la gestión de mantenimiento.</i> | 58 |
| 3.3. Informe de fallos de los equipos del SOH..... | 62 |
| 3.3.1 <i>Unidad de Generación U01</i> | 63 |
| 3.3.2 <i>Unidad de Generación U02</i> | 64 |
| 3.3.3 <i>Unidad de Generación U03</i> | 65 |
| 3.3.4 <i>Unidad de Generación U04</i> | 66 |
| 3.3.5 <i>Unidad de Generación U05</i> | 67 |

| | | |
|------------------------------|--|-----|
| 3.3.6 | <i>Fallas de las Unidad de Generación Fase AB U01 - U05</i> | 68 |
| 3.4. | Inspección de Campo de las Actividades de Mantenimiento..... | 69 |
| 3.5. | Eliminación del Mantenimiento Bimestral | 72 |
| 3.6. | Optimización del nuevo plan de mantenimiento mecánico | 75 |
| 3.6.1 | <i>Mantenimiento Preventivo y Predictivo</i> | 75 |
| 3.6.1.1. | <i>Código de restricción</i> | 76 |
| 3.6.1.2. | <i>Intervalo de mantenimientos</i> | 76 |
| 3.6.1.3. | <i>Código de racimo</i> | 76 |
| 3.6.1.4. | <i>Seguridad</i> | 77 |
| 3.6.1.5. | <i>Plan de Actividades Preventivas del Mantenimiento Anual del SOH</i> | 80 |
| 3.6.1.6. | <i>Plan de Actividades Preventivas del Mantenimiento Semestral del SOH</i> | 81 |
| 3.6.1.7. | <i>Diseño del plan en línea de los equipos del SOH</i> | 82 |
| 3.7. | Plan de Mantenimiento Actual vs Plan Propuesto | 83 |
| 3.7.1 | <i>Mantenimiento Bimestral</i> | 83 |
| 3.7.2 | <i>Mantenimiento Semestral</i> | 85 |
| 3.7.3 | <i>Mantenimiento Anual</i> | 87 |
| 3.7.4 | <i>Mantenimiento Trienal (3A)</i> | 90 |
| 3.8. | Mejoramiento de la disponibilidad del SOH..... | 91 |
| 3.8.1 | <i>Cálculo de la Disponibilidad</i> | 92 |
| 3.9. | Costo de Implementación del nuevo Plan de Mantenimiento..... | 94 |
| CAPÍTULO IV | | 97 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 97 |
| 4.1. | Análisis de la encuesta realizada..... | 97 |
| 4.2. | Análisis del informe de fallos Período 2004 - 2014..... | 98 |
| 4.3. | Análisis de la inspección de campo..... | 99 |
| 4.4. | Análisis de la eliminación del Mantenimiento Bimestral | 100 |
| 4.5. | Análisis de la optimización y el plan de mantenimiento propuesto | 100 |
| 4.6. | Análisis del mejoramiento de la disponibilidad del SOH | 101 |
| 4.7. | Análisis del Costo de Implementación del nuevo Plan de Mantenimiento | 102 |
| CONCLUSIONES | | 103 |
| RECOMENDACIONES | | 104 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 105 |
| ANEXOS | | 0 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1-2: Términos relativos al tiempo | 16 |
| Tabla 2-2: Partes principales del Subsistema Acumulación | 26 |
| Tabla 3-2: Partes principales del GO | 27 |
| Tabla 4-2: Elementos Principales y Válvulas Auxiliares de la Válvula de Esférica..... | 29 |
| Tabla 5-2: Características de la Turbina Hidráulica..... | 31 |
| Tabla 6-2: Características de la Turbina Hidráulica..... | 31 |
| Tabla 7-3: Formatos del Sistema Oleo Hidráulico..... | 39 |
| Tabla 8-3: Actividades Bimestrales de SOH | 40 |
| Tabla 9-3: Actividades Semestrales del SOH..... | 41 |
| Tabla 10-3: Actividades Anuales del SOH | 42 |
| Tabla 11-3: Categorías de la gestión de mantenimiento | 45 |
| Tabla 12-3: Organización y el personal | 45 |
| Tabla 13-3: Preparación y Planificación del Trabajo..... | 46 |
| Tabla 14-3: Ingeniería de Mantenimiento..... | 46 |
| Tabla 15-3: Compras y Almacenes | 47 |
| Tabla 16-3: Contratación | 48 |
| Tabla 17-3: Control de Costos | 48 |
| Tabla 18-3: Eficiencia..... | 49 |
| Tabla 19-3: Porcentaje de Calificación | 50 |
| Tabla 20-3: Calificación de las Categorías de la Gestión de Mantenimiento | 52 |
| Tabla 21-3: Causas de las Categorías de la Gestión de Mantenimiento | 53 |
| Tabla 22-3: Fallas de los Equipos - Lubricante de la U01 | 63 |
| Tabla 23-3: Fallas de los Equipos - Lubricante de la U02..... | 64 |
| Tabla 24-3: Fallas de los Equipos - Lubricante de la U03..... | 65 |
| Tabla 25-3: Fallas de los Equipos - Lubricante de la U04..... | 66 |
| Tabla 26-3: Fallas de los Equipos - Lubricante de la U05..... | 67 |
| Tabla 27-3: Fallas de los Equipos del SOH | 68 |
| Tabla 28-3: Actividades de mantenimiento mecánico | 70 |
| Tabla 29-3: Reportes de Actividades Bimestrales U01 | 73 |
| Tabla 30-3: Código de Restricción | 76 |
| Tabla 31-3: Intervalo de Mantenimientos | 76 |
| Tabla 32-3: Código de Racimo | 77 |

| | |
|--|----|
| Tabla 33-3: Clases de Riesgos | 77 |
| Tabla 34-3: Actividades Anuales del SOH propuestas | 80 |
| Tabla 35-3: Actividades Semestrales del SOH | 82 |
| Tabla 36-3: Plan de actividades Predictivas y Monitoreo de la Condición..... | 83 |
| Tabla 37-3: Plan de actividades Bimestral Actual Vs Propuesta | 84 |
| Tabla 38-3: Plan de actividades Semestral Actual Vs Propuesta..... | 85 |
| Tabla 39-3: Plan de actividades Anual Actual Vs Pro | 87 |
| Tabla 40-3: Plan de actividades Trienal (3A) | 90 |
| Tabla 41-3: Horas Utilizadas en Mantenimiento Preventivo | 91 |
| Tabla 42-3: Mejora de la Disponibilidad eliminando el Mantenimiento Bimestral..... | 94 |
| Tabla 43-3: Costo Mensual y Anual de Personal de Predictivo..... | 94 |
| Tabla 44-3: Tiempos de Indisponibilidad Bimestral de las Unidades Fase AB Año 2015 | 95 |
| Tabla 45-3: Costo Anual por Indisponibilidad en Mantenimientos Bimestrales | 96 |
| Tabla 46-3: Costo por Indisponibilidad de las 5 Unidades | 96 |
| Tabla 47-4: Resultado general de la Encuesta | 97 |
| Tabla 48-4: Plan de actividades para los equipos críticos..... | 99 |
| Tabla 49-4: Plan de actividades para los equipos críticos..... | 99 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura. 1-2: Estructura de Árbol de las Instalaciones de la CHPM. | 18 |
| Figura. 2-2: Guía para seleccionar el tipo de mantenimiento a aplicar..... | 20 |
| Figura. 3-2: Descripción del proceso de generación de una Central Hidroeléctrica | 24 |
| Figura. 4-2 : Sistema de Acumulación Bombeo y Regulación. | 29 |
| Figura. 5-2 : Válvula esférica..... | 31 |
| Figura. 6-2 : Plan Anual Actual Fase AB | 34 |
| Figura. 7-3: Orden de Trabajo..... | 36 |
| Figura. 8-3: Reporte de Equipo Defectuoso..... | 37 |
| Figura. 9-3: Formato de Hoja de vida de los equipos | 38 |
| Figura. 10-3: Formulas y parámetros | 50 |
| Figura. 11-3: Resultado de la Auditoría o Encuesta..... | 58 |
| Figura. 12-3:Diagrama de radar de la Organización, personal..... | 59 |
| Figura. 13-3: Diagrama de radar de la Planificación del Trabajo | 59 |
| Figura. 14-3: Diagrama de radar de la Ingeniería y Mantenimiento | 60 |
| Figura. 15-3: Diagrama de radar de las Compras y Almacenamiento | 60 |
| Figura. 16-3: Diagrama de radar de la Contratación..... | 61 |
| Figura. 17-3 : Diagrama de radar del Presupuestos de Mantenimiento | 61 |
| Figura. 18-3: Diagrama de radar de la Eficiencia | 62 |
| Figura. 19-3: Registro de Fallas de la Unidad U01 | 64 |
| Figura. 20-3: Registro de Fallas de la Unidad U02..... | 65 |
| Figura. 21-3: Registro de Fallas de la Unidad U03..... | 66 |
| Figura. 22-3: Registro de Fallas de la Unidad U04..... | 67 |
| Figura. 23-3: Registro de Fallas de la Unidad U05..... | 68 |
| Figura. 24-3: Registro de Fallas de las Unidades Fase AB | 69 |
| Figura. 25-3: Reporte de las ODT del Mantenimiento Semestral..... | 71 |
| Figura. 26-3: Mantenimiento Bimestral Actual - Propuesta | 84 |
| Figura. 27-3: Mantenimiento Bimestral Actual - Propuesta | 86 |
| Figura. 28-3: Mantenimiento Bimestral Actual - Propuesta | 89 |
| Figura. 29-3: Mejoramiento de la Disponibilidad en 1 Unidad | 92 |
| Figura. 30-3: Mejoramiento de la Disponibilidad en las 5 Unidades..... | 92 |
| Figura. 31-3: Diagrama de barras de la gestión de mantenimiento CHPM | 98 |
| Figura. 32-3: Plan Anual Propuesto | 100 |
| Figura. 33-3: Horas de mantenimiento Actual - Propuesto..... | 101 |
| Figura. 34-3: Disponibilidad Actual vs Propuesta | 101 |

| | |
|--|-----|
| Figura. 35-3: Mejora de la Disponibilidad..... | 102 |
| Figura. 36-3: Costo Anual..... | 102 |

LISTA DE ABREVIACIONES

| | |
|---------------|---|
| CHPM | Central Hidroeléctrica Paute Molino |
| SOH | Sistema Oleo Hidráulico |
| UGFAB | Unidades de Generación Fase AB |
| MW | Megavatio |
| GWh | Gigavatio hora |
| ODT | Orden de Trabajo |
| SARDOM | Sistema de Análisis y Registro de Operación y Mantenimiento |
| APIPRO | (Enterprise Asset Management Software) Software de Gestión de Activos Empresariales |
| RCM | Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento centrado en confiabilidad) |
| TPM | Total Productive Maintenance (Mantenimiento productivo total) |
| AMFEC | Análisis de Modos de Fallos y Efectos. |
| CENACE | Centro Nacional de Control de Energía |
| ISO | Organización Internacional de Normalización |
| VE | Válvula esférica |
| RED | Reporte de Orden de Trabajo |
| U01 | Unidad 01 |
| SABR | Sistema Acumulación Bombeo y Regulación |
| GO | Gobernador |
| TH | Turbina Hidráulica |

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: Esquema Oleo Hidráulico de la Unidad de Generación

ANEXO B: Formatos Utilizados en la CHPM

ANEXO C: Ficha de Evaluación a Mantenimiento

ANEXO D: Categorías de la Gestión de Mantenimiento

ANEXO E: Resultados de la Entrevista

ANEXO F: Historial de Fallos sacados del APIPRO

ANEXO G: Historial de reporte de ODT Mantenimiento Bimestral

RESUMEN

La gran demanda de energía eléctrica en el país, obliga a mantener la disponibilidad permanente de todas las unidades de generación de la Central Hidroeléctrica Paute Molino. Existen demasiadas intervenciones preventivas que provocan indisponibilidad de las unidades de generación, este proyecto propuso una mejora en la optimización del plan de mantenimiento mecánico para el mejoramiento de la disponibilidad del Sistema Oleo hidráulico en las unidades de generación de la Fase AB, basado en su historial, recopilación de información de los manuales del fabricante, fallos de los equipos, incidencias y acciones de mantenimiento, también para lo cual se empleó estrategias de auditoria de gestión de mantenimiento, diagrama de Pareto y técnicas del mantenimiento predictivo. Para la toma de información que sirvió para este análisis, se consideraron los resultados de reportes e informes técnicos de pruebas realizadas a los activos objeto del presente estudio. Los hallazgos de la auditoría determinaron debilidades y los resultados obtenidos fueron alineados al objetivo general de optimización del plan de Mantenimiento Mecánico y permitió el incremento de la disponibilidad. Se concluyó con el planteamiento de la disminución del tiempo en la ejecución de los mantenimientos preventivos, eliminación del mantenimiento bimestral y mejora del plan de mantenimiento predictivo y monitoreo en línea de la condición de los equipos. Se recomienda implementar esta propuesta.

Palabras claves: <TECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO>, <DISPONIBILIDAD>, <OPTIMIZACIÓN>, <OLEO HIDRÁULICO>, <PREDICTIVO>, <MANTENIMIENTO>, <MOLINO>.

SUMMARY

The high demand for electrical energy in the country, requires maintaining the permanent availability of all the generation units of the Paute Molino Hydroelectric Power Plant. There are too many preventive interventions that cause unavailability of the generation units, this project proposed an improvement in the optimization of the mechanical maintenance plan for the improvement of the availability of the Eolic Hydraulic System in the generation units of the Phase AB, based on its history, compilation of information from the manufacturer's manuals, equipment failures, incidents and maintenance actions, also for which maintenance management audit strategies, Pareto diagram and predictive maintenance techniques were used. For the information that served for this analysis, the results of reports and technical reports of tests performed on the assets of the present study were considered. The audit findings determined weaknesses and the results obtained were aligned to the general objective of optimization of the Mechanical Maintenance plan and allowed the increase of the availability. It concluded with the approach of reducing the time in the execution of the preventive maintenance, elimination of bimonthly maintenance and improvement of the plan of predictive maintenance and online monitoring of the condition of the equipment. It is recommended to implement the proposal.

Key words: <ENGINEERING AND TECHNOLOGY SCIENCES>, <MAINTENANCE ENGINEERING>, <AVAILABILITY>, <OPTIMIZATION>, <EOLIC HYDRAULIC>, <PREDICTIVE>, <MAINTENANCE>, <MILL>.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1. Problema de Investigación

La Central Hidroeléctrica Paute Molino (CHPM), situada en las Provincias del Azuay y Cañar, tiene una potencia instalada de 1100MW y una producción anual de 4900GWh, su capacidad de generación equivale aproximadamente al 35% de la generación total de país (<https://www.celec.gob.ec/hidropaute>, 2015).

Para la generación de energía eléctrica se aprovecha la energía potencial del agua embalsada en la presa Daniel Palacios situada aguas arriba de la CHPM. Desde el embalse el agua es transportada mediante túneles y tuberías de carga hacia a la sala de máquinas de la central. Mediante turbinas hidráulicas tipo Pelton se transforma la energía cinética y potencial en energía mecánica de rotación y esta se convierte en energía eléctrica en los generadores.

La CHPM está conformada por 10 unidades de generación, divididas en dos grupos; la etapa de construcción o fase AB, tiene las unidades de la uno a la cinco con 525 MW, las cuales entraron en funcionamiento en el año 1983, y la fase C, tiene las unidades de la seis a la diez con 575 MW, que entraron en funcionamiento en 1991 (<https://www.celec.gob.ec/hidropaute>, 2015).

Los equipos de la fase AB tienen más de 33 años de operación y se debe poner especial atención, en el Sistema Oleo Hidráulico (SOH), motivo de la investigación, considerado como el corazón de la unidad y al no estar operativo no hay generación eléctrica, pues

su vida útil puede estar por finalizar con los consiguientes problemas que causarían la indisponibilidad en las unidades de generación de la fase AB (UGFAB)

Como ejemplo de esta situación se indica que el SOH en la Unidad 03 desde el 01/12/2002 hasta el 19/12/2002, se produjo una falla en los inyectores debido a fugas de aceite entre cámaras, y se tardaron 18 días en reponer la unidad.

A pesar del mantenimiento preventivo que se les da a las unidades el problema continúa, como ejemplo de los últimos acontecimientos correctivos, se detalla que en el servomotor de deflectores del sistema oleo hidráulico de la Unidad 04 el 01/02/2015 se realizó el cambio por existir fugas debido al desgaste y ralladuras en el cilindro y pistón provocado por la contaminación del aceite hidráulico, el tiempo que causó la indisponibilidad de la unidad fue de 3 días.

Actualmente en el en el SOH en las UGFAB de la CHPM se viene realizando mantenimientos preventivos como son bimestrales, semestrales y anuales con tiempos establecidos para cada uno de estos de 9 horas, 3 días y 6 días respectivamente.

1.1.1 Formulación del problema

¿Un nuevo plan de mantenimiento mejorará la disponibilidad en el Sistema Oleo hidráulico de las unidades de generación Fase AB en la Central Hidroeléctrica Paute Molino?

1.1.2 Sistematización del problema

¿Cuáles son las debilidades del plan de mantenimiento actual aplicado al sistema oleo hidráulico?

¿Cuál debe ser el nuevo plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad del sistema oleo hidráulico?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo General

- Optimizar el plan de mantenimiento mecánico para el mejoramiento de la disponibilidad del Sistema Oleo hidráulico en las unidades de generación de la Fase AB de la Central Hidroeléctrica Paute Molino.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el plan de mantenimiento actual.
- Diseñar un nuevo plan de mantenimiento para el sistema oleo hidráulico.
- Calcular los niveles de incremento en la disponibilidad.

1.3. Justificación de la investigación

Este trabajo de investigación está orientado a la línea de investigación del diseño y elaboración de planes de mantenimiento aplicando análisis de Pareto y realizando una auditoria interna de la gestión del mantenimiento.

La optimización del plan de mantenimiento mecánico, representa una importante herramienta para las unidades de generación de la CHPM.

Actualmente las unidades de generación de la Fase AB cuentan con más de 200.000 horas de operación, datos tomados del software SARDOM “Sistema de Análisis y Registro de Operación y Mantenimiento”, que es una herramienta de gestión operativa y administrativa de las áreas de Operación y Mantenimiento de las CHPM y Paute-Mazar.

El mantenimiento que se ha realizado en los equipos del sistema óleo hidráulico han sido preventivos y correctivos, en algunos equipos del sistema no se ha realizado mantenimientos preventivos con la consecuencia de que los mantenimientos correctivos

son más recurrentes, por distintas razones, ya sea por el fin de la vida útil de los equipos, por la contaminación a la que están expuestos y la inadecuada planificación del mantenimiento entre otras.

Mientras que en otros activos se ejecutan preventivos con demasiada frecuencia, que provocan ineficiencia, pérdidas por indisponibilidad, entre otros.

Inicialmente, el historial de las hojas de vida y las órdenes de trabajo de los equipos se llevaba en forma manual mediante tarjetas impresas que servían para el seguimiento y reporte de las actividades.

En el año 2004 se adquirió un software de mantenimiento (API PRO), en el cual se cargó el plan de mantenimiento de las actividades mensuales, bimestrales, semestrales, y anuales de las unidades de generación de la Fase AB.

Con el presente estudio, se propondrá mejoras en la gestión de activos de tal forma que se pueda disminuir las tareas repetitivas e innecesarias, frecuencias no adecuadas y reparaciones momentáneas (apaga fuegos) con las que se realizan ciertas actividades preventivas, con esto se aumentará la disponibilidad del SOH.

El plan de mantenimiento actual recoge sugerencias de los fabricantes, que son para condiciones en forma general en las que podrían trabajar sus equipos cuando inicia su operación, a la vez considera criterios en base a la experiencia de su personal que es un factor muy importante, pero la CHPM tiene condiciones como la mezcla de marcas y tecnologías que permiten sugerir un nuevo plan de mantenimiento de acuerdo a sus necesidades y condiciones, por tal motivo es importante realizar la optimización del plan de mantenimiento objetivo general de estudio.

1.4. Hipótesis

La disminución de tareas de mantenimiento preventivas permitirá mejorar la disponibilidad del sistema oleo hidráulico de las unidades de generación de la fase AB.

CAPÍTULO II

2. MARCO DE REFERENCIA

La gran demanda de energía eléctrica en nuestro país, obliga a mantener la disponibilidad permanente de todas las unidades de la CHPM, por tanto, se debe orientar todos sus esfuerzos a disminuir paradas no programadas y tiempo de indisponibilidad programada. Esto significa una revisión del plan anual de mantenimiento preventivo del SOH en las UGFAB, motivo de estudio. Para optimizar el plan de mantenimiento es necesario conocer y aclarar algunos conceptos.

2.1. Mantenimiento

“Combinación de acciones técnicas y administrativas, incluyendo supervisión, cuyo fin es mantener o reparar el aparato para que opere en un estado que le permita realizar las funciones requeridas” (NORMA ISO 14224, 1999, pág. 6).

2.2. Tipos de Mantenimiento

2.2.1 *Mantenimiento correctivo*

“Mantenimiento que se lleva a cabo después de haber reconocido la existencia de una avería, a fin de devolver a la pieza de equipo aquel estado que le permita realizar una función requerida” (NORMA ISO 14224, 1999, pág. 5).

2.2.2 *Mantenimiento correctivo planificado*

“Mantenimiento ejecutado después de una avería, pero están previstos los recursos necesarios para ejecutarlo”. (AENOR EN 13306, 2011).

2.2.3 *Mantenimiento Preventivo*

Es el mantenimiento que se realiza para prevenir daños en los equipos y se hace con una periodicidad de acuerdo a las recomendaciones del fabricante o según la necesidad de los mismos.

2.2.4 *Mantenimiento Basado en la Condición*

Es una técnica que analiza datos o parámetros establecidos en un equipo con la finalidad de que la intervención del mantenimiento sea en periodos adecuados.

2.2.5 *Mantenimiento Predictivo*

Como su nombre lo indica es una técnica de mantenimiento que predice futuros fallos en los equipos debido a las mediciones periódicas que se realizan con equipos especiales como son: ultrasonido, vibraciones, termografía, etc., que luego son analizados y evaluados para la intervención oportuna del mantenimiento.

2.3. Términos relativos al Elemento

2.3.1 Fallo

Es la pérdida funcional de una de las características de un elemento o equipo al que fue diseñado.

2.3.2 Causa de Fallo

“Es el origen o inicio de un proceso secuencial que lleva al fallo del equipo o elemento que pueden ser por diferentes razones.

2.3.3 Modo de Fallo

Como su nombre lo indica es la forma o manera en que un equipo o elemento de un sistema puede fallar.

2.3.4 Avería

Es el resultado de un daño o fallo de un elemento o equipo que impide cumplir con la función que fue diseñada.

2.3.5 Redundancia

Es la repetición de más de un componente o elemento para cumplir con una misma función encomendada.

2.3.6 Vida Útil

Se define como la duración de un equipo o elemento que alcanza el estado límite al cual fue creado para su funcionamiento.

2.3.7 Elemento reparable

“Elemento que puede devolver a un estado que pueda desarrollar una función requerida, después de la ocurrencia de un fallo y bajo condiciones determinadas” (AENOR EN 13306, 2011).

2.4. Términos relativos al tiempo

Tabla 1-2: Términos relativos al tiempo

| | |
|---|--|
| Tiempo de disponibilidad | Intervalo de tiempo en estado de disponibilidad. |
| Tiempo de mantenimiento | Intervalo de durante el cual el mantenimiento se ejecuta incluyendo retrasos logísticos y técnicos |
| Tiempo de inactividad | Intervalo de tiempo que un elemento se encuentra inactivo |
| Tiempo de funcionamiento | Intervalo de tiempo en el elemento cumple su función |
| Tiempo mantenimiento preventivo | Parte del tiempo de mantenimiento que se ejecuta mantenimiento preventivo incluye retrasos técnicos y logísticos |
| Tiempo de mantenimiento correctivo | Parte del tiempo de mantenimiento que se ejecuta mantenimiento correctivo incluye retrasos técnicos y logísticos |
| Tiempo de mantenimiento activo | Intervalo de tiempo de mantenimiento que excluye retrasos técnicos y logísticos |
| Tiempo de reparación | Parte del mantenimiento correctivo durante la reparación |
| Tiempo medio de reparación | Esperanza matemática del tiempo de reparación |
| Retraso logístico | Tiempo que no se puede ejecutar el mantenimiento en espera de adquirir recursos excluye retrasos administrativos |
| Ciclo de vida | Intervalo de tiempo que inicia con el diseño y termina con retirada del elemento |
| Tiempo entre fallas | Tiempo medido de buen funcionamiento entre fallas |
| Tiempo medio entre fallas | Media de los tiempos entre fallos |

Fuente: AENOR EN 13306, 2011

2.5. Metodologías de filosofías de mantenimiento disponibles

Actualmente existen muchas metodologías o filosofías que se pueden aplicarse en la industria de la generación eléctrica entre las principales tenemos las siguientes:

2.5.1 RCM - Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento centrado en confiabilidad)

“Proceso estructurado que permite definir las estrategias de mantenimiento que deben hacerse, para que los activos continúen cumpliendo con sus funciones en su contexto operacional”. (TOLENTINO, 2004)

2.5.2 TPM - Total Productive Maintenance (Mantenimiento productivo total)

“Nació en la industria automotriz de Japón en la década de los 70 y luego fue importado e integrado en las fábricas de los EE.UU. por los grandes pensadores de calidad total, Edward Deming y J.M. Juran” (TOLENTINO, 2004).

2.6. Forma de establecer un plan de mantenimiento

Según el libro de mantenimiento industrial de (TOLENTINO, 2004) recomienda utilizar las distintas etapas para crear un plan de mantenimiento:

2.6.1 Clasificación e Identificación de Equipos

Es necesario contar con un inventario de todos los equipos, según nuestro caso de estudio sería lo referente al SOH y que estén claramente identificados y clasificados. Para nuestro caso tenemos la estructura de árbol que va desde las instalaciones hasta un equipo específico, como se muestra en la siguiente figura:

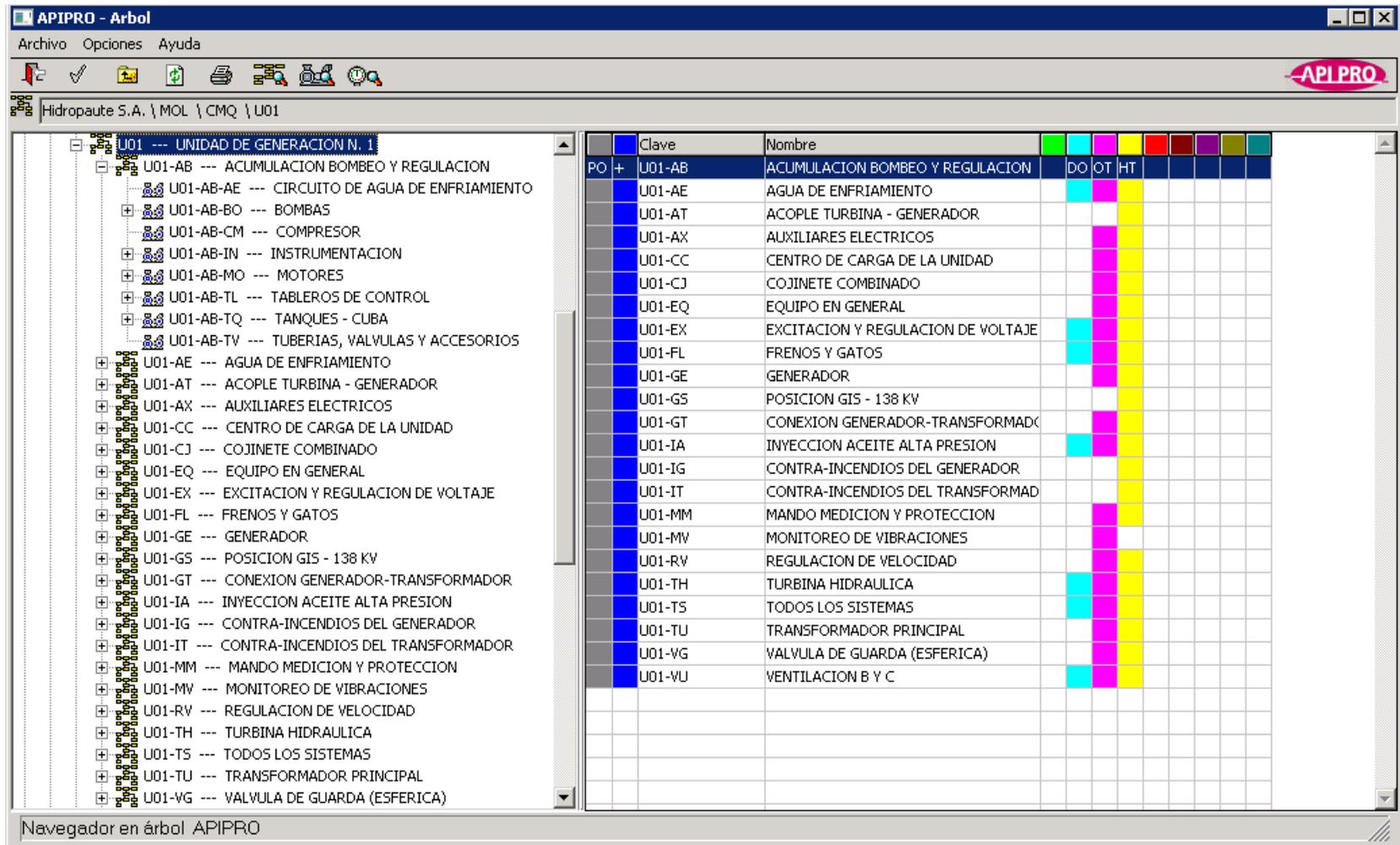


Figura. 1-2: Estructura de Árbol de las Instalaciones de la CHPM.
Fuente: Software APIPRO.

2.6.2 *Recopilar información*

Para establecer el plan de mantenimiento es importante conseguir la información que sea necesario a continuación los más importantes:

- Procedimientos para el Trabajo.
- Especificaciones de Diseño.
- Recomendaciones del Fabricante.
- Normativas vigentes
- Entre otros.

2.6.3 *Selección de la Política de Mantenimiento*

Para la selección de la política de mantenimiento que se va aplicar, se debe utilizar de acuerdo al equipo que se tiene. Para lo cual existen varios métodos cuantitativos y cualitativos. A continuación, se presentan el gráfico guía basado en el tipo de fallo y posibilidad de vigilancia, para seleccionar el tipo de mantenimiento a aplicar:

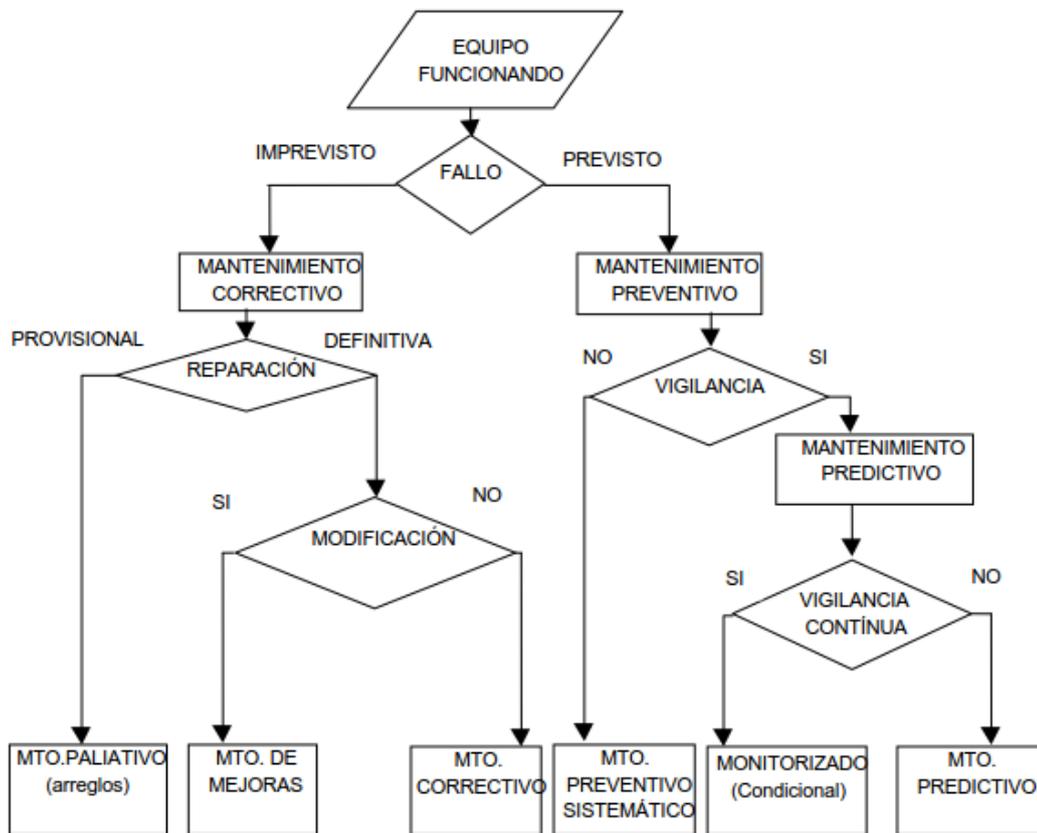


Figura. 2-2: Guía para seleccionar el tipo de mantenimiento a aplicar.

Fuente: (<http://es.slideshare.net/JorgeGamarraTolentino>).

Existen otras metodologías cualitativas más completas como el RCM (Mantenimiento centrado en la fiabilidad) o el AMFEC (Análisis de Modos de Fallos y Efectos).

2.6.4 Programa de Mantenimiento Preventivo

En el SOH de la CHPM, ya se cuenta con un programa de intervenciones definidas en un plan anual con actividades de mantenimientos:

- Mensual
- Bimensual
- Semestral
- Anual

2.6.5 Guía de Mantenimiento Correctivo

Con la experiencia del personal y según el software de mantenimiento “APIPRO” existen una gran cantidad de órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo en el historial de datos de los equipos de las unidades de generación, por tal motivo representa un gasto de recursos. Existe procedimientos de trabajo elaborados para algunos mantenimientos correctivos que son repetitivos y es necesario realizar otros para los que faltan.

2.6.6 *Indicadores de Gestión del Mantenimiento*

Dentro de los principales indicadores para el control de la gestión del mantenimiento que comúnmente son utilizados en las diferentes industrias tenemos las siguientes:

2.6.7 *Disponibilidad*

Es la capacidad que tiene un equipo, elemento o sistema para cumplir con la función a la que fue encomendada en cualquier momento que se necesite en un tiempo determinado.

2.6.1.1. *El objetivo de la disponibilidad*

La disponibilidad es un indicador que ofrece muchas posibilidades de cálculo y de interpretación. Así, por ejemplo, para la CHPM el objetivo de disponibilidad se centra en las horas en las que la planta se encuentre lista para generar energía eléctrica.

2.6.1.2. *Índices de Disponibilidad*

- Disponibilidad total

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

Ecuación N° 1

Para el cálculo de disponibilidad en la planta de la (CHPM), se calcula con la Ecuación N° 1.

2.6.8 Confiabilidad

Es la capacidad de un equipo, elemento o sistema para desarrollar satisfactoriamente una función para la cual fue diseñada durante un intervalo de tiempo específico después de entrar en operación.

Según Sexto se menciona que en cuanto a Confiabilidad:

Preciso es reconocer que una intervención, sea reparación por sustitución o restauración, no tiene que necesariamente devolver al activo, o sistema, a un nivel de confiabilidad igual, o presumiblemente superior, al que tenía cuando nuevo. Existen diferentes estados en que puede quedar un activo después de labores preventivas o correcciones. Un activo puede manifestarse en cualquiera de las siguientes situaciones.

- 1. Tan bueno como nuevo.*
- 2. Mejor que antes de fallar, pero peor que nuevo.*
- 3. Mejor que nuevo.*
- 4. Tan malo como antes de fallar.*
- 5. Peor que antes de fallar.*

(SEXTO, Ingeniería de fiabilidad, material de estudio, maestría de Gestión de Mantenimiento, 2014)

2.6.9 Mantenibilidad

Es la capacidad de un equipo, elemento o sistema que luego de haber sufrido una interrupción o reparación pueda cumplir nuevamente su función.

2.6.10 Plan de Mantenimiento

El plan de mantenimiento para la CHPM consta de lo siguiente:

- Actividades sobre el equipo sujeto al mantenimiento
- Procedimientos, instructivos

- Materiales, repuestos
- Mano de obra
- Duración necesaria para realizar el mantenimiento
- Periodicidad de intervención

2.7. Diagrama de Pareto

“Es un método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales)” (<https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>, s.f.).

El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema (<http://www.gestiopolis.com>, s.f.).

2.7.1 *Elaboración del Diagrama de Pareto*

Para la elaboración del diagrama de Pareto es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar los datos y el periodo de tiempo al que se refieren dichos datos
2. Agrupar y tabular los datos por categorías.
3. Comenzando por la categoría que contenga más elementos y, siguiendo en orden descendente, calcular:
 - Frecuencia absoluta (N° Fallas)
 - Frecuencia absoluta acumulada.
 - Frecuencia relativa unitaria (% Acumulado)
4. Dibujar el diagrama de Pareto.
5. Representar el gráfico de barras correspondiente que, en el eje horizontal, aparecerá también en orden descendente.
6. Delinear la curva acumulativa.
7. Se dibuja un punto que represente el total de cada categoría. Tras la conexión de estos puntos se formará una línea poligonal.

8. Identificar el diagrama, etiquetándolo con datos como: título, fecha de realización, periodo estudiado.
 9. Analizar el diagrama de Pareto.
- (<https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>, s.f.)

2.8. Descripción General de las Centrales Hidroeléctricas

Las centrales hidroeléctricas se construyen en los cauces de los ríos, creando un embalse para retener el agua. Para ello se construye un muro grueso de piedra, hormigón u otros materiales, apoyado generalmente en alguna montaña.

La cantidad de agua embalsada se conduce a través de una tubería hacia los álabes de una turbina, la cual está conectada al generador. Así, el agua transforma su energía potencial en energía cinética, que hace mover los álabes de la turbina. Este proceso se puede apreciar en la siguiente figura.

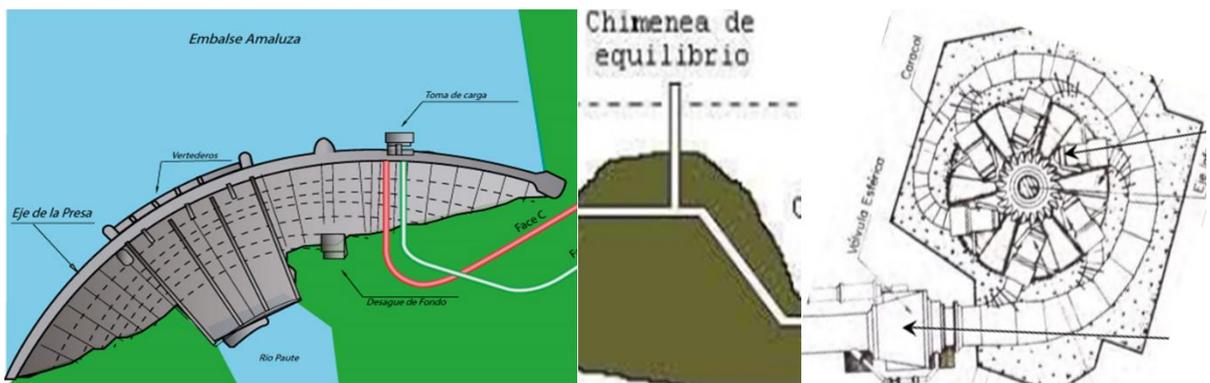


Figura. 3-2: Descripción del proceso de generación de una Central Hidroeléctrica
Fuente: Central Hidroeléctrica Paute

Una central hidroeléctrica es aquella en la que la energía potencial del agua almacenada en un embalse se transforma en la energía cinética necesaria para mover el rotor de un generador, y posteriormente transformarse en energía eléctrica. Por ese motivo, se llaman también centrales hidráulicas (GARCIA-Mauricio, 1999).

2.9. Sistemas que conforman las Unidades de Generación de la Fase AB

La Fase AB de la CHPM comprende cinco unidades de generación de 105 MW. A continuación, se detallan los principales sistemas que conforman una unidad de generación:

- Acumulación bombeo y regulación (Oleo hidráulico)
- Agua de enfriamiento
- Auxiliares eléctricos
- Excitación y regulación de voltaje
- Frenos y gatos
- Generador
- Cojinete combinado
- Inyección de aceite alta presión
- Mando, medición y protección
- Regulación de velocidad
- Turbina hidráulica
- Transformador principal
- Válvula de guarda (esférica)
- Ventilación B y C

Para el estudio se enfocará en los sistemas de: acumulación bombeo y regulación, válvula de guarda y turbina hidráulica; que son sistemas que necesitan del sistema oleo hidráulico para su funcionamiento (CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO FASE AB, 1990, Octubre).

2.9.1 Sistema Acumulación Bombeo y Regulación (SABR)

El SABR de las unidades de la Fase AB tiene las siguientes características generales:

- Aceite tipo: Shell Tellus 29/46
- Volumen: 2080 l.
- Temperatura promedio: 45°C.
- Caudal de agua de enfriamiento: 150 l/min.
- Presión promedio de Operación: 28 Kg/cm²

Conocido en la CHPM como “Sistema Oleo Hidráulico”, sirve para controlar las agujas, deflectores y válvula esférica de las Unidades de Generación. Está constituido por aceite a presión, el cual se encarga de regular la velocidad controlando el caudal de ingreso al rodete de la Turbina Pelton.

La regulación de control se realiza mediante el posicionamiento de las agujas y deflectores, para mantener a la máquina girando siempre a la velocidad sincrónica de 360 rpm en los diferentes estados de carga de la unidad por medio del gobernador electrónico que controla la válvula principal que permite el paso del aceite desde el tanque de acumulación a una presión constante. El SOH (Ver esquema Hidráulico en **Anexo A**) esta interconectado eléctrica o mecánicamente con los siguientes módulos: (CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO FASE AB, 1990, Octubre).

2.9.1.1. Acumulación

A continuación, se detalla las partes principales con sus respectivas funciones:

Tabla 2-2: Partes principales del Subsistema Acumulación

| ELEMENTO | FUNCION |
|--|--|
| Motor-Bombas 88PR1-PR2/88 PR2-PR2 | Suministrar aceite a una presión nominal de 28 Kg/cm ² y un caudal de 2381 l/min |
| Válvulas de arranque 20AVVPR1/20 AVVR2 | Se encuentran ubicadas a la salida de la unidad de bombeo y permiten el arranque de la bomba sin carga. |
| Válvulas de alivio o de seguridad nQePR1 / nQePR2 | Cumple la función de protección a máxima presión, abriéndose a una presión de 31 Kg/cm ² , en caso de que las válvulas de paso VQPR1 Y VQPR2 sean olvidadas en posición cerradas. |
| Válvula de paso VQPR1 / VQPR2 | Permitir el paso de aceite al circuito de presión en posición abierta |
| Presostatos para arranque de bombas 63QPR1 / 63QPR2 | Permiten mediante la señal de presión, la calibración se tiene en valores de 14 Kg/cm ² para el cierre de contactos y de 10Kg/cm ² para la apertura de dichos contactos. |
| Válvula reguladora nQPR1-2 | Común para los dos circuitos de las unidades de bombeo y que permite limitar la presión a 28 Kg/cm ² , que es la presión nominal de trabajo del sistema. |
| Válvulas (check) rQPR1 / rQPR2 / rQPR3 | Cumplen la función de evitar el retorno de aceite, están ubicadas una en cada salida del circuito respectivo (rQPR1 y rQPR2) y la otra (rQPR3) a la entrada al tanque de presión aire/aceite. |

| ELEMENTO | FUNCION |
|--|---|
| Tanque de Presión aire – aceite A-Q | Está sobre la unidad de bombeo y está provisto de un tanque auxiliar de aire a presión. Es alimentado desde un compresor propio del sistema para mantener el control de nivel y presión en condiciones de reposo y operación de la unidad; se puede utilizar el compresor de otra unidad en caso de falla del propio. |
| Tanque acumulador A | Compuesto por planchas de acero que da un volumen total de 2,6 m3. En su interior está formado de dos secciones principales separadas por un filtro cubierto de malla y un serpentín de enfriamiento o intercambiador de calor. |
| Intercambiador de calor | Tipo espiral, para enfriamiento del aceite del sistema oleo hidráulico |
| Presóstato 631GO | Control de presión del tanque. |
| Presóstato 632GO | Arranque y paro del compresor con máquina en reposo |
| Presóstato 633GO | Precondiciones |
| Presóstato 634GO | Disparo por baja presión 22 Kg/cm2 |
| Presóstato 631GOS | Disparo por baja presión 22 Kg/cm2 |
| Manómetro 632GOS | Presión del circuito |
| 711GOS: | Indicadores de nivel |
| 712GOS: | Control de nivel (para alarmas de bajo o alto nivel) |
| Contactores para flotador control de nivel de aceite FAQ 1-8 | El flotador se mueve entre dos límites mecánicos fijos, con una carrera máxima de 1100 mm, la que es transportada en dispositivo FAQ en una rotación de aproximadamente 294° que equivale a 550 litros de aceite. |

Fuente: (CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO FASE AB, 1990, Octubre)

2.9.1.2 Gobernador (GO)

En la siguiente tabla se enumera los elementos como válvulas, filtros; y partes principales del gobernador.

Tabla 3-2: Partes principales del GO

| ELEMENTO | FUNCION |
|--------------------------------|--|
| Válvula Solenoide 20GO | Controla el paso de aceite hacia la válvula de corte 20Q. |
| Válvula de corte 20Q | Para el control de la salida de aceite desde el tanque de presión hacia el accionada mediante la válvula solenoide 20GO. |
| Filtro secundario OQ1 - OQ2 | Filtrar impurezas |
| Transductor EHT | Transformar la señal eléctrica a una señal mecánica directamente proporcional. La unidad transductora permite controlar el posicionamiento de agujas y deflectores para los diferentes estados de carga de la unidad actuando diferentemente |

| | |
|--|--|
| | sobre la válvula de distribución principal DC. |
| Válvula reguladora de presión Np calibrada a 10 bar | Función principal regular la presión que va hacia el relé hidráulico de 28 a 10 bares |
| Válvula Principal DC | Mediante esta válvula se realiza la regulación de presión en el rango de 0 a 28 Kg/cm ² y permite controlar el posicionamiento del servomotor de los deflectores de la turbina. |
| Válvula de paro de emergencia iQC1 | Se encuentra acoplada directamente a la válvula de distribución principal DC y controla el paso de aceite para la operación del servomotor de los deflectores. |
| Válvula de bloqueo de la 20 GO iQC2 | Bloquea el paso de aceite hacia la válvula 20 GO |
| Válvula de descarga de la DC iQC3 / iQC5 | Sirven para descargar la cámara superior y de esta manera se mantiene la válvula DC en posición cerrada, |
| Válvula de control iQC4 | Válvula de control de la válvula iQC1 |
| Válvulas solenoide de parada parcial 20TBP | Cuando en la unidad se produce una falla que de paro parcial de la máquina bloquea el paso de aceite hacia la válvula iQC5, |
| Válvulas solenoide de parada total 20TBS | No permite el paso de aceite hacia el servomotor, hace que éste vaya a la posición de cierre total y bloquee el sistema de agujas y deflectores, produciendo el cierre de paso de agua hacia la turbina y de esta manera la unidad vaya al paro total. |
| Válvulas auxiliares HQ 1.3.5 / HQ 2.4.6 | Las válvulas auxiliares HQ permiten el paso del aceite a través de las válvulas solenoides 20N hacia las dos selecciones de conjuntos triples de las agujas, esto es: válvula HQ 1/3/5 controlado por la respectiva válvula solenoide 20N 1/3/5 y la válvula HQ 2/4/6 controlada por la válvula solenoide 20N 2/4/6. |
| Válvulas solenoides de comando de HQ 20N 1.3.5 / 20N 2.4.6 | |

Fuente: (CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO FASE AB, 1990, Octubre)

En la siguiente figura se aprecia el sistema de acumulación y el esquema oleo hidráulico.

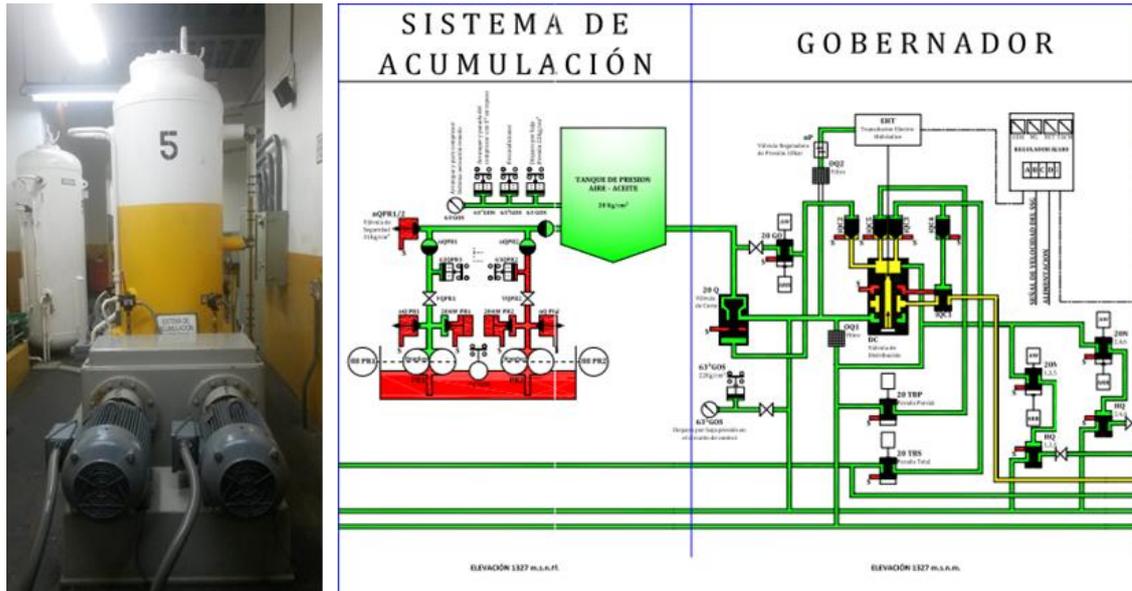


Figura. 4-2: Sistema de Acumulación Bombeo y Regulación.
Fuente: (CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO FASE AB, 1990, Octubre)

2.9.2 Válvula esférica (VE)

Es el elemento de protección e interceptación entre la tubería de presión y la turbina, trabaja en posición abierta o cerrada, asegurando en el primer caso un flujo continuo con el mínimo de pérdidas y en el segundo caso una estanqueidad total hacia el lado de la turbina. La válvula es de tipo rotativo, accionada por un servomotor hidráulico que le da un giro a 90°. Está dotado de dos sellos móviles aguas arriba y aguas abajo, que garantizan la estanqueidad de la válvula.

El control de apertura y cierre de la válvula se la hace a través de un circuito de aceite a presión, proveniente del sistema Oleo Hidráulico de 28 Kg/cm² y el comando de apertura y cierre a través de un circuito de agua de presión de 66 Kg/cm² que proviene de una derivación de la tubería de presión antes de la válvula esférica (CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO FASE AB, 1990, Octubre).

En la siguiente tabla, se detalla los elementos principales y la función que cumplen cada elemento:

Tabla 4-2: Elementos Principales y Válvulas Auxiliares de la Válvula de Esférica.

| ELEMENTO | FUNCION |
|-----------------------------|--|
| Cuerpo externo | Es de acero fundido Am 50, dividido en dos mitades, con pies de apoyo fijador en las bases de hormigón armado por medio de pernos y planchas de anclaje. |
| Sellos aguas arriba y abajo | Garantizan estanqueidad de VE y están accionados por agua a presión. La operación del sello aguas abajo está dentro de la secuencia de apertura y cierre de VE por medio del sistema oleo hidráulico. En cambio, el sello aguas arriba es de operación manual. |

| | |
|---|--|
| Rotor | Es una esfera de acero fundido Am50, con dos puntos de apoyo y una perforación media de $\varnothing=1440\text{mm}$ que se acoplan al diámetro de la tubería. |
| Servomotor | Es un pistón de doble efecto y de tipo diferencial operado con agua a presión 66kg/cm ² . La apertura es por diferencia de fuerzas en las cámaras, ya que las presiones son igual y el cierre es por diferencia de presión, ya que la cámara posterior se pone a la descarga. |
| By-Pass | Es una tubería que conecta el distribuidor con el caracol a través de una válvula de accionamiento hidráulico llamado válvula hongo a 20W. |
| Válvula de aireación 20A. | Sirve para desalojar el aire existente en el caracol durante el arranque de la unidad. |
| Válvula de control HQ By pass | Chequea el paso de aceite de 20S y de la línea de presión para abrir la válvula hongo del By-Pass 20W hacia el distribuidor |
| Válvula HQ 12i | Controla el dispositivo de sobre velocidad. Al estar actuada no da paso a la válvula 20S. |
| Válvula Hongo By-pass 20W | Iguala presiones antes y después de la válvula esférica |
| Válvula solenoide 20S | Electroválvula accionada desde el PIT para señal de apertura de válvula esférica |
| Válvula 63 Q By-Pass | Válvula de control de presión del caracol. Para presiones menores a 44Kg/cm ² despresuriza la línea de aceite. |
| Válvula cuatro vías VQ2 | Válvula manual para bloqueo de apertura de válvula esférica |
| Válvula sellos aguas abajo VHWQ | Permite abrir y cerrar el sello aguas abajo con mando oleodinámico. Esta válvula se abre después que la línea de aceite de control ha chequeado todas las condiciones previas de la secuencia de arranque. |
| Válvula de rotación H-WQ Rotación | Da paso de presión a la cámara de apertura del servomotor luego que el aceite de control ha comprobado todas las acciones para la apertura de VE. |
| Válvula iQ2 | Chequea la presión de la válvula VHWQ de sello aguas abajo. En la posición de sellos aguas abajo abierta da paso de presión de aceite. |
| Válvula iQ1 de rotación | Válvula de protección que una vez abierta el sello aguas abajo permite abrir el servomotor de válvula esférica |
| Válvula iQ3 | Chequea posición del sello aguas abajo. Si está abierto da paso de presión de aceite para abrir la válvula HWQ Rotación |
| Válvulas check rQ1 20W / rQ2 20W rQ BY-PASS | Válvula check de la válvula HQ Bypass |
| Válvula iQ By-pass | Bloquea la despresurización de aceite que acciona la válvula. HQ Bypass para sello aguas abajo abierto. Para sello aguas abajo cerrada despresuriza la línea y des acciona la válvula HQ Bypass. |
| Válvula de cuatro vías VQ | Chequea la posición de apertura de sellos. Si el sello aguas arriba está insertado no da paso de presión, si está abierto el sello sigue la secuencia de la línea de presión |
| Válvula de mantenimiento | Válvula manual de apertura y cierre del sellos aguas abajo. |

Fuente: Curso de Capacitación para operadores Central Paute Fase AB, octubre 1990

En la siguiente figura, se visualiza la válvula esférica ubicada en el nivel 1322 y un esquema oleo hidráulico para la apertura y cierre de la válvula.

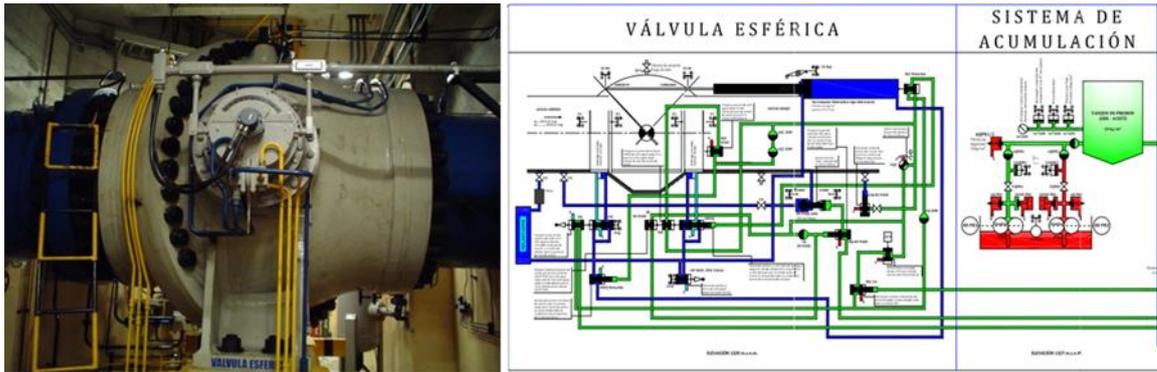


Figura. 5-2 : Válvula esférica.

Fuente: (CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO FASE AB, 1990, Octubre)

2.9.3 Turbina Hidráulica

Por las condiciones físicas de caudal y altura propias de la zona, se determinó el uso de turbinas Pelton de eje vertical para las Fase AB. Entre las principales características de las turbinas están las siguientes. (<https://www.celec.gob.ec/hidropaute>, 2015):

Tabla 5-2: Características de la Turbina Hidráulica.

| | |
|-------------------------------------|---|
| Tipo | Pelton, eje vertical |
| Elevación rodete de turbinas | 1.323 m.s.n.m. |
| Número de Inyectores | 6 |
| Rendimiento | 91.83 % |
| Rotación | Sentido horario visto desde el nivel superior |
| Peso | 14.6 Ton |
| Material | 13 % Cr, 4 % Ni |
| Fabricantes | Tosi Ansaldo |
| Número de alabes del rodete | 22 |
| Caída neta | 657 m |
| Potencia, caída neta | 116 MW |
| Número de unidades | 5 |

Fuente: (<https://www.celec.gob.ec/hidropaute>, 2015)

2.9.3.1. Partes de la Turbina:

Las turbinas Pelton están constituidas por los siguientes elementos: (CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO FASE AB, 1990, Octubre).

Tabla 6-2: Características de la Turbina Hidráulica.

| ELEMENTO | FUNCION |
|----------|---------|
|----------|---------|

| | |
|------------------------------|--|
| Rodete | El rodete es el elemento que al girar por acción de un chorro de agua genera potencia al eje. El principio de funcionamiento del rodete está basado en que el inyector orienta el chorro de agua el cual toma contacto con los alabes al ingresar al rodete. |
| Inyectores | Son los elementos que permiten controlar el ingreso de caudal de agua hacia la turbina para mantener la velocidad de sincronismo de la unidad. Cada inyector está conformado por la aguja con su respectivo asiento y que toma su posición en concordancia con los deflectores. |
| Cojinete Guía | El cojinete de tipo auto lubricado en baño de aceite, con 8 patines autos orientables, está montado en la parte superior de la carcasa pelton y sirve de guía en la rotación de la turbina. |
| Eje | El Eje es el elemento que transmite al generador la potencia producida por la turbina, el eje está hecho en una sola pieza tiene un agujero de 150 mm; Diámetro nominal: 780 mm; Diámetro de las bridas de acoplamiento: 1370 mm; Largo total: 3890 mm y Material: Acero al carbono. |
| Tubería en Espiral o Caracol | El Caracol transforma la energía de Presión que tiene el agua antes de llegar al caracol en energía cinética la velocidad va aumentando mientras va variando la sección de la tubería, El Caracol constituye la tubería de conexión entre la Válvula Esférica y los seis inyectores. |
| Carcaza y Ductos Ventilación | Estructura metálica de chapa de acero de forma cilíndrica que cubre todo el recinto, evitando así la dispersión del agua al salir del rodete, protegiéndose de esta manera el recinto de la turbina. |
| Rejilla Quiebra chorro | Permite partir el chorro de agua que sale del rodete, constituido por seis sectores sostenidos externamente por medio de soportes soldados al revestimiento metálico e internamente por medio de un soporte anular empotrado en el pilar central. |
| Caja Pelton | Es el recubrimiento externo de la turbina y consiste en una estructura metálica de chapa de acero de forma cilíndrica con nervaduras de endurecimiento y anclaje externo que se extiende por toda la altura del revestimiento del sumidero. |
| Emparrillado Sumidero | Bajo la caja hay un emparrillado constituido por 6 sectores, sostenidos por un estrellón de 6 vigas sostenidas, a su vez externamente por medio de soportes soldados al revestimiento metálico del sumidero e internamente por medio de un soporte anular empotrado en el pilar central. |

Fuente: (CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO FASE AB, 1990, Octubre)

CAPÍTULO III

3. MÉTODOS Y MATERIALES

El desarrollo del presente trabajo utiliza una metodología de investigación científica exploratoria y descriptiva que se basa en las técnicas de bibliográfica e inspecciones de campo y encuestas al personal involucrado en el mantenimiento, estas últimas son las técnicas de investigación utilizadas para la recolección de la información. Se toma como caso estudio para el análisis desde el año 2004 hasta el 2014 de todas las UGFAB, también a considerar las fallas correctivas que han causado indisponibilidad durante el tiempo de operación, considerando solamente el sistema oleo hidráulico motivo del estudio.

3.1. Situación actual del Mantenimiento Preventivo del SOH

El mantenimiento que se viene ejecutando actualmente es un mantenimiento preventivo elaborado en base a las recomendaciones de los fabricantes, también se utiliza el mantenimiento correctivo cuando se tiene fallas en los equipos, además se viene realizando desde hace muy poco el mantenimiento predictivo enfocado al análisis de vibraciones a los motores y bombas de las unidades, como se dijo anteriormente se tiene un software de mantenimiento (APIPRO), que se utiliza desde el año 2004.

Durante un año de operación de 8760 horas, las unidades de generación de la Fase AB (U01-U02-U03-U04 y U05) se realizan paradas programadas para el mantenimiento preventivo basado en frecuencia de:

- Bimestral (2M): Tiempo de indisponibilidad de 9 horas.
- Semestral (6M): Tiempo de indisponibilidad de 72 horas
- Anual (1A): Tiempo de indisponibilidad de 144 horas

A continuación, una figura del plan de mantenimiento anual de los mantenimientos de las unidades de generación de la Fase AB.

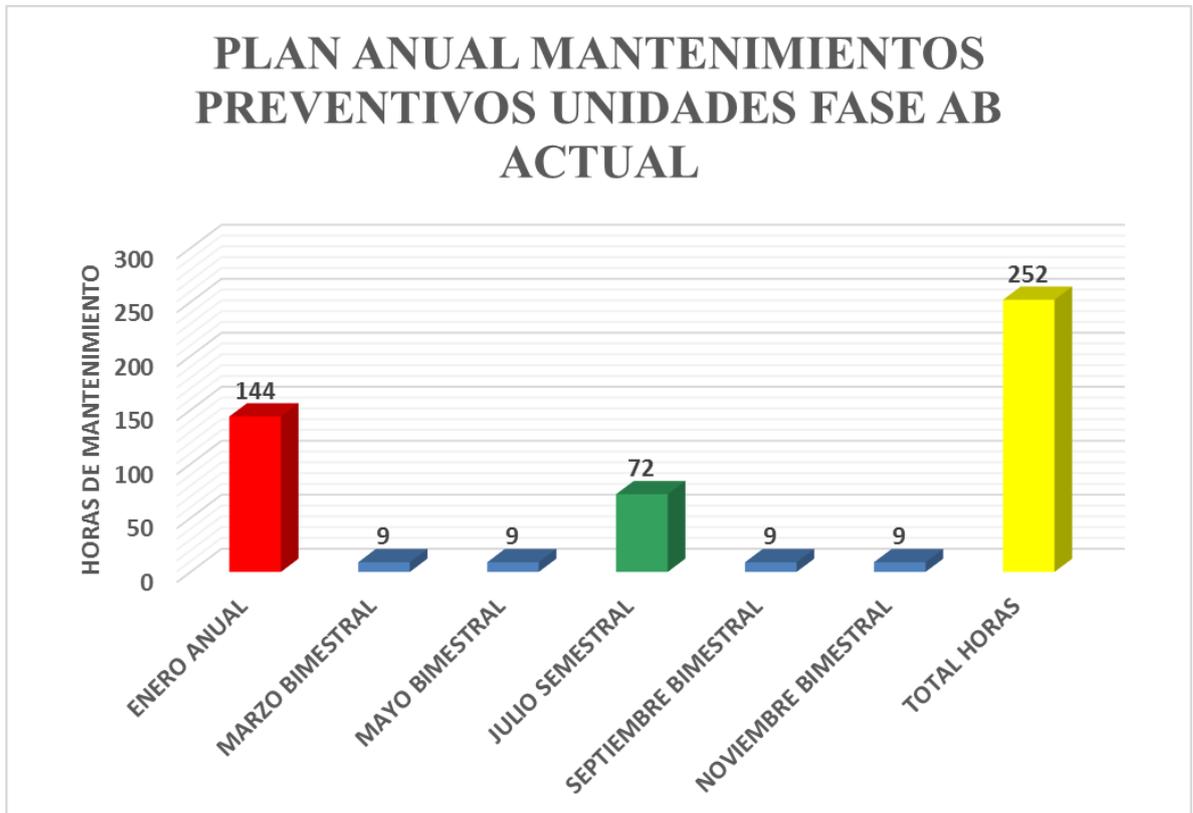


Figura. 6-2 : Plan Anual Actual Fase AB
Fuente: Plan de Mantenimiento Anual CHPM

Lo que se pretende realizar es optimizar el plan de mantenimiento con la eliminación de los mantenimientos bimestrales de las unidades de generación, y reducir el tiempo de mantenimiento en los semestrales y anuales con la implementación de mantenimientos en línea aprovechando que se tiene filtros dúplex e independientes.

3.1.1 Software de mantenimiento (API PRO)

El sistema de Software de Gestión de Activos Empresariales (Enterprise Asset Management Software) API PRO, da soporte a la organización del mantenimiento con una fácil generación de ODT tanto preventivas, correctivas y adecuaciones y reporte de equipo defectuoso, (RED), asignación de recursos, planificación del plan anual de

mantenimiento (bimestral, semestral, anual) para el análisis y seguimiento de la información técnica y financiera.

Este software tiene la capacidad de ingresar: fichas técnicas de los equipos, inventarios de repuestos, materiales, activos fijos de la empresa con sus respectivos costos, nómina del personal con su costo/hora y la realización de informes del historial de los equipos.

Cabe indicar que este programa no está siendo utilizado al 100%, además que está pendiente realizar la actualización de éste programa, la falta de licencias para el personal ya que cuando se tiene que reportar las novedades realizadas durante el mantenimiento, se tiene un límite de máximo de 10 personas y esto hace que se retrasen los reportes o lo hacen a la ligera, generando así información en ciertos casos incompleta para el historial de los equipos.

A continuación, en la siguiente figura un ejemplo de una ODT que se planifica para el mantenimiento bimestral del sistema de acumulación bombeo y son impresas por el supervisor o jefe del área para el desarrollo y ejecución del mantenimiento mecánico.

| | | |
|--|--|------------------|
|  <p>CELEC Corporación Eléctrica del Ecuador HIDROPAUTE</p> | CENTRAL HIDROELECTRICA PAUTE-MOLINO | Página: 1 de 2 |
| | Historia de trabajo nro 109987 | Rev: 00 |
| | Fecha de impresión: 13/01/2017 | Cód: MO-SM-02 |
| | | Elab: 2008/12/03 |

| | | |
|------------------------------|------------------------------------|---|
| Instalación: | U01 | UNIDAD DE GENERACION N. 1 |
| Posición: | U01-AB | ACUMULACION BOMBEO Y REGULACION |
| Objeto Mtto.: | U01-AB-CM | COMPRESOR |
| Tipo de mant: | Preventivo | |
| Nombre Orden Trabajo: | 2M:Revisión general del compresor. | |
| Prioridad: | Normal | Fecha y hora ejecución real 01/03/2015 14:15 |
| Fecha inicio: | 01/03/2015 07:32 | Tiempo de parada (h): 0 |
| Fecha finaliz.: | 01/03/2015 14:15 | Tiempo de respuesta (h): 0 |
| Responsable: | MMMANOSALVAS | Tiempo espera por repuesto (h): 0 |
| Tipo tarea: | MP | Area: MANTENIM. MECANICO |
| Intervalo tiempo: | 2 Meses | Modo de falla: |
| Cód. Restricción: | Fuera de servicio | Acción correctiva: |

Descripción:

1. Verificación del nivel y estado del aceite.
2. Mantenimiento del filtro de aire.
3. Revisión y vacío del filtro.
4. Verificación de ajuste de pernos de anclaje.
5. Limpieza general del equipo.

Reporte del trabajo

2015.03.01

Marlon Manosalvas.

INSPECCION INICAL.

Se encuentra el equipo parado.

ACTIVIDADES REALIZADAS:

Se revisa estado y nivel de aceite = OK.

Se revisa, y limpia filtro de ingreso de aire = OK.

Se revisa filtro de aire del carter = OK.

Se revisa el anclaje del equipo = OK.

Se realiza limpieza, y revisión externa del equipo.

PENDIENTES

Se requiere realizar procedimiento para las tareas de este equipo.

CONDICION DEL OBJETIVO DE MANTENIMIENTO:

Nivel, estado del aceite, anclaje, filtros, y limpieza del equipo =

OK.

DOCUMENTACION UTILIZADA

Procedimiento ?.

Medidas de Seguridad y control de riesgos:

Código: SEGM2M02 Equipo fuera de servicio

1. Consignar orden de trabajo.

2. Equipo fuera de servicio.

Medidas de Seguridad y control de riesgos:

Código: RF3-10 RUIDO Y VIBRACION

Ruido y vibración.

Medidas de Seguridad y control de riesgos:

Código: RF3-70 CAIDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL

Caída de personas al mismo nivel.

Figura. 7-3: Orden de Trabajo

Fuente: APIPRO

También, un ejemplo de un RED generado por un problema que se presentó en el compresor del sistema oleo hidráulico, que luego de ser aprobado se realiza la ODT, para la ejecución inmediata de la misma.

| | | | |
|---|---|--|--------|
|  | REPORTE DE EQUIPO DEFECTUOSO | | HOJA: |
| | No. PL005464 | | 1de 1 |
| HP-MEM-F14 | REVISION: 02 | FECHA: 10/05/2007 | |
| TARJETA No. | | | |
| FECHA/HORA: 11/17/2015 9.00 | INSTALACION: U03 SISTEMA: U03-AB | UNIDAD DE GENERACION N. 3 ACUMULACION BOMBEO Y REGULACION | |
| REPORTADO POR: PCACERES | EQUIPO: 449152PV | Tanque acumulador aire 442 | |
| DESCRIPCION DE LA FALLA O REQUERIMIENTO | | | |
| Revisar presencia agua en cuba U03-RV Presencia de agua en Cuba de Regulador. | | | |
| ALARMAS ACTUADAS: | | | |
| ACCION INMEDIATA TOMADA: | | | |
| PRIORIDAD: 2 Urgente | | | |
| RESTRICCION: F Fuera de servicio | | | |
| TIPO DE CORRECTIVO: M MECANICO | | | |
| UBICACION: CASA DE MAQUINAS MOLINO | | | |
| SOLICITADO POR: PCACERES | | REVISADO POR: JTORRES | |
| SUBG. MANTENIMIENTO: RCALLAY | | EMPRESA CONTRATISTA: SI | |
| GERENCIA DE PRODUCCION: NO | | | |
| RESPONSABLE: RCALLAY | FECHA Y HORA: | No. ORDEN TRABAJO: | 119271 |
| OBSERVACIONES | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| ALMACENAMIENTO: DIRECCION DE MANTENIMIENTO | | TIEMPO DE ALMACENAMIENTO: 2 AÑOS | |

Figura. 8-3: Reporte de Equipo Defectuoso

Fuente: APIPRO

Después de haber ejecutado la ODT se reporta la misma, para luego ser enviado las novedades a la hoja de vida del equipo de igual forma se queda las novedades en el historial del APIPRO.

A continuación, se muestra el formato utilizado para el historial de las hojas de vida de los equipos.

|  CELEC Corporación Eléctrica del Ecuador HIDROPAUTE | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MANTENIMIENTO MECANICO | | | Pag | 1 de 1 | |
|---|---|------------------------|--|-------------------------|------------------------|--------------|
| | | | | Revisión: | 01 | |
| | | | Código: | M-44 | | |
| Protección: Mant Mecánico | | Almacenamiento: Físico | | Archivo activo : 2 años | Fecha Elab: 20/06/2008 | |
| INSTALACION: Unidad de Generación 1 SISTEMA : Acumulación y bombeo EQUIPO: En general | | | | | | |
| FECHA | HORAS DE OPERACIÓN | ORDEN DE TRABAJO | DESCRIPCION DEL TRABAJO | PARTES CAMBIADAS | TIPO DE MANTENIMIENTO | HORAS HOMBRE |
| 07/02/2011 | 168683 | 79797 | Cambio realizado de 2 neplós 1" de acero inoxidable en las tuberías de entrada y salida de agua hacia el serpentín de enfriamiento del regulador U3 | | Correctivo | 5 |
| 23/02/2011 | | 78556 | Se traslada la purificadora desde la U7 hasta la U1. Se acopla la purificadora a la cuba de aceite. Se revisa el nivel de aceite de la purificadora OK. Se limpia el filtro de entrada de la purificadora. Se arranca la purificadora. horas de arranque purificadora 12184h Nivel de aceite de purificadora OK Se arranca la purificadora, horas de arranque purificadora 12625h Nivel de aceite de purificadora OK Se traslada el tanque de residuos al nivel 1333msnm. Se para la purificadora y retira del sistema. Horas de purificación: 832h y Horas de operación del equipo: 13.016h | | Preventivo | 28,75 |
| 25/01/2011 | 166451 | 77339 | Se realiza la limpieza general del equipo, filtros principales y secundarios encontrándose poca suciedad. | | Bimestral | 2 |
| 25/01/2011 | 166451 | 77340 | Revisión de aceite del compresor se encuentra en buenas condiciones. Desmontaje de la válvula de descarga del compresor y limpieza interna, pruebas de accionamiento sin novedad. | | Bimestral | 1,5 |
| 20/07/2011 | | 75181 | Control del nivel, presión y temperatura del aceite en el sistema. Datos en formato. presión en 63-1 GO 27.3 Kg/cm2 presión en 63-2 GOS 27.2 Kg/cm2 temperatura 37.6 °C Potencia 87.65 MW Se repone 15 galones de aceite tellus 46 purificado | | Semestral | 2 |

Figura. 9-3: Formato de Hoja de vida de los equipos

Fuente:

Archivo

Técnico

de

Mantenimiento

Mecánico

3.1.2 Registros y formatos que se manejan en el área de mantenimiento mecánico

En el área de mantenimiento mecánico existen varios formatos desde que se inició con la operación y mantenimiento de la Fase AB desde el año 1983 que son utilizados en el sistema oleo hidráulico y se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 7-3: Formatos del Sistema Oleo Hidráulico

| FORMATO | DESCRIPCIÓN | NOTA | FRECUENCIA |
|---------|--|--|------------|
| M-02 | Control de Presión y Temperatura del Sistema de Regulación | Para controlar el nivel, la presión y temperatura del aceite hidráulico | Mensual |
| M-23 | Calibración de Carrera de Agujas y Asientos Fase "AB" | Datos de cómo queda la carrera de agujas | Anual |
| M-44 | Hoja de vida de los equipos | Aquí se registran manualmente todas las novedades que generan los reportes de las órdenes de trabajo | Mensual |
| M-50 | Hoja de control de reposición mensual de aceite | Para tener un control de cuanto aceite se ocupa mensualmente | Mensual |
| M-12 | Pruebas de Válvula Auxiliares de válvula Esférica | Para controlar el funcionamiento del sistema | Anual |
| M-21 | Calibración de Tiempos y Presiones de carrera de agujas | Para el control de tiempos y presiones de la apertura de las agujas | Semestral |
| M-06 | Datos de Vibraciones | Para el control de rodamientos de los motores | Semestral |

Fuente: Formatos CHPM

A partir del año 2004 toda esta información se viene actualizando en formatos realizados en Excel que se han ido modificando de acuerdo a las necesidades del área, (Ver **Anexo B**), además el historial de las hojas de vida del equipo se registra en el software APIPRO.

Existen manuales de operación y mantenimiento, originales dejado por los constructores y también manuales de equipos que se han instalado debido a que los originales fueron desmontados, además planos realizados a mano y algunos que fueron digitalizados, estos se tienen en un archivo general de la central y otras copias reposan en el área de mantenimiento mecánico y operación.

En cuanto a los materiales y repuestos que se necesitan existen una bodega central para almacenar los materiales fungibles y repuestos, adicional hay una bodega para repuestos

que son más grandes como los inyectores, rodete, servomotor de deflectores, entre otros.

3.1.3 *Actividades actuales del Mantenimiento programado para el SOH*

Las actividades de mantenimiento mecánico que se vienen ejecutando hoy en día en los equipos del SOH son las recomendaciones que dan los fabricantes según los manuales de mantenimiento y algunos que se han implementado según la necesidad y la experiencia del personal mecánico, el detalle en las siguientes tablas: 8-3; 9-3 y 10-3.

3.1.3.1. *Actividades Bimestrales del SOH*

En la tabla siguiente se enumera las actividades preventivas que se realizan: bimestralmente, con las horas utilizadas para cada equipo y el personal necesario.

Tabla 8-3: Actividades Bimestrales de SOH

| <i>EQUIPO</i> | <i>TAREAS</i> | <i>HORAS</i> | <i>PERSONAL</i> |
|------------------------------------|--|--------------|-----------------|
| COMPRESOR | 1.- Revisión y/o cambio de aceite del compresor. | 2 | 2 |
| | 2.- Verificación de la Válvula de Descarga. | | |
| CUBA DEL REGULADOR | 1.- Limpieza general del equipo. | 3 | 2 |
| | 2.- Limpieza de filtros principales. | | |
| | 3.- Limpieza de filtros secundarios. | | |
| | 4.- Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | 1 | 2 |
| INYECTORES | 1.- Inspección de agujas, asientos, deflectores y tuberías. | 2 | 2 |
| | 2.- Engrase de inyectores. | | |
| RODETE | 1.- Inspección recinto de turbina, rodete, rejillas y carcaza. | 4,5 | 1 |
| CUBA TURBINA | 1.- Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | 1 | 1 |
| VALVULA ESFERICA | 1.- Engrase de válvula esférica | 2 | 2 |
| | 2.- Limpieza de filtros dúplex. | | |
| | 3.- Limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba-abajo. | | |
| TOTAL HORAS DE INTERVENCIÓN | | 15,5 | |

Fuente: Plan de Mantenimiento Anual CHPM

3.1.3.2. Actividades Semestrales del SOH

En la tabla siguiente se enumera las actividades preventivas que se realizan semestralmente a los equipos con las horas utilizadas y el personal necesario.

Tabla 9-3: Actividades Semestrales del SOH

| <i>EQUIPO</i> | <i>TAREAS</i> | <i>HORAS</i> | <i>PERSONAL</i> |
|-----------------------|--|--------------|-----------------|
| MOTOR-BOMBA | 1.- Registro de vibraciones. | 1 | 1 |
| CUBA REGULADOR | 1. Limpieza de filtros principales. 2. Limpieza general del equipo. 3. Limpieza de filtros secundarios. 4. Control del nivel, presión y temperatura del aceite en el sistema. | 4 | 2 |
| COMPRESOR REGULADOR | 1. Revisión y/o cambio de aceite del compresor. 2. Verificación de la Válvula de Descarga. | 2 | 2 |
| COJINETE GUÍA TURBINA | 1.- Registro de vibraciones. | 1 | 2 |
| | 2.- Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | 1 | 2 |
| RECINTO TURBINA | 1.- Inspección de pintura del recinto de la turbina y rejillas quiebra chorros. | 5 | 2 |

| <i>EQUIPO</i> | <i>TAREAS</i> | <i>HORAS</i> | <i>PERSONAL</i> |
|--|--|--------------|-----------------|
| INYECTORES | 1. Engrase de inyectores. 2. Inspección de agujas, asientos, deflectores y tuberías. 3. Drenaje de punterías y/o cambio de O'ring. 4.- Verificar y/o calibrar carrera de operación de agujas y deflectores. 5. Cambio de astas de punterías. | 13 | 2 |
| RODETE | 1. Inspección y/o reparación del rodete. | 11 | 2 |
| DECANTADOR, FILTROS Y SERVOMOTOR DE VALVULA ESFÉRICA | 1. Engrase válvula esférica 2. Limpieza interna del decantador 3. Limpieza de filtros dúplex 4. Limpieza interna de cámaras del servomotor 5. Evaluar fugas de agua por sellos de servomotor. | 4 | 2 |
| SELLOS Y VÁLVULA HONGO DE VÁLVULA ESFÉRICA | 1. Limpieza de Cámaras de Apertura y Cierre de Sellos aguas arriba y abajo. 2. Control de estanqueidad de Sello Metal - Metal, Cámaras de Apertura y Cierre de sellos aguas arriba - abajo. 3. Verificación del estado de Sello Metal - Metal aguas abajo. 4. Control de estanqueidad de Válvula Hongo. | 4 | 2 |
| TOTAL HORAS DE INTERVENCIÓN | | 46 | |

Fuente: Plan de Mantenimiento Anual CHPM

3.1.3.3. Actividades Anuales del SOH

En la tabla siguiente se enumera las actividades preventivas que se realizan anualmente a los equipos con las horas y personal utilizados.

Tabla 10-3: Actividades Anuales del SOH

| <i>EQUIPO</i> | <i>ACTIVIDADES</i> | <i>HORAS</i> | <i>PERSONAL</i> |
|--|---|--------------|-----------------|
| MOTOR | 1. Registro de vibraciones. | 1 | 1 |
| CUBA REGULADOR | 1. Limpieza de filtros principales. 2. Limpieza de filtros secundarios. 3. Limpieza de la cuba y verificación del estado del aceite. 4.- Limpieza general del equipo. | 12 | 2 |
| VALVULAS REGULADOR | 1.- Limpieza y calibración de válvula NQPR1/2 | 4 | 2 |
| CIRCUITO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO | 1. Limpieza de intercambiador de calor. | 4 | 1 |
| COMPRESOR | 1.- Revisión y o cambio del aceite del compresor. 2.- Verificación de la válvula de descarga 3. Limpieza general del equipo. 4. Control de presión y temperatura | 3 | 2 |
| COJINETE GUIA TURBINA | 1.- Registro de vibraciones. | 1 | 1 |
| | 1.- Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | 1 | 1 |
| RECINTO TURBINA | 1.- Inspección de pintura del recinto de la turbina y rejillas quiebra chorros. | 5 | 2 |
| <i>EQUIPO</i> | <i>ACTIVIDADES</i> | <i>HORAS</i> | <i>PERSONAL</i> |
| INYECTORES | 1- Engrase de inyectores. 2. Inspección de agujas, asientos, deflectores y tuberías. 3. Drenaje de punterías y/o cambio de O'ring. 4. Cambio de astas de punterías. 5. Verificar y/o calibrar carrera de operación de agujas y deflectores. | 13 | 2 |
| RODETE | 1.- Inspección y/o reparación del rodete. 2.- Verificación de perfiles de cangilones con plantillas. | 18 | 2 |
| INYECTORES TURBINA | 1.- Verificar tiempos y presiones de operación de agujas y servomotor de deflectores. | 1 | 6 |
| SERVOMOTOR DE DEFLECTORES | 1.- Verificación del ajuste de tuercas en el varillaje de deflectores y agujas. | 1 | 2 |
| ACOPLE TURBINA - GENERADOR | 1.- Limpieza inspección y/o pintura del recinto acople. | 11 | 2 |
| COJINETE GUIA TURBINA | 1.- Verificación de temperatura del intercambiador de calor. 2.- Limpieza del intercambiador de calor. | 4 | 1 |
| TUBERÍAS, VALVULAS Y ACCESORIOS VALVULA ESFÉRICA | 1.- Verificación del ajuste de pernos en bridas y uniones de tuberías de agua y aceite de control de válvula esférica. | 1 | 2 |
| | 1.- Verificación de tiempos de operación de Válvulas Auxiliares. | 1 | 6 |
| DECANTADOR, FILTROS Y SERVOMOTOR DE VALVULA ESFÉRICA | 1. Engrase válvula esférica 2. Limpieza interna del decantador 3. Limpieza de filtros dúplex 4. Limpieza interna de cámaras del servomotor 5. Evaluar fugas de agua por sellos de servomotor. | 4 | 2 |

| | | | |
|--|--|------------|---|
| SELLOS Y VÁLVULA HONGO DE VÁLVULA ESFÉRICA | 1. Limpieza de Cámaras de Apertura y Cierre de Sellos aguas arriba y abajo. 2. Control de estanqueidad de Sello Metal - Metal, Cámaras de Apertura y Cierre de sellos aguas arriba - abajo. 3. Verificación del estado de Sello Metal - Metal aguas abajo. 4. Control de estanqueidad de Válvula Hongo. | 4 | 2 |
| CUERPO DE VALVULA ESFÉRICA | 1.- Limpieza, inspección y/o pintura de Válvula Esférica. | 12 | 2 |
| TOTAL HORAS DE INTERVENCIÓN | | 101 | |

Fuente: Plan de Mantenimiento Anual CHPM

3.2. Encuesta de la gestión de mantenimiento

Se presenta una metodología para ejecutar la auditoria para evaluar la gestión del mantenimiento, una tabla en Excel que servirá como herramienta de ayuda para cuantificar y representar los resultados en un diagrama de radar, los resultados a detalle de la auditoria y un plan de acción. Por lo anotado se procede a ejecutar esta auditoria basándose en el módulo según (SEXTO, 2012-2014) y guía de la norma ISO 19011.

Para obtener datos relevantes y significativos de la auditoria, fue necesario realizar una reunión con los jefes de las diferentes áreas para elegir al personal idóneo para la encuesta siendo éstos los empleados con más experiencias en el área de mantenimiento mecánico, eléctrico, electrónico, metrología, operación y el área de ingeniería para de esta manera saber en qué situación se encuentra la gestión de mantenimiento con la finalidad de mejorar y determinar qué acciones son necesarias para incrementar los resultados y optimizar el plan de mantenimiento mecánico del SOH.

La fecha en que se realizó la encuesta al personal fue desde el 25 de mayo al 25 de junio del 2016.

Para el cálculo del tamaño de la muestra representativa de un universo se utilizó la siguiente fórmula estadística para una población finita:

(https://es.wikipedia.org/wiki/Tama%C3%B1o_de_la_muestra, s.f.)

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Ecuación N° 2

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- N = Total de la población
- Z_a^2 = Nivel de confianza o seguridad. Los valores de Z_a se obtienen de la tabla de la distribución normal estándar $N(0,1)$.
- p = Proporción esperada (en este caso $5\% = 0,05$)
- q = Proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$ (en este caso $1-0,05=0,95$)
- d = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador, (en este caso deseamos un $3\% = 0,03$)

Calculo de la muestra:

$$n = \frac{26 \times 1,96_a^2 \times 0,05 \times 0,95}{0,03^2 \times (26 - 1) + 1,96_a^2 \times 0,05 \times 0,95}$$

$$n = 23,15$$

El valor que nos sale es 23,15 pero como la muestra es tan cercana a la población se realiza la encuesta a todo el personal (26), ver formato de la encuesta realizada al personal en ANEXO C.

3.2.1 *Identificación del tipo de encuesta realizada*

Esto fue elaborado en base al consenso al que llegó en una reunión de trabajo con los directivos y jefes de mantenimiento. En la siguiente Tabla se listan las categorías de la gestión de mantenimiento que se encuentra en el formato de las encuestas para la auditoría y evaluación de las categorías de la gestión de mantenimiento de la CHPM.

Tabla 11-3: Categorías de la gestión de mantenimiento

| ITEM | ENCUESTAS |
|------|-----------------------------|
| 1 | ORGANIZACIÓN Y EL PERSONAL |
| 2 | PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO |
| 3 | INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO |
| 4 | COMPRAS Y ALMACENES |
| 5 | CONTRATACIÓN |
| 6 | CONTROL DE COSTOS |
| 7 | EFICIENCIA |

Fuente: Auditorías de Gestión de Mantenimiento

3.2.2 *Contenido de las categorías de la gestión de mantenimiento y aspectos de la encuesta*

En las siguientes tablas se muestran las consideraciones mínimas a cumplir de cada encuesta. Las tablas contienen la información necesaria para que el encuestado explique su criterio y valore su respuesta a las preguntas.

3.2.2.1 *Organización y el Personal*

En esta categoría calificaremos todos aquellos aspectos relacionados con el organigrama, su distribución y organización funcional, el personal, su formación, motivación, así como el nivel y bondad de las relaciones dentro del departamento y con otros departamentos.

Tabla 12-3: Organización y el personal

| | |
|------|---|
| 1 | ORGANIZACIÓN Y EL PERSONAL |
| 1.1. | ¿La estructura funcional y jerárquica del Departamento de Mantenimiento y la distribución |

| | |
|------|--|
| | por turnos, especialidades y áreas de trabajo es apropiada y eficaz? |
| 1.2. | ¿Las directrices de mantenimiento como la planificación, indicadores, gestión de intervenciones y mejoras son adecuadas? |
| 1.3. | ¿Existe en el área de mantenimiento planes de formación como: capacitación externa; auto capacitación de las instalaciones y formación de técnicos en base a la experiencia? |
| 1.4. | ¿El personal de Mantenimiento Mecánico se encuentra motivado? |
| 1.5. | ¿Es eficiente y eficaz la comunicación con otros departamentos y los responsables de las áreas? |

Fuente: Auditorías de Gestión de Mantenimiento

3.2.2.2. Preparación y Planificación del Trabajo

La gran cantidad de trabajos que han de realizarse, requiere un tratamiento organizado desde el momento en que se detecta la necesidad, hasta su finalización en condiciones adecuadas. Todo este proceso es el que Puntuamos en esta categoría.

Tabla 13-3: Preparación y Planificación del Trabajo

| 2 | PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO |
|------|---|
| 2.1. | ¿Las órdenes de trabajo contienen el texto adecuado para la ejecución y las firmas de autorización necesarias? |
| 2.2. | ¿Se realiza la coordinación de trabajos con otras áreas para conseguir un buen resultado? |
| 2.3. | ¿La planificación de trabajos como: Carga de trabajo por especialidad y por sector, preparación de programas especiales; la frecuencia con la que se realiza son los adecuados? |
| 2.4. | ¿Para la ejecución de las actividades se planifica la cantidad y calidad de materiales, repuestos necesarios y herramientas? |
| 2.5. | ¿La estimación de los tiempos de duración de las actividades y fechas de finalización de cada trabajo son las adecuadas en la planificación? |
| 2.6. | ¿La recepción de trabajos terminados se realiza considerando la cantidad, calidad y plazo? |
| 2.7. | ¿Es necesario evaluar las necesidades de recursos externos para la realización de trabajos que no se puedan realizar en la empresa por falta de tiempo o por urgencia de trabajo? |

Fuente: Auditorías de Gestión de Mantenimiento

3.2.2.3. Ingeniería de Mantenimiento

Esta categoría cubre los aspectos más técnicos que habitualmente deben existir en un Departamento de Mantenimiento para poder desarrollar sus cometidos principales.

Tabla 14-3: Ingeniería de Mantenimiento

| 3 | INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO |
|---|-----------------------------|
|---|-----------------------------|

| | |
|------|--|
| 3.1. | ¿Desde el punto de vista de las necesidades de mantenimiento, calidad, instalaciones, mantenibilidad y fiabilidad es adecuado el diseño y montaje de las instalaciones existentes? |
| 3.2. | ¿Existe la documentación técnica disponible en el momento adecuado, está actualizada y es de fácil localización? |
| 3.3. | ¿Existe el historial de todos los equipos, donde se detalle las características, modificaciones, averías y costos? |
| 3.4. | ¿Se realiza el análisis sistemático de las averías más frecuentes de los equipos para obtener propuestas para su eliminación? |
| 3.5. | ¿Las actividades de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y programas existentes son apropiadas para los diferentes sistemas? |
| 3.6. | ¿La ejecución de los trabajos de mantenimiento pueden realizarse de forma totalmente rutinaria o bien partiendo del análisis de métodos de trabajo existentes como |
| 3.7. | ¿Existe la dotación de medios de mantenimiento e inspección como herramientas más precisas para la realización de los trabajos? |

Fuente: (SANTIAGO, 2009)

3.2.2.4. Compras y Almacenes

Esta actividad abre los aspectos relacionados con la gestión de aprovisionamiento de materiales y recambio para la realización de los trabajos de Mantenimiento.

Tabla 15-3: Compras y Almacenes

| 4 | COMPRAS Y ALMACENES |
|------|--|
| 4.1. | ¿Para la sistemática de la gestión de compras se valora los aspectos cómo? Selección de proveedores, especificaciones que se dan en los pedidos, negociación de precios y procesos internos. |
| 4.2. | ¿En la recepción de materiales se analiza la calidad y cantidad de los mismos en correspondencia a los solicitado? |
| 4.3. | ¿Existe una distribución, limpieza, orden, localización y disposición física de los materiales y repuestos adquiridos? |
| 4.4. | ¿Existe una codificación y estandarización de los materiales y repuestos adecuada? |
| 4.5. | ¿ La organización y la calidad del servicio prestado de estos almacenes de mantenimiento están cuando se les necesita? |

Fuente: Auditorías de Gestión de Mantenimiento

3.2.2.5. Contratación

Se incluye aquí los aspectos que hemos de analizar para poder valorar la contratación de trabajos de Mantenimiento. Si en un momento dado es necesario incrementar el personal de Mantenimiento, lo será para realizar trabajos de determinadas

especialidades. Consideramos más rentable y operativo buscar a las empresas adecuadas que realicen estos trabajos.

Tabla 16-3: Contratación

| 5 | COMPRAS Y ALMACENES |
|------|--|
| 5.1. | ¿Existe una política de contratación de trabajos en la empresa? |
| 5.2. | ¿La especificación técnica de los trabajos a contratar se encuentran bien desarrolladas o existe algún procedimiento específico? |
| 5.3. | ¿Para la selección de contratista se considera los siguientes puntos: Profesionalidad de su personal, el conocimiento de nuestras instalaciones, seriedad de la empresa? |
| 5.4. | ¿El control que se lleva en la supervisión de contratistas, en la calidad de los trabajos, su duración, cumplimiento de plazos y normas de seguridad, cumplen a cabalidad con todo esto? |

Fuente: Auditorías de Gestión de Mantenimiento

3.2.2.6. Control de Costos

Calificaremos dentro de esta actividad todos los aspectos económicos que afectan a la gestión de Mantenimiento, los sistemas existentes, así como los métodos y procedimientos de control utilizados se analizan en función de su bondad y eficacia.

Tabla 17-3: Control de Costos

| 61 | CONTROL DE COSTOS |
|------|---|
| 6.1. | ¿La preparación del presupuesto anual de mantenimiento es de acuerdo a las necesidades del área con la participación del personal idóneo? |
| 6.2. | ¿Contablemente los costos de adquisiciones, personal y contrataciones están separados por costos de mano de obra, materiales y contrataciones, tipos de mantenimientos como correctivos, preventivos y mejoras? |
| 6.3. | ¿Los documentos de gestión económicas son manejados dentro del área de mantenimiento o lo realizan otro departamento? |
| 6.4. | ¿Se utiliza con frecuencia la información de costos considerando su calidad y disponibilidad? |
| 6.5. | ¿La organización de la información de costos y los documentos es eficiente? |
| 6.6. | ¿Existe índices cronológicos que pueden ser comparados en el tiempo e indicadores económicos? |

Fuente: Auditorías de Gestión de Mantenimiento

3.2.2.7. Eficiencia

Se califica aquí la duración, plazos, costos y la calidad de servicio que realiza mantenimiento.

Tabla 18-3: Eficiencia

| 7 | EFICIENCIA |
|------|--|
| 7.1. | ¿La duración de los trabajos de mantenimiento y la actividad del personal que realiza la misma es la correcta? |
| 7.2. | ¿Se cumplen los plazos de entrega de los trabajos realizados por personal interno y/o contratado? |
| 7.3. | ¿Los costos de los trabajos realizados optimizan recursos? |
| 7.4. | ¿Las averías van disminuyendo y las instalaciones así como la seguridad van mejorando? |
| 7.5. | ¿El plazo, el coste y la calidad de servicio que realiza mantenimiento para conseguir los resultado es eficaz y eficiente? |

Fuente: Auditorías de Gestión de Mantenimiento

3.2.3 *Ponderación de pesos de los resultados de las encuestas y de los aspectos a evaluar de cada categoría de la gestión de mantenimiento.*

Para la ponderación de los pesos que se colocan en base a la experiencia laboral, a las guías obtenidas en las clases de auditorías de la gestión de mantenimiento y fundamentalmente sobre la base de las reuniones mantenidas con los niveles de jefaturas, para mayor detalle y desarrollo ver la tabla en **ANEXO D**.

3.2.4 *Calificación de los Criterios Establecidos*

Para la calificación se presentan los siguientes parámetros que se consideró para evaluar la gestión de mantenimiento de la CHPM. La siguiente figura 9-3, se muestra las formulas y parámetros a ser utilizadas para la evaluación.

- El porcentaje (%) de ponderación de las áreas (A), son las siete categorías de la gestión de mantenimiento y se realizó una ponderación de acuerdo a su importancia, la suma de estos nos da el 100%.

- El (%) de funciones (B) corresponde a cada pregunta de las siete categorías de mantenimiento y la suma de cada categoría nos van a dar el 100%.
- La letra (C) es la calificación que da el entrevistado a cada pregunta y va des de 0 al 10, de las 10 entrevista se sacó un promedio de cada pregunta para tener una calificación global de la entrevista realizada.
- En él % de calificación por área (D) se aplica la siguiente fórmula: $D = \frac{B \cdot C}{10}$, este valor que nos sale es el % de cómo se encuentra cada categoría de la gestión de mantenimiento.
- En el porcentaje de calificación de mantenimiento, de igual forma se aplica la fórmula $F = \frac{A \cdot D}{100}$, el valor que resulta de ese cálculo representa el % de cómo esta cada uno de las siete categorías y se compara con las que se puso en la ponderación por áreas (A).

| DIAGNOSTICO DE LA GESTION DEL MANTENIMIENTO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|--|---------------------------|---|---|---|---|----------------|---|---|-----------|---|---|--|---|--|
| % Ponderación Áreas A | ITEM | CATEGORÍA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | % Ponderación FUNCIONES B | C = CALIFICACION área/FUNCION (10 Perfecto) | | | | | | | | | | % Calificación área $D = \frac{B \cdot C}{10}$ | % Calificación MTTO $F = \frac{A \cdot D}{100}$ | |
| | | | | no conformidad mayor | | | | no conformidad | | | aceptable | | | | | |
| | | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |

Figura. 10-3: Formulas y parámetros

Fuente: Auditorías de Gestión de Mantenimiento

En la siguiente tabla se presentan los parámetros que se utilizará para la evaluación o calificación de la entrevista realizada al personal, esta tabla fue elaborada en base a recomendaciones según el libro de auditorías de mantenimiento: (SANTIAGO, 2009)

Tabla 19-3: Porcentaje de Calificación

| CALIFICACIÓN % | |
|----------------|------------|
| <40 | DEFICIENTE |
| 40-60 | ACEPTABLE |
| 61-75 | BUENO |
| 75-85 | MUY BUENO |
| >85 | EXCELENTE |

Fuente: Auditorías de Mantenimiento

3.2.5 *Resultados de la Encuesta*

De las encuestas elaboradas al personal de mantenimiento mecánico, eléctrico, electrónico, operación, metrología y personal del área de ingeniería se realizó el promedio a cada pregunta respondida por cada uno de los encuestados en las diferentes categorías de la gestión de mantenimiento, para mayor detalle de los valores y promedios, ver **ANEXO E**.

3.2.5.1. *Calificación de cada aspecto de las categorías*

Para la calificación de cada aspecto de las diferentes categorías de la gestión de mantenimiento se procedió a puntuar de acuerdo a la evidencia de la documentación, planes, cronogramas, procedimientos, etc., en cada categoría. Los resultados de dicha calificación se presentan en la siguiente figura.

Tabla 20-3: Calificación de las Categorías de la Gestión de Mantenimiento

| DIAGNOSTICO DE LA GESTION DEL MANTENIMIENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|---|---------------------------|---|---|---|-----|-----|----------------|-----|---|-----------|-----|---|--|----|--|-------|------|
| % Ponderación Áreas A | ITEM | CATEGORÍA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | % Ponderación FUNCIONES B | C = CALIFICACION área/FUNCION (10 Perfecto) | | | | | | | | | | % Calificación área $D = \frac{B \times C}{10}$ | % Calificación MTTO $F = \frac{A \times D}{100}$ | | | | |
| | | | | no conformidad mayor | | | | | no conformidad | | | aceptable | | | | | | | |
| | | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | 10 | | | |
| 20 | 1 | ORGANIZACIÓN, PERSONAL, RELACIONES | 100 | | | | | | | | | | | | | | | 45,75 | 9,15 |
| | 1.1. | Adecuación y balance del organigrama | 10 | | | | | | | 5,3 | | | | | | | | 5,3 | |
| | 1.2. | Directrices de mantenimiento | 15 | | | | | | 4,9 | | | | | | | | | 7,35 | |
| | 1.3. | Formación y cualificación del personal | 25 | | | | | | 4 | | | | | | | | | 10 | |
| | 1.4. | Planes de formación | 25 | | | | | 3,9 | | | | | | | | | | 9,75 | |
| | 1.5. | Motivación del Personal | 10 | | | | | 3,9 | | | | | | | | | | 3,9 | |
| | 1.6. | Comunicación | 15 | | | | | 6,3 | | | | | | | | | | 9,45 | |
| 20 | 2 | PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO | 100 | | | | | | | | | | | | | | | 59,5 | 11,9 |
| | 2.1. | Sistemática de órdenes de trabajo (O.T) | 15 | | | | | | | 6,9 | | | | | | | | 10,35 | |
| | 2.2. | Coordinación de especialidades | 15 | | | | | | | 6,3 | | | | | | | | 9,45 | |
| | 2.3. | Establecimiento de programas | 15 | | | | | | | 5,3 | | | | | | | | 7,95 | |
| | 2.4. | Definición de materiales | 10 | | | | | 4 | | | | | | | | | | 4 | |
| | 2.5. | Estimación de tiempos | 10 | | | | | | | 6,1 | | | | | | | | 6,1 | |
| | 2.6. | Estimación de fechas de finalización | 10 | | | | | | | 6,1 | | | | | | | | 6,1 | |
| | 2.7. | Recepción de trabajos terminados | 15 | | | | | | | 5,7 | | | | | | | | 8,55 | |
| | 2.8. | Evaluación de necesidades externas | 10 | | | | | | | | | | 7 | | | | | 7 | |
| 15 | 3 | INGENIERIA, INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO PRE | 100 | | | | | | | | | | | | | | | 51,8 | 7,77 |
| | 3.1. | Diseño y montaje instalaciones existentes | 15 | | | | | | | | | | 7,7 | | | | | 11,55 | |
| | 3.2. | Documentación técnica disponible | 10 | | | | | 4,4 | | | | | | | | | | 4,4 | |
| | 3.3. | Historial equipos | 15 | | | | 3,3 | | | | | | | | | | | 4,95 | |
| | 3.4. | Investigación sistemática de averías. | 15 | | | | 3,6 | | | | | | | | | | | 5,4 | |
| | 3.5. | Gamas de mantenimiento preventivo | 15 | | | | | 4,4 | | | | | | | | | | 6,6 | |
| | 3.6. | Análisis de métodos de trabajo | 15 | | | | | | | 6,3 | | | | | | | | 9,45 | |
| | 3.7. | Dotación de medios de mantenimiento e | 15 | | | | | | | 6,3 | | | | | | | | 9,45 | |
| 10 | 4 | COMPRAS Y ALMACENES DE MANTENIMIENTO | 100 | | | | | | | | | | | | | | | 52,8 | 5,28 |
| | 4.1. | Sistemas de la gestión de compras | 30 | | | | | 4,1 | | | | | | | | | | 12,3 | |
| | 4.2. | Recepción de materiales | 15 | | | | | | | 6,3 | | | | | | | | 9,45 | |
| | 4.3. | Locales. Disposición física de los materiales. Localización | 20 | | | | | | | 5,3 | | | | | | | | 10,6 | |
| | 4.4. | Codificación. Estandarización de recambios | 15 | | | | | | | 5,1 | | | | | | | | 7,65 | |
| | 4.5. | Calidad del servicio de los almacenes de mantenimiento | 20 | | | | | | | 6,4 | | | | | | | | 12,8 | |
| 10 | 5 | CONTRATACIÓN | 100 | | | | | | | | | | | | | | | 61,3 | 6,13 |
| | 5.1. | Política de contratación de trabajos | 20 | | | | | 4,6 | | | | | | | | | | 9,2 | |
| | 5.2. | Especificación técnica de los trabajos a contratar | 30 | | | | | | | 6,4 | | | | | | | | 19,2 | |
| | 5.3. | Selección de Contratistas | 30 | | | | | | | 6,9 | | | | | | | | 20,7 | |
| | 5.4. | Supervisión de Contratistas | 20 | | | | | | | 6,1 | | | | | | | | 12,2 | |
| 10 | 6 | PRESUPUESTOS DE MANTENIMIENTO | 100 | | | | | | | | | | | | | | | 30,6 | 3,06 |
| | 6.1. | Preparación de presupuesto anual de mantenimiento | 30 | | | | 3,2 | | | | | | | | | | | 9,6 | |
| | 6.2. | Definición de tipos de mantenimiento. Tratamiento Contable | 15 | | | | 3,3 | | | | | | | | | | | 4,95 | |
| | 6.3. | Documentos de Gestión Económica | 15 | | | | 2,7 | | | | | | | | | | | 4,05 | |
| | 6.4. | Informatización del Control de Costes. | 15 | | | | 3,0 | | | | | | | | | | | 4,5 | |
| | 6.5. | Seguimiento y Control de Costes | 15 | | | | 3,0 | | | | | | | | | | | 4,5 | |
| | 6.6. | Existencia y evolución de índices económicos. | 10 | | | | 3,0 | | | | | | | | | | | 3 | |
| 15 | 7 | EFICIENCIA | 100 | | | | | | | | | | | | | | | 55,6 | 8,34 |
| | 7.1. | Duración de los trabajos de Mantenimiento | 20 | | | | | | | 5,8 | | | | | | | | 11,6 | |
| | 7.2. | Cumplimiento de los plazos | 15 | | | | | | | 5,8 | | | | | | | | 8,7 | |
| | 7.3. | Calidad de los trabajos realizados | 15 | | | | | | | 5,3 | | | | | | | | 7,95 | |
| | 7.4. | Costos de los trabajos realizados | 15 | | | | | | | 5,7 | | | | | | | | 8,55 | |
| | 7.5. | Estado de las Instalaciones-Averías | 15 | | | | | | | 5,2 | | | | | | | | 7,8 | |
| | 7.6. | Calidad de servicio | 20 | | | | | | | 5,5 | | | | | | | | 11 | |

Fuente: Auditorías de Mantenimiento

3.2.5.2. Causas de cada aspecto de las categorías de mantenimiento

En la siguiente tabla se presentan todas las causas para cada aspecto de las categorías de la gestión de mantenimiento.

Tabla 21-3: Causas de las Categorías de la Gestión de Mantenimiento

| % Ponderación Áreas A | ITEM | CATEGORÍA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | CAUSAS |
|-----------------------|------|---|--|
| 20 | 1 | ORGANIZACIÓN, PERSONAL, RELACIONES | |
| | 1.1. | Adecuación y balance del organigrama | 1. El turno solo cubre las 9 horas de trabajo y no las 24 horas. 2. Se tiene establecido un organigrama pero falta cubrir vacantes |
| | 1.2. | Directrices de mantenimiento | 1. Falta actualización de los instructivos preventivos 2. Instructivos de mantenimiento Correctivos no se elaboran 3. Mantenimiento Predictivo incompleto, falta análisis de datos |
| | 1.3. | Formación y cualificación del personal | Únicamente 4 personas recientemente incorporadas se encuentran en formación |
| | 1.4. | Planes de formación | Existe un plan de formación que fue levantado con cada técnico y validado por cada jefe de área pero tiene un cumplimiento del 40% |
| | 1.5. | Motivación del Personal | 1. Involucramiento de la empresa en acciones para motivar e integrar al personal, no existe. 2. Falta de incentivos. (capacitación, formación, reconocimientos por logros...) 3. Relación empresa familia. |
| | 1.6. | Comunicación | 1. Falta de comunicación entre áreas 2. No hay la transferencia de conocimiento por miedo a ser reemplazado. 3. Falta de comunicación técnica en la propia área. 4. No existen foros de discusión y debates de aspectos técnicos. |

| % Ponderación Áreas A | ITEM | CATEGORÍA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | CAUSAS |
|--|-------------|---|---|
| 20 | 2 | PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO | |
| | 2.1. | Sistemática de órdenes de trabajo (O.T) | Gran mayoría de trabajo se ejecutan con OT, aún existen incumplimiento del instructivo de gestión de intervenciones. |
| | 2.2. | Coordinación de especialidades | 1. Falta conformar equipos multidisciplinarios para la planificación y ejecución. |
| | 2.3. | Establecimiento de programas | 1. La planificación requiere ser actualizada para nuevos sistemas. 2. Revisar tiempos y recurso. |
| | 2.4. | Definición de materiales | 1. La calidad se ve afectada por la contratación pública 2. Problemas con el stock mínimo. |
| | 2.5. | Estimación de tiempos | 1. Revisión del manejo del tiempo. |
| | 2.6. | Estimación de fechas de finalización | 1. Falta evaluar lo programado con el ejecutado, para mejorar la estimación de las fechas. |
| | 2.7. | Recepción de trabajos terminados | 1. Es necesario formalizar la recepción de los trabajos ejecutados por el área técnica anterior a la recepción por el área operativa. |
| | 2.8. | Evaluación de necesidades externas | 1. Formalizar procedimiento; en la actualidad se lo realiza dependiendo la necesidad y de los recursos disponibles |

| % Ponderación Áreas A | ITEM | CATEGORÍA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | CAUSAS |
|--|-------------|---|---|
| 15 | 3 | INGENIERIA, INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO PREVENTIVO | |
| | 3.1. | Diseño y montaje instalaciones existentes | 1. Algunas herramientas están llegando a su vida útil y requieren un plan de renovación. |
| | 3.2. | Documentación técnica disponible | 1. Falta un sistema de manejo documental y actualización de ciertos planos "se sabe que existe pero muchas de las veces no se sabe dónde esta" |
| | 3.3. | Historial equipos | 1. La empresa tiene un historial de sus máquinas pero falta organización. |
| | 3.4. | Investigación sistemática de averías. | 1. Falta sociabilizar el instructivo ACR; se ejecuta en 50% de los casos. 2. Se elaboran informes técnicos de las fallas y se incluyen actividades en la planificación pero no se sigue la metodología |
| | 3.5. | Gamas de mantenimiento preventivo | 1. Falta actualizar el plan de mantenimiento para ajustar a las necesidades actuales. 2. Falta gestionar el mantenimiento predictivo |
| | 3.6. | Análisis de métodos de trabajo | 1. Capacitar al personal nuevo. 2. Instructivo ante contingencias no se ejecuta al 100% |
| | 3.7. | Dotación de medios de mantenimiento e inspección | 1. Actualización de equipos de monitoreo |

| % Ponderación Áreas A | ITEM | CATEGORÍA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | CAUSAS |
|--|-------------|---|---|
| 10 | 4 | COMPRAS Y ALMACENES DE MANTENIMIENTO | |
| | 4.1. | Sistemas de la gestión de compras | <ol style="list-style-type: none"> 1. No existe una selección de proveedores. 2. Las especificaciones no las trabaja el área de compras. 3. El área de compras no realiza gestiones de compra directa. 4. El área de compras no tiene un departamento de importaciones y compra locales. 5. La negociación de precios la realiza el técnico designado para esa compra. 6. El área de compras no tiene personal para emitir criterios técnicos. 7. El área de compras NO compra. 8. Estamos sometidos al SERCOP. 9. Personal técnico está metido en responsabilidades administrativas. 10. Área técnica está suplantando el área de adquisiciones. |
| | 4.2. | Recepción de materiales | <ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de organización |
| | 4.3. | Locales. Disposición física de los materiales. Localización | <ol style="list-style-type: none"> 1. Falta mejorar la infraestructuras y los ambientes que los repuestos requieren |
| | 4.4. | Codificación. Estandarización de recambios | <ol style="list-style-type: none"> 1. Estructura de codificación se requiere mejorar. (Financial-IFS) |
| | 4.5. | Calidad del servicio de los almacenes de mantenimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1. Deficiencia en stock de repuestos y reserva de materiales |
| 10 | 5 | CONTRATACIÓN | |
| | 5.1. | Política de contratación de trabajos | <ol style="list-style-type: none"> 1. Existe una política pública que permite la adquisición de bienes y servicios SERCOP. |
| | 5.2. | Especificación técnica de los trabajos a contratar | <ol style="list-style-type: none"> 1. La realidad de la empresa no solo es técnico, influyen aspectos administrativos. |
| | 5.3. | Selección de Contratistas | <ol style="list-style-type: none"> 1. No podemos seleccionar al contratista que se quisiera, existen lineamientos del SERCOP que limitan estas homologaciones. 2. Desinterés de participación de los contratistas por tema del SERCOP. |
| | 5.4. | Supervisión de Contratistas | <ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador de Contrato da seguimiento al proceso de contratación. 2. El administrador es un técnico que tiene varias funciones dentro de la central. |

| % Ponderación Áreas A | ITEM | CATEGORÍA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | CAUSAS |
|--|-------------|--|--|
| 10 | 6 | PRESUPUESTOS DE MANTENIMIENTO | |
| | 6.1. | Preparación de presupuesto anual de mantenimiento | 1. El levantamiento del presupuesto va mejorando. Es necesario que sea constante en todo el año. 2. Restricciones de presupuesto en el sector público. |
| | 6.2. | Definición de tipos de mantenimiento. Tratamiento Contable | 1. Falta más compromiso del área financiera en manejar sus cuentas dentro del área de mantenimiento. 2. No existe costos por tipo en nuestro sistema contable. 3. Software de mantenimiento tiene el desglose con costos desactualizados |
| | 6.3. | Documentos de Gestión Económica | 1. No se tiene definido los centros de costos. |
| | 6.4. | Informatización del Control de Costes. | 1. No se tiene definido los centros de costos. |
| | 6.5. | Seguimiento y Control de Costes | 1. No se tiene definido los centros de costos. |
| | 6.6. | Existencia y evolución de índices económicos. | 1. No se tiene definido los centros de costos. |
| 15 | 7 | EFICIENCIA | |
| | 7.1. | Duración de los trabajos de Mantenimiento | 1. De vez en cuando se presentan inconvenientes al arranque. |
| | 7.2. | Cumplimiento de los plazos | Igual al punto anterior |
| | 7.3. | Calidad de los trabajos realizados | 1. Capacitar, cambio de cultura y motivar al personal. 2. Se ejecutan re trabajos. |
| | 7.4. | Costos de los trabajos realizados | 1. No se tiene definido los centros de costos. |
| | 7.5. | Estado de las Instalaciones-Averías | 1. Capacitación sobre el análisis causa raíz de los equipos |
| | 7.6. | Calidad de servicio | 1. No existe una referencia contra cual compararnos en cuanto a costos. |

Fuente: Auditorías de Mantenimiento

3.2.6 Diagrama de radar general de la encuesta.

En la siguiente figura se presenta el diagrama de radar con los resultados globales de cada categoría de la gestión de mantenimiento, datos que son en base a la información detallada en las tablas previas.

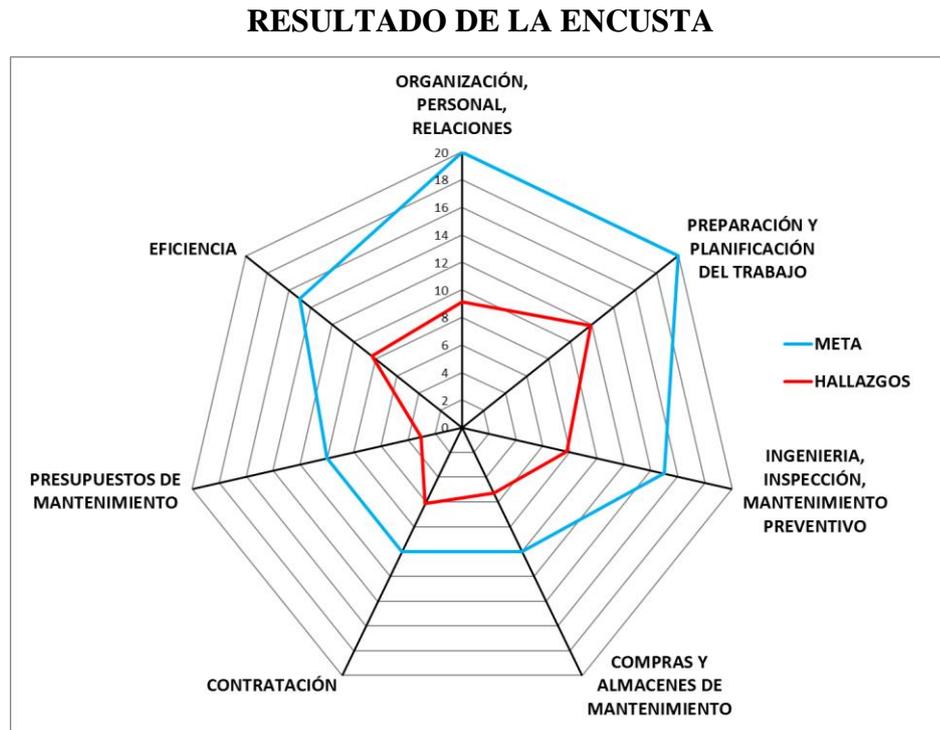


Figura. 11-3: Resultado de la Auditoría o Encuesta

3.2.7 Diagrama de radar de cada categoría de la gestión de mantenimiento.

En las siguientes figuras se visualiza los diagramas de radar de cada categoría de la gestión de mantenimiento con sus valores de hallazgos encontrados y la meta propuesta

ORGANIZACIÓN, PERSONAL, RELACIONES

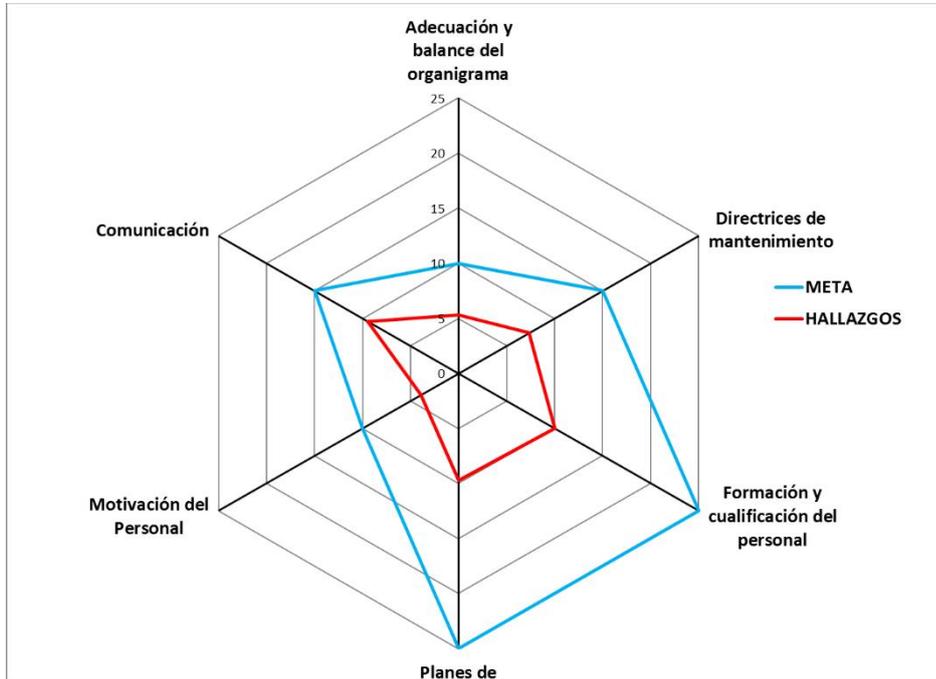


Figura. 12-3:Diagrama de radar de la Organización, personal

PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

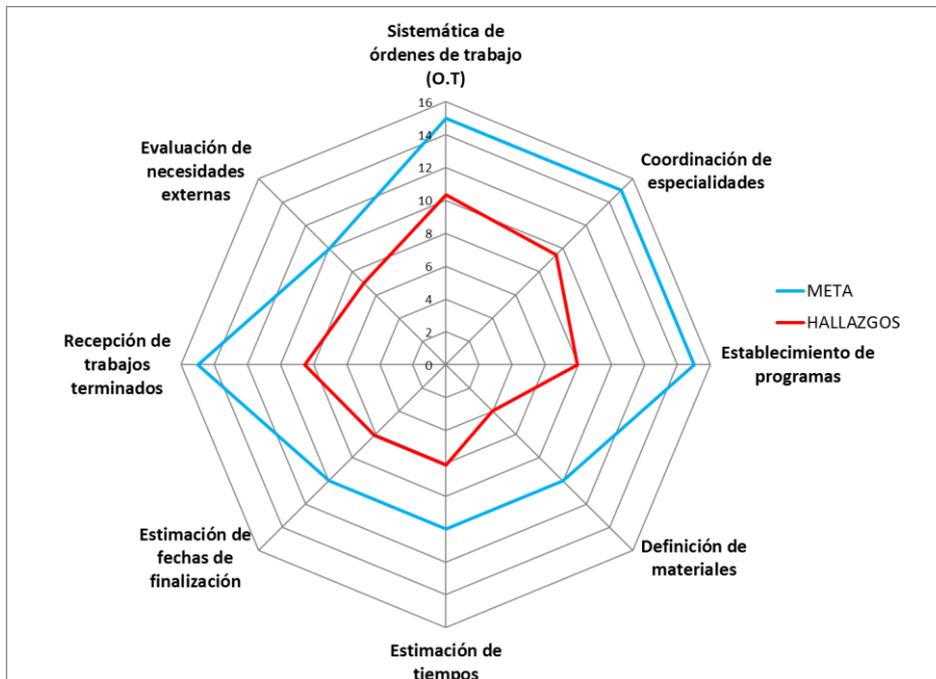


Figura. 13-3: Diagrama de radar de la Planificación del Trabajo

INGENIERIA Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

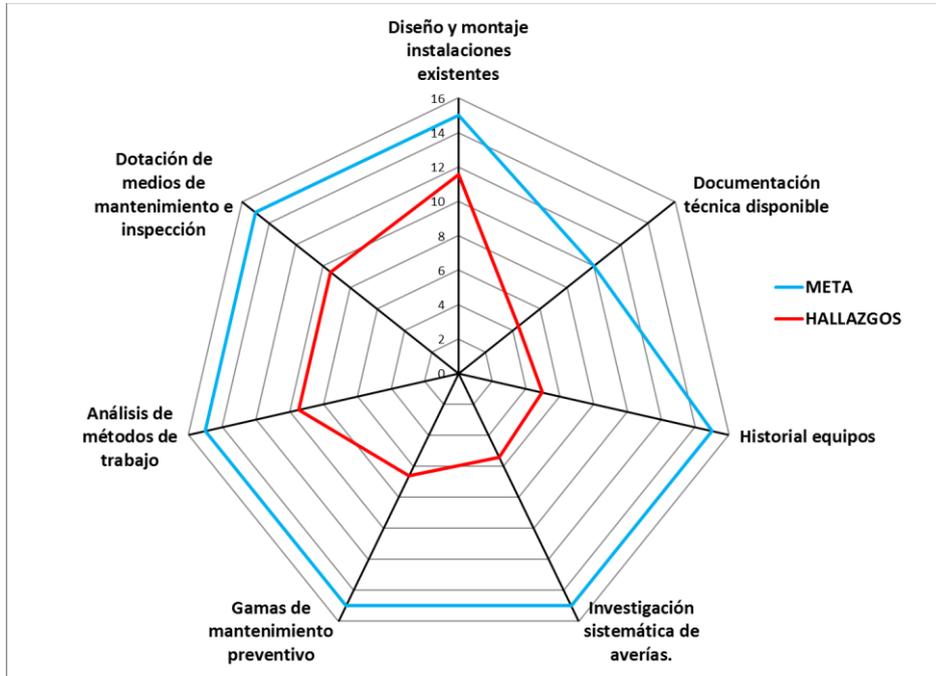


Figura. 14-3: Diagrama de radar de la Ingeniería y Mantenimiento

COMPRAS Y ALMACENES DE MANTENIMIENTO

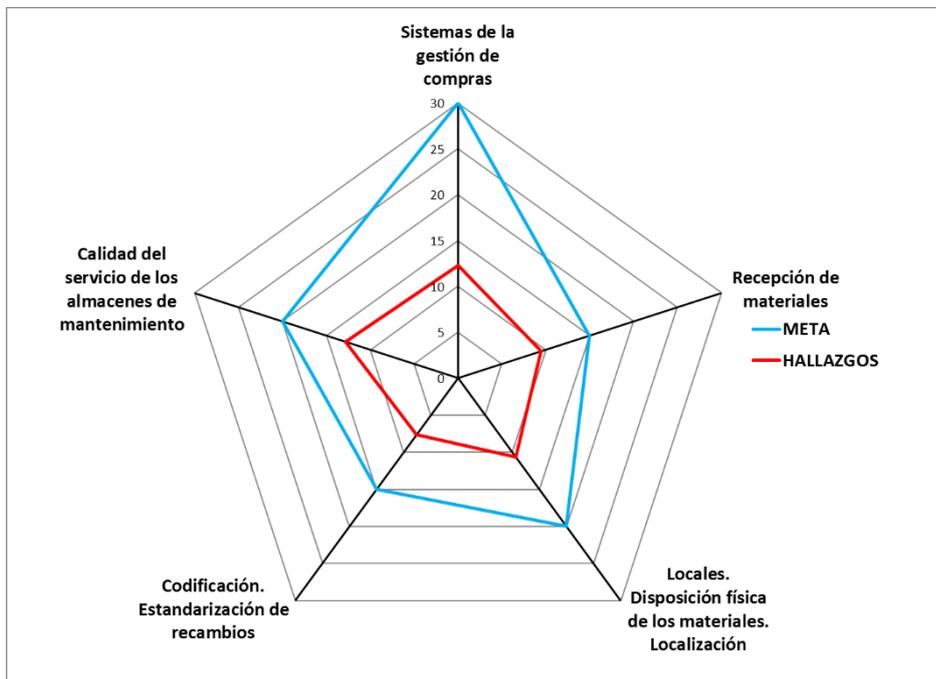


Figura. 15-3: Diagrama de radar de las Compras y Almacenamiento

CONTRATACIÓN

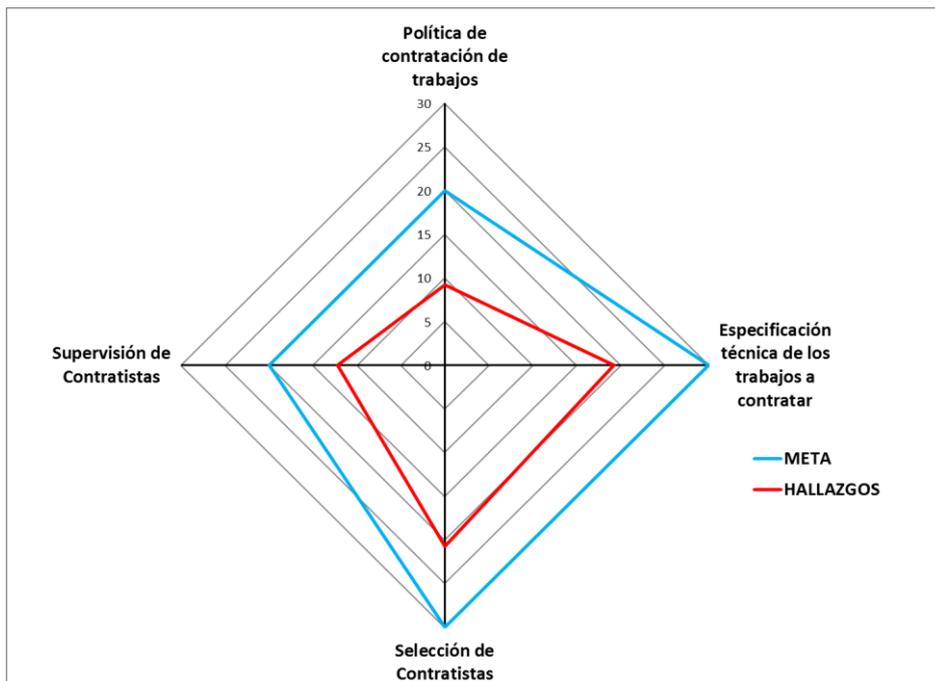


Figura. 16-3: Diagrama de radar de la Contratación

PRESUPUESTOS DE MANTENIMIENTO

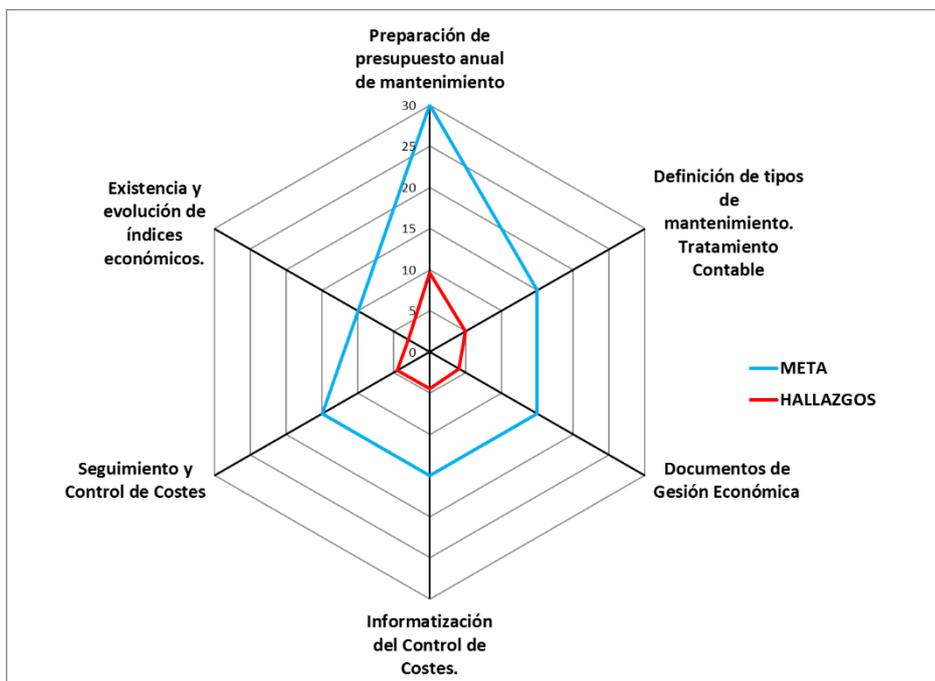


Figura. 17-3: Diagrama de radar del Presupuestos de Mantenimiento

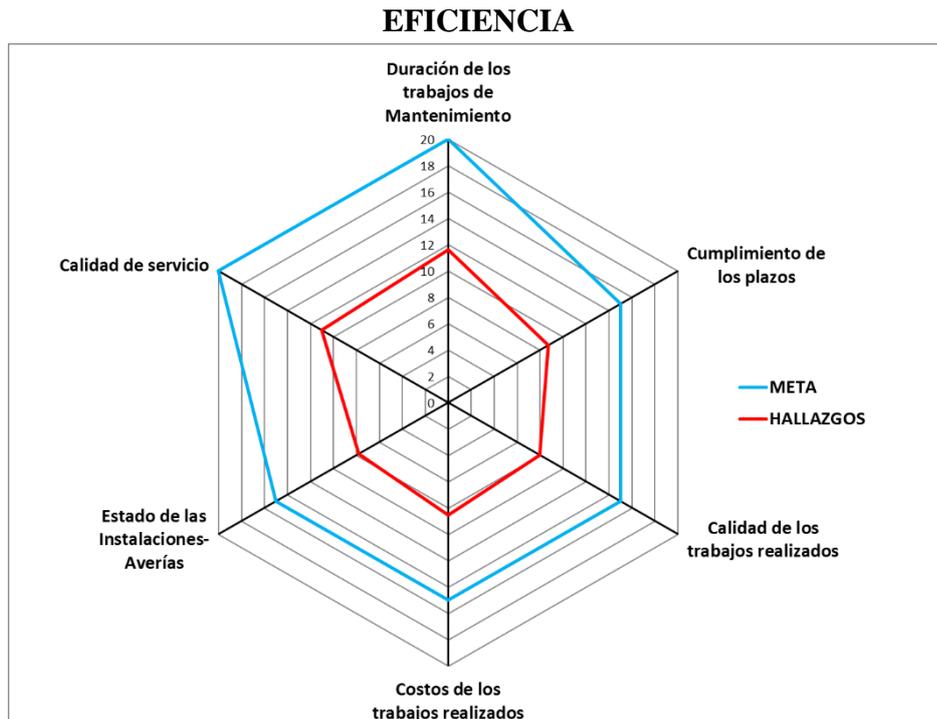


Figura. 18-3: Diagrama de radar de la Eficiencia

3.3. Informe de fallos de los equipos del SOH

Para el informe de fallos se eligió los 16 ítem de los equipos y el lubricante que se utilizan en el sistema oleo hidráulico de las unidades de generación de la Fase AB, datos históricos desde el año 2004 hasta el 2014 que se obtuvieron del software APIPRO, ver **Anexo F** (Historial de fallos). En los siguientes cuadros se detalla las fallas de las UGFAB realizado de los: Ítem, Equipos – Lubricante, N° Fallas, % Acumulado, Frecuencia Acumulada y 80-20, se organizó los números de fallas de acuerdo a su frecuencia de aparición de mayor a menor. De la suma total que es 386, se saca el porcentaje (%) acumulados y frecuencia acumulada que es resultado de la sumatoria del N° de fallas anterior más el N° de fallas en análisis. En la columna de 80-20 colocamos solamente 80 % en todas las filas para realizar el grafico lineal del 80%.

3.3.1 Unidad de Generación U01

A continuación, se presenta los números de fallas presentados en los 16 equipos – lubricante, analizados en la unidad de generación U01.

Tabla 22-3: Fallas de los Equipos - Lubricante de la U01

| Ítem | Equipos - Lubricante | N° Fallas | % Acumulado | Frecuencia Acumulada | 80-20 |
|------|--|-----------|-------------|----------------------|-------|
| 1 | Compresor | 19 | 24,36% | 19 | 80% |
| 2 | Aceite Tellus 46 | 17 | 46,15% | 36 | 80% |
| 3 | Válvulas de Acumulación y Bombeo | 7 | 55,13% | 43 | 80% |
| 4 | Servomotor de deflectores | 5 | 61,54% | 48 | 80% |
| 5 | Inyectores | 5 | 67,95% | 53 | 80% |
| 6 | Válvulas y Tuberías de la Turbina | 4 | 73,08% | 57 | 80% |
| 7 | Válvula Hongo | 4 | 78,21% | 61 | 80% |
| 8 | Válvulas y Tuberías Auxiliares de V.E. | 4 | 83,33% | 65 | 80% |
| 9 | Intercambiador de Calor | 3 | 87,18% | 68 | 80% |
| 10 | Motores | 2 | 89,74% | 70 | 80% |
| 11 | Válvula 20S | 2 | 92,31% | 72 | 80% |
| 12 | Válvula HWQ-Rotación | 2 | 94,87% | 74 | 80% |
| 13 | Filtros secundarios | 1 | 96,15% | 75 | 80% |
| 14 | Tanque | 1 | 97,44% | 76 | 80% |
| 15 | Instrumentación | 1 | 98,72% | 77 | 80% |
| 16 | Bombas | 1 | 100,00% | 78 | 80% |

Fuente: Datos del historial de fallos APIPRO

Al graficar el diagrama de Pareto, se evidencia y se verifica que el 80 % de fallas se genera por un 20% de causas. Donde se aprecia que los 7 primeros ítem son los más críticos en el SOH y los que mayor atención se debe tener para eliminar las fallas que provocan indisponibilidad en la unidad U01.

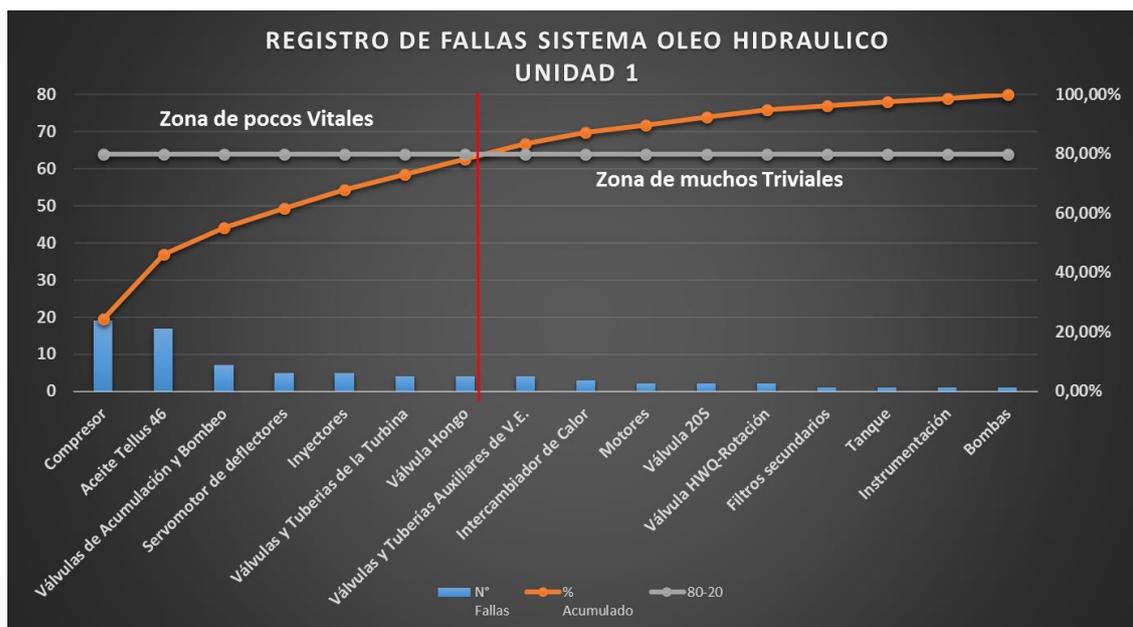


Figura. 19-3: Registro de Fallas de la Unidad U01

3.3.2 Unidad de Generación U02

A continuación, se presenta los números de fallas presentados en los 16 equipos – lubricante, analizados en la unidad de generación U02.

Tabla 23-3: Fallas de los Equipos - Lubricante de la U02

| Ítem | Equipos - Lubricante | N° Fallas | % Acumulado | Frecuencia Acumulada | 80-20 |
|------|--|-----------|-------------|----------------------|-------|
| 1 | Compresor | 19 | 26,39% | 19 | 80% |
| 2 | Inyectores | 12 | 43,06% | 31 | 80% |
| 3 | Válvula HWQ-Rotación | 6 | 51,39% | 37 | 80% |
| 4 | Válvulas de Acumulación y Bombeo | 6 | 59,72% | 43 | 80% |
| 5 | Aceite Tellus 46 | 5 | 66,67% | 48 | 80% |
| 6 | Válvulas y Tuberías de la Turbina | 4 | 72,22% | 52 | 80% |
| 7 | Válvulas y Tuberías Auxiliares de V.E. | 3 | 76,39% | 55 | 80% |
| 8 | Servomotor de deflectores | 3 | 80,56% | 58 | 80% |
| 9 | Motores | 3 | 84,72% | 61 | 80% |
| 10 | Válvula 20S | 2 | 87,50% | 63 | 80% |
| 11 | Válvula Hongo | 2 | 90,28% | 65 | 80% |
| 12 | Tanque | 2 | 93,06% | 67 | 80% |
| 13 | Intercambiador de Calor | 2 | 95,83% | 69 | 80% |
| 14 | Filtros secundarios | 1 | 97,22% | 70 | 80% |
| 15 | Instrumentación | 1 | 98,61% | 71 | 80% |
| 16 | Bombas | 1 | 100,00% | 72 | 80% |

Fuente: Datos del historial de fallos APIPRO

Al graficar el diagrama de Pareto, se aprecia que los 8 primeros ítem son los más críticos en el SOH y los que mayor atención se debe tener para eliminar las fallas que provocan indisponibilidad en la unidad U02.

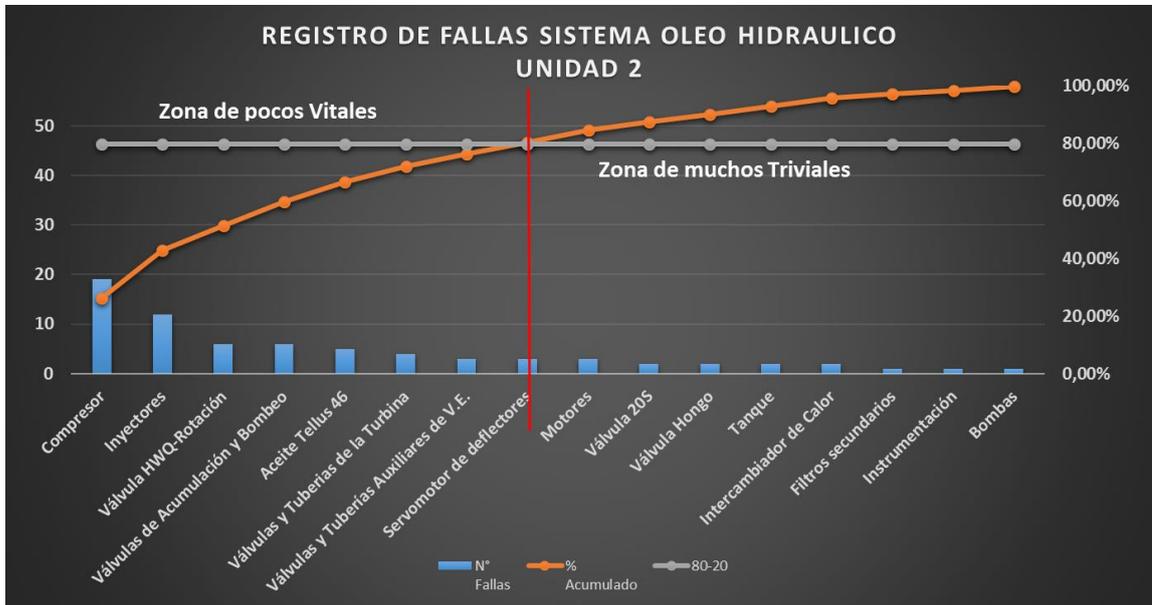


Figura. 20-3: Registro de Fallas de la Unidad U02

3.3.3 Unidad de Generación U03

A continuación, se presenta los números de fallas presentados en los 16 equipos – lubricante, analizados en la unidad de generación U03.

Tabla 24-3: Fallas de los Equipos - Lubricante de la U03

| Ítem | Equipos - Lubricante | N° Fallas | % Acumulado | Frecuencia Acumulada | 80-20 |
|------|--|-----------|-------------|----------------------|-------|
| 1 | Compresor | 20 | 25,32% | 20 | 80% |
| 2 | Aceite Tellus 46 | 14 | 43,04% | 34 | 80% |
| 3 | Inyectores | 8 | 53,16% | 42 | 80% |
| 4 | Válvulas de Acumulación y Bombeo | 7 | 62,03% | 49 | 80% |
| 5 | Válvulas y Tuberías Auxiliares de V.E. | 6 | 69,62% | 55 | 80% |
| 6 | Intercambiador de Calor | 5 | 75,95% | 60 | 80% |
| 7 | Válvula Hongo | 4 | 81,01% | 64 | 80% |
| 8 | Bombas | 3 | 84,81% | 67 | 80% |
| 9 | Tanque | 3 | 88,61% | 70 | 80% |
| 10 | Válvulas y Tuberías de la Turbina | 3 | 92,41% | 73 | 80% |
| 11 | Instrumentación | 1 | 93,67% | 74 | 80% |
| 12 | Motores | 1 | 94,94% | 75 | 80% |
| 13 | Filtros secundarios | 1 | 96,20% | 76 | 80% |
| 14 | Servomotor de deflectores | 1 | 97,47% | 77 | 80% |
| 15 | Válvula 20S | 1 | 98,73% | 78 | 80% |
| 16 | Válvula HWQ-Rotación | 1 | 100,00% | 79 | 80% |

Fuente: Datos del historial de fallos APIPRO

En el gráfico de diagrama de Pareto, se aprecia que los 7 primeros ítem son los más críticos en el SOH y los que mayor atención se debe tener para eliminar las fallas que provocan indisponibilidad en la unidad U03.

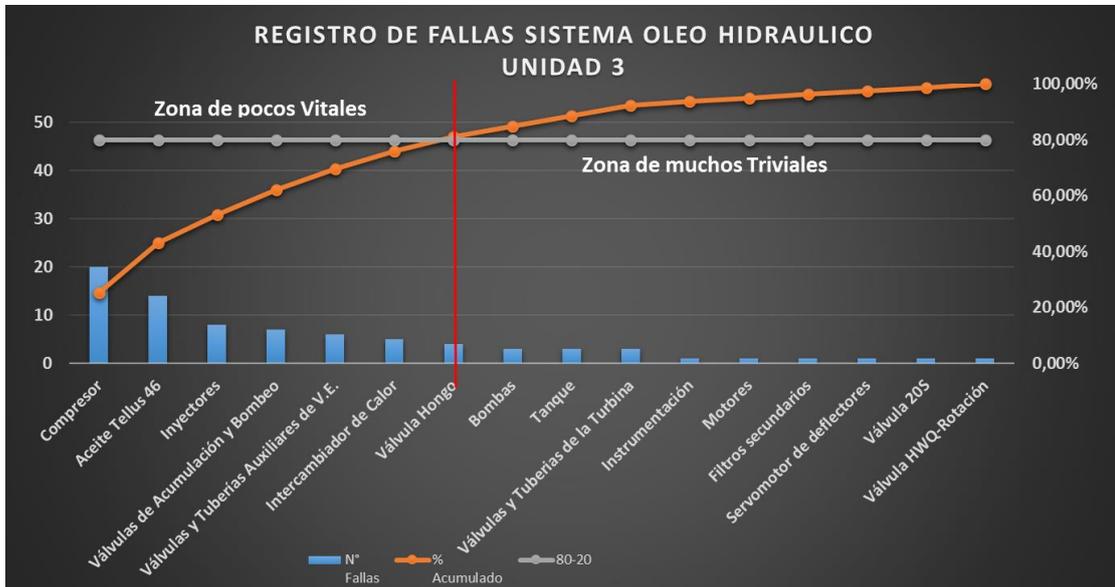


Figura. 21-3: Registro de Fallas de la Unidad U03

3.3.4 Unidad de Generación U04

A continuación, se presenta los números de fallas presentados en los 16 equipos – lubricante, analizados en la unidad de generación U04.

Tabla 25-3: Fallas de los Equipos - Lubricante de la U04

| Ítem | Equipos - Lubricante | N° Fallas | % Acumulado | Frecuencia Acumulada | 80-20 |
|------|--|-----------|-------------|----------------------|-------|
| 1 | Compresor | 22 | 25,58% | 22 | 80% |
| 2 | Válvulas de Acumulación y Bombeo | 12 | 39,53% | 34 | 80% |
| 3 | Aceite Tellus 46 | 12 | 53,49% | 46 | 80% |
| 4 | Tanque | 7 | 61,63% | 53 | 80% |
| 5 | Inyectores | 7 | 69,77% | 60 | 80% |
| 6 | Válvulas y Tuberías de la Turbina | 5 | 75,58% | 65 | 80% |
| 7 | Válvula 20S | 5 | 81,40% | 70 | 80% |
| 8 | Válvula Hongo | 4 | 86,05% | 74 | 80% |
| 9 | Válvulas y Tuberías Auxiliares de V.E. | 3 | 89,53% | 77 | 80% |
| 10 | Válvula HWQ-Rotación | 3 | 93,02% | 80 | 80% |
| 11 | Intercambiador de Calor | 1 | 94,19% | 81 | 80% |
| 12 | Bombas | 1 | 95,35% | 82 | 80% |
| 13 | Instrumentación | 1 | 96,51% | 83 | 80% |
| 14 | Motores | 1 | 97,67% | 84 | 80% |
| 15 | Filtros secundarios | 1 | 98,84% | 85 | 80% |
| 16 | Servomotor de deflectores | 1 | 100,00% | 86 | 80% |

Fuente: Datos del historial de fallos APIPRO

En el gráfico de diagrama de Pareto, se aprecia que los 7 primeros ítem son los más críticos en el SOH y los que mayor atención se debe tener para eliminar las fallas que provocan indisponibilidad en la unidad U04.

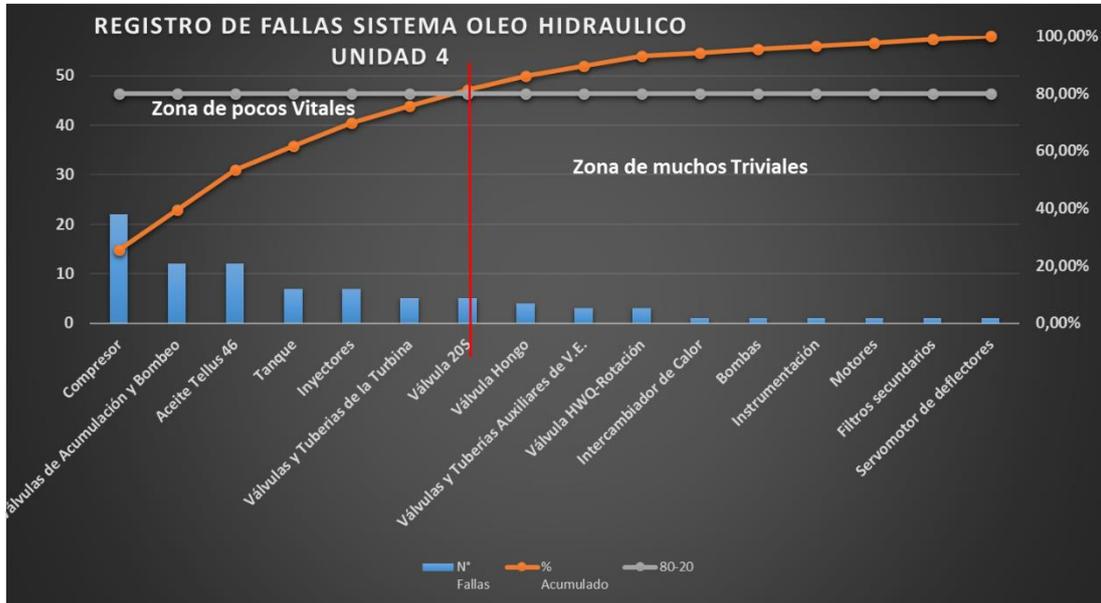


Figura. 22-3: Registro de Fallas de la Unidad U04

3.3.5 Unidad de Generación U05

A continuación, se presenta los números de fallas presentados en los 16 equipos – lubricante, analizados en la unidad de generación U05.

Tabla 26-3: Fallas de los Equipos - Lubricante de la U05

| Ítem | Equipos - Lubricante | N° Fallas | % Acumulado | Frecuencia Acumulada | 80-20 |
|------|--|-----------|-------------|----------------------|-------|
| 1 | Válvulas de Acumulación y Bombeo | 15 | 21,13% | 15 | 80% |
| 2 | Compresor | 8 | 32,39% | 23 | 80% |
| 3 | Válvulas y Tuberías de la Turbina | 8 | 43,66% | 31 | 80% |
| 4 | Válvulas y Tuberías Auxiliares de V.E. | 7 | 53,52% | 38 | 80% |
| 5 | Aceite Tellus 46 | 7 | 63,38% | 45 | 80% |
| 6 | Inyectores | 6 | 71,83% | 51 | 80% |
| 7 | Servomotor de deflectores | 5 | 78,87% | 56 | 80% |
| 8 | Válvula Hongo | 4 | 84,51% | 60 | 80% |
| 9 | Intercambiador de Calor | 2 | 87,32% | 62 | 80% |
| 10 | Bombas | 2 | 90,14% | 64 | 80% |
| 11 | Motores | 2 | 92,96% | 66 | 80% |
| 12 | Instrumentación | 1 | 94,37% | 67 | 80% |
| 13 | Filtros secundarios | 1 | 95,77% | 68 | 80% |
| 14 | Válvula HWQ-Rotación | 1 | 97,18% | 69 | 80% |
| 15 | Válvula 20S | 1 | 98,59% | 70 | 80% |
| 16 | Tanque | 1 | 100,00% | 71 | 80% |

Fuente: Datos del historial de fallos APIPRO

En el gráfico de diagrama de Pareto, se aprecia que los 7 primeros ítem son los más críticos en el SOH y los que mayor atención se debe tener para eliminar las fallas que provocan indisponibilidad en la unidad U05.

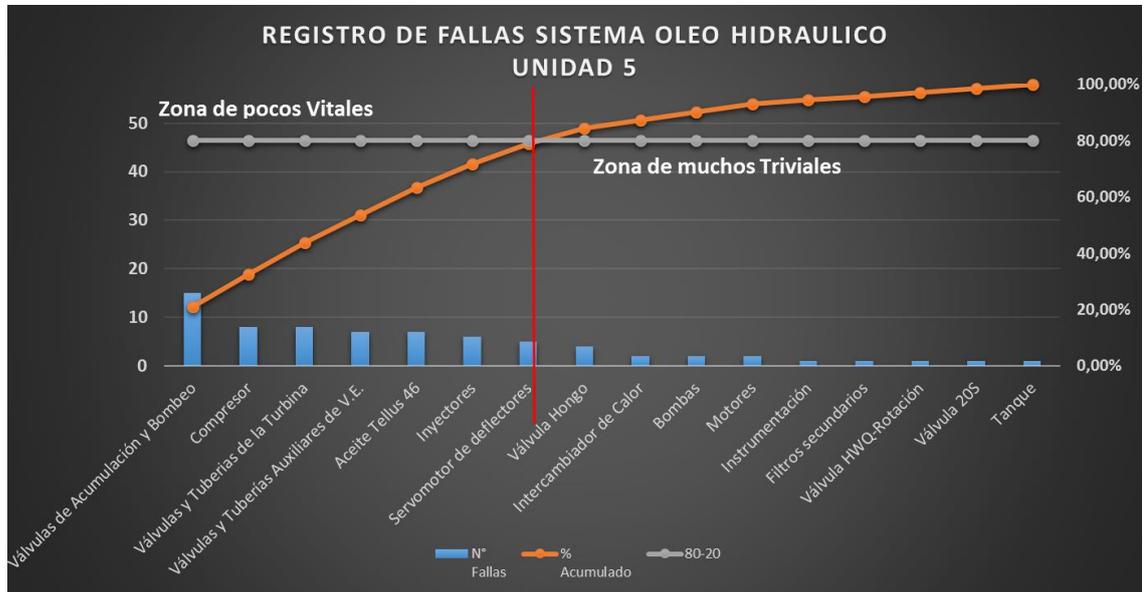


Figura. 23-3: Registro de Fallas de la Unidad U05

3.3.6 Fallas de las Unidad de Generación Fase AB U01 - U05

A continuación, se presenta un total general de todas las fallas presentadas en las UGFAB en los 16 equipos – lubricantes del SOH.

Tabla 27-3: Fallas de los Equipos del SOH

| Ítem | Equipos - Lubricante | N° Fallas | % Acumulado | Frecuencia Acumulada | 80-20 |
|------|-------------------------------------|-----------|-------------|----------------------|-------|
| 1 | Compresor | 88 | 22,80% | 88 | 80% |
| 2 | Aceite Tellus 46 | 55 | 37,05% | 143 | 80% |
| 3 | Válvulas Acumulación Bombeo | 47 | 49,22% | 190 | 80% |
| 4 | Inyectores | 38 | 59,07% | 228 | 80% |
| 5 | Válvulas y Tuberías de la Turbina | 24 | 65,28% | 252 | 80% |
| 6 | Válvulas y Tuberías Auxiliares V.E. | 23 | 71,24% | 275 | 80% |
| 7 | Válvula Hongo | 18 | 75,91% | 293 | 80% |
| 8 | Servomotor de deflectores | 15 | 79,79% | 308 | 80% |
| 9 | Tanque | 14 | 83,42% | 322 | 80% |
| 10 | Intercambiador de Calor | 13 | 86,79% | 335 | 80% |
| 11 | Válvula HWQ-Rotación | 13 | 90,16% | 348 | 80% |
| 12 | Válvula 20S | 11 | 93,01% | 359 | 80% |
| 13 | Motores | 9 | 95,34% | 368 | 80% |
| 14 | Bombas | 8 | 97,41% | 376 | 80% |
| 15 | Instrumentación | 5 | 98,70% | 381 | 80% |
| 16 | Filtros secundarios | 5 | 100,00% | 386 | 80% |

Fuente: Datos del historial de fallos APIPRO

Al graficar el diagrama de Pareto de las fallas totales de los equipos de las UGFAB, se evidencia y se verifica que el 80 % de fallas se genera por un 20% de causas. Donde se aprecia que los 8 primeros ítem son los más críticos y los que se deben tener mayor atención en el mantenimiento para eliminar las fallas que provocan indisponibilidad.

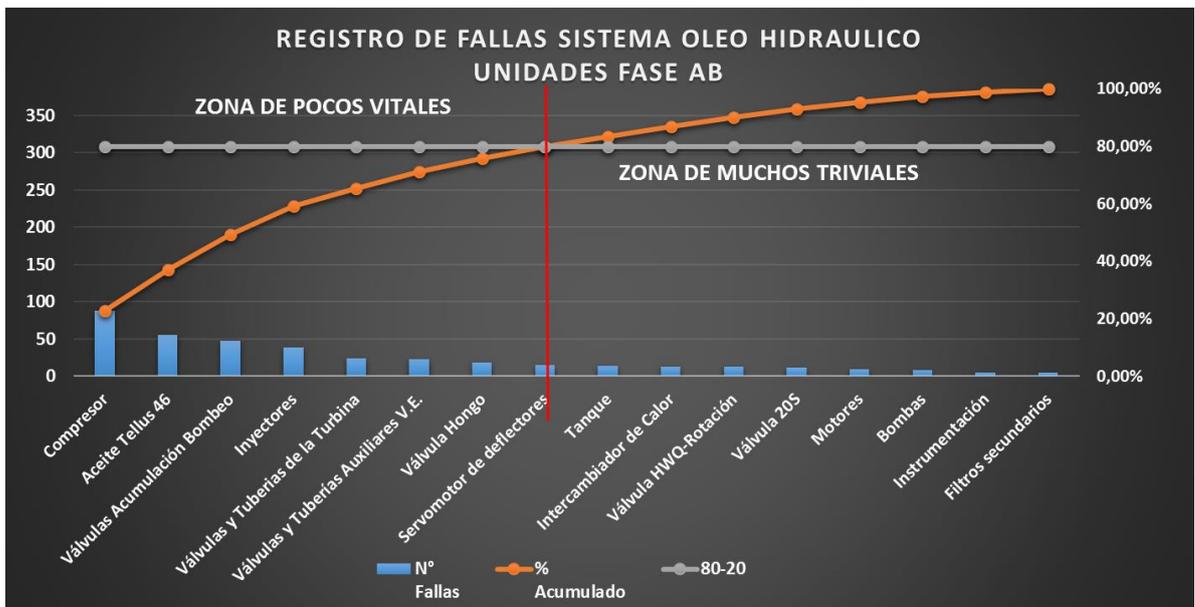


Figura. 24-3: Registro de Fallas de las Unidades Fase AB

3.4. Inspección de Campo de las Actividades de Mantenimiento

Como evidencia de las actividades de mantenimiento mecánico bimestrales, semestrales y anuales que se viene ejecutando en las unidades de generación de la fase AB, se toma como ejemplo la inspección realizada en el sitio del mantenimiento semestral de la Unidad 02 que se ejecutó el 27/04/2015, a partir de las 07:30 hasta el día 02/05/2016 a las 17:00 (Total de 159,10 horas hombre). Ver el detalle en la siguiente tabla: la letra (M) significa mecánico y la letra (H) que es el tiempo que se demora en horas.

Tabla 28-3: Actividades de mantenimiento mecánico

| SISTEMA | CODIGO | ACTIVIDADES | PERSONAL | TIEMPO HORAS HOMBRE |
|----------------------------------|--------|--|----------|---------------------|
| Acumulación Bombeo y Regulación | ABMO | 1.- Análisis de Rodamientos. | 1M | 1 H. |
| | ABTQ | 1.- Limpieza de filtros principales. 2.- Limpieza general del equipo. 3.- Limpieza de filtros secundarios. | 2M | 6 H. |
| | ABTQ | Control del nivel, presión y temperatura del aceite en el sistema. | 1M | 1H |
| Agua de Enfriamiento | AEB0 | 1.- Control de vibraciones | 1M. | 1 H. |
| | AEPZ | 1.- Limpieza del pozo y rejillas de la toma de agua | 2M | 22H |
| | AEEQ | 1.- Engrase de los puntos de lubricación del nivel 1322 | 2M | 4 H. |
| | AETV | 1.- Limpieza de filtros dúplex. | 2M | 5 H. |
| Cojinete Combinado | CJCP | 1.- Control de nivel y/o reposición de aceite | 2M | 1 H. |
| Frenos y Gatos | FLGT | 1.- Revisión general del sistema. 2.- Limpieza del recinto. 3.- Medición de zapatas de los gatos. 4.- Lubricación de retenes de los gatos. 5.- Verificar ajuste de pernos de anclaje de los gatos. | 2M | 8H |
| Generador | GECJ | 1.- Control de nivel y/o reposición de aceite. | 1M | 1H. |
| | GEES | 2.- Medición del flujo de aire de enfriamiento | 1M | 1H |
| Inyección de Aceite Alta Presión | IAMO | 1.- Análisis de Rodamientos. | 1M | 1 H. |
| | IATV | 1.- Limpieza y revisión general externa del sistema. 2.- Limpieza de filtros de aceite. 3.- Control funcionamiento de Bomba. | 2M | 4 H. |
| Turbina Hidráulica | THRT | 1.- Inspección de pintura del recinto de la turbina y rejillas quiebra chorros. | 2M | 6 H. |
| | THCJ | 1.- Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | 1M | 1 H. |
| | THCJ | 1.- Registro de vibraciones. | 1M | 1 H. |
| | THIY | 1.- Engrase de inyectores. 2.- Inspección de agujas, asientos, deflectores y tuberías. 3.- Drenaje de punterías y/o cambio de O ring. 4.- Verificar y/o calibrar carrera de operación de agujas y deflectores. 5.- Cambio de astas de punterías. | 2M | 36H |
| | THRO | 1.- Inspección y/o reparación del rodete. | 1M | 10 H. |
| Válvula de Guarda | VGEQ | 1.- Engrase de válvula esférica 2.- Limpieza interna del Decantador y Filtros dúplex. 3.- Limpieza interna de Cámaras del Servomotor. 4.- Evaluar fugas de agua por Sellos del Servomotor | 2M | 8 H. |
| | VGSE | 1.- Limpieza de Cámaras de Apertura y Cierre de Sellos aguas arriba y abajo. 2.- Control de estanqueidad de Sello Metal - Metal, Cámaras de Apertura y Cierre de sellos aguas arriba - abajo. 3.- Verificación del estado de Sello Metal - Metal aguas abajo. 4.- Control de estanqueidad de Válvula Hongo. | 2M | 8 H. |
| Ventilación B y C | VUMO | 1.- Análisis de rodamientos | 1M | 1 H. |
| | VUVE | 1.- Limpieza de filtros de aire y recinto de ventiladores 2.- Revisión general del equipo | 2M | 12H |

Fuente: Plan de Mantenimiento Anual CHPM

A continuación, en la siguiente figura se observa el reporte de las ODT únicamente del SOH, sacados del software de mantenimiento APIPRO.

| DT | TIPO | CUENTA | EQUIPO | DESCRIPCION | REPORTE | FECHA REP | ESTADO |
|--------|------|--------|-----------|--|---|------------|--------|
| 102643 | P | U02 | U02-AB-TQ | 6M_Control del nivel, presión. | 2015/04/28 g.villa/p.falconi Se realiza la toma de datos de los presostatos, de temperatura y se realiza la contrastacion de nivel del aceite del regulador de velocidad. 63-1-GD 26.6°C 63-2-GDS 26.6°C Temperatura de aceite 41,6°C Carga 71.7 MW Nivel de aceite normal | 29/04/2015 | 10 |
| 102658 | P | U02 | U02-VG-EQ | 6M_Engrase y limpieza de filtros. | 2015/05/01 G. Villa/ P. Falcoi Se realiza el engrase de la valvula esferica sin novedad Se realiza la despresurizacion del decantador, se puede verificar una buena cantidad de sedimento se realiza la limpieza interna con agua de servicio Se realiza la limpieza de la camara del servomotor y se verifica fugas constatando que filtra 0,25 L/124" | 05/05/2015 | 10 |
| 102659 | P | U02 | U02-VG-SE | 6M_Limpieza y estanqueidad sellos. | 2015/05/01 N. Lopez/ G: Villa Se realiza la limpieza de las camaras de los sellos aguas arriba y abajo, se encontraron con mucho sedimento Se realiza el control de estanqueidad de los sellos se desplazan a satisfacci3n Se verifica que en la camara del sello aguas abajo de esta unidad entre la camara de cierre hasta la camara de apertura existe una fuga de agua de 0.5 L/4'6" Se revisa el cuello de la valvula y brida se observa peque1os puntos de oxidaci3n Se realiza el control de estanqueidad de la valvula 20A OK Se realiza la limpieza externa del cuerpo de la valvula esferica la misma que se encuentra con sedimento adherido a la pared, se extrae y se aplica agua a presi3n. Se realiza la inspeccion del sello metal-metal se puede verificar que existen hasta 11 puntos de cavitacion en el obturador el cual provoca fuga de agua de aproximadamente 1 L/15". (planificar el cambio de sello) | 05/05/2015 | 10 |
| 102655 | P | U02 | U02-TH-RT | 6M_Inspecci3n pintura recinto turbina. | 2015/05/02 g.villa/n.lopez Se realiza la inspeccion del recinto turbina, el estado de la pintura es bueno Se realiza la aplicacion de pintura de se1alizacion de la descarga y manhole Se realiza la aplicacion de pintura de identificaci3n de los inyectores | 05/05/2015 | 10 |
| 102636 | P | U02 | U02-AB-TQ | 6M_Limpieza filtros y general del equipo | REPORTE DE ODT 1) FECHA Y NOMBRE: 2015.05.01y02 Fernando Macancela. 2) INSPECCI3N INICIAL: Se encuentra el sistema de acumulaci3n y bombeo parada y des energizada. 3) ACTIVIDADES REALIZADAS: Se procedi3 a desmontar los filtros principales y secundarios, los mismos que se encontraron con suciedad ,holl3n adherido a la malla de los filtros y se procede a lavar con desengrasante ,luego se procede a montar en su sitio . Se procedi3 limpia la parte externa de la cuba, luego se procedi3 a entregar al tecn3logo de operaci3n 4) CONDICI3N DEL OBJETO DE MANTENIMIENTO: El mantenimiento queda concluido listo para arranque. 5) DOCUMENTACI3N UTILIZADA ¿qu3 documentos le sirvieron para hacer el trabajo? No aplica 6) PENDIENTES: ¿Qu3 qued3 pendiente por hacer? ¿Qu3 puede mejorarse? No aplica | 05/05/2015 | 10 |

Figura. 25-3: Reporte de las ODT del Mantenimiento Semestral

Mediante la técnica de observación, durante la ejecución del mantenimiento programado se evidenció las siguientes novedades:

- El cronograma realizado por parte de Ingeniería no se cumple a cabalidad, ya que el área de mantenimiento mecánico vuelve a reprogramar,
- En cuanto a los repuestos no tiene listo, teniendo que ir a la bodega a retirar en ese momento.
- Los reportes son muy deficientes faltan más información como son medidas de calibración, presiones, temperatura, etc., que servirán para realizar los planes de control para el historial de los equipos.
- En el llenado de los formatos de hojas de vida es muy general, falta las horas de operación del equipo, los tipos de bandas o rodamientos utilizados.
- Las ordenes de trabajo no reportan día a día y de esta forma no se puede hacer un buen seguimiento a la programación de las actividades

3.5. Eliminación del Mantenimiento Bimestral

Actualmente se viene realizando actividades en los mantenimientos bimestrales de las Unidades de Generación, que consiste en la gran mayoría de limpieza e inspecciones rutinarias. Por la frecuencia de la actividad que es muy continuo, se viene presentando daños por la manipulación de aflojar y ajustar los pernos, el cual en algunos casos se han tenido daños en la rosca por el manejo constante que generan al realizar el mantenimiento en estos sistemas.

Para el análisis de la eliminación de ésta actividad se recurre a los reportes realizados en las ordenes de trabajo, se cogen datos desde el año 2010 hasta el año 2014, en donde se puede verificar que no es necesario realizar las actividades bimestralmente ya que estos se encuentran en buenas condiciones de trabajo.

Los tiempos que requieren el mantenimiento bimestral es de 9 horas con un grupo de personas de 6 mecánicos (M), a continuación, se detalla un resumen de las Ordenes de trabajo de la Unidad 01(ver tabla siguiente), en donde se evidencia que no amerita realizar el mantenimiento bimestral a las unidades de generación de la Fase AB.

Tabla 29-3: Reportes de Actividades Bimestrales U01

| OT | TIP | EQUIPO | DESCRIPCION | REPORTE | FECHA |
|--------|-----|-----------|--|--|------------|
| 70946 | P | U01-AB-TQ | Mto. bimestral de tanques cuba. | SE REALIZA: _ Limpieza de filtros principales, se encuentran los filtros de color negro con presencia de ollín. _ Limpieza de filtros secundarios, se cambian empaques. _ Se realiza pruebas de funcionamiento no se encuentra novedad. _ Se repone 6 galones de aceite en la cuba del regulador aceite tellus 46 purificado. | 03/01/2010 |
| 70947 | P | U01-AB-CM | Mto. bimestral de compresor. | SE REALIZA: _ Revisión de aceite de compresor encontrándose el aceite en buen estado, por lo tanto no se cambia el aceite. _ Limpieza de válvula de descarga, se cambia sello de caucho. _ Se realiza pruebas de funcionamiento en lo cual no se encuentra novedad. | 03/01/2010 |
| 70953 | P | U01-TH-CJ | Mto. bimestral de cojinete guía turbina. | El nivel de aceite se encuentra dentro de parámetros normales. | 03/01/2010 |
| 70954 | P | U01-TH-IY | Mto. bimestral de inyectores. | Se realiza la inspección de agujas, se encuentra en buen estado. Se realiza la inspección de los asientos para ello se procede a abrir agujas, de igual manera se encuentran en buen estado. Se verifica el ajuste de acoples de tuberías de los inyectores se encuentra con ajuste normal. Se realiza el engrase de los inyectores. | 03/01/2010 |
| 070956 | P | U01-VG-EQ | 2M-VG: Limpieza de filtros duplex | Se realiza el engrase de válvula esférica. Se realiza la limpieza de filtros duplex, no presentan ninguna fuga las válvulas de los filtros. Se realiza la limpieza de cámaras de apertura y cierre de los sellos aguas arriba-abajo, no presentan fuga entre cámaras. | 03/01/2010 |
| 73117 | P | U01-AB-TQ | Mto. bimestral de tanques cuba. | Se realiza la limpieza de los filtros principales, los cuales presentan hollín. Se realiza la limpieza de los filtros secundarios, los mismos no presentan suciedad. Se cambian los empaques de los porta filtros secundarios, ya que los que estaban en servicio presentaban resequeidad. Se realiza la limpieza externa del equipo. | 06/03/2010 |
| 73118 | P | U01-AB-CM | Mto. bimestral de compresor. | Se realiza la limpieza general del equipo. Se desmonta la válvula de descarga de cabezotes, para su limpieza y lubricación Se coloca codo-neplo de 1/4" en la válvula, para la descarga hacia el piso, ya que no se encontró, dicho codo, estando descargando hacia la pared, ensuciándola, al igual que el pulmón de aire. Se revisa el estado del aceite del cárter el cual se encuentra normal. Se repone 100cc de aceite en el cárter. Se arranca el compresor, trabaja normalmente; al parar la válvula de descarga funciona con un poco de retardo. | 06/03/2010 |
| 73123 | P | U01-TH-CJ | Mto. bimestral de cojinete guía turbina. | Se realiza la inspección y se detecta nivel normal | 06/03/2010 |
| 73125 | P | U01-TH-IY | Mto. bimestral de inyectores. | Se realiza la inspección de asientos y agujas ver formatos M 34 y M 35. En Iny. 1 y 5 se observa ondulaciones y cambio de color Asientos sin novedad. Se revisa las tuberías y acoples de aceite de los inyectores no existe fuga y el torque de los acoples está normal. Se realiza el engrase de los 6 inyectores. | 06/03/2010 |
| 73127 | P | U01-VG-EQ | 2M-VG: Limpieza de filtros duplex | Se realiza el engrase de todos los puntos de lubricación de válvula esférica. Se procede a desmontar los filtros duplex se encuentra con bastante lodo el filtro de la línea número 1 el filtro número 2 no se encuentra muy sucio, se cambian los empaques y se procede a realizar el montaje se procede a presurizar para ver fugas todo se encuentra OK. Se realiza la limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba y abajo al momento de lavar se observa que el agua sale bastante sucio y se espera hasta que el agua salga limpio. | 06/03/2010 |

| | | | | | |
|-------|---|-----------|--|--|------------|
| 74214 | P | U01-AB-TQ | Mto. bimestral de tanques cuba. | Se realiza la limpieza de los filtros principales, en los mismos se encontro hollín, y restos de wipe. Se limpia los filtros secundarios, los cuales no presentan suciedad. Se prueba un filtro secundario (nuevo) el cual no ingresa al alojamiento del porta- filtro por ser el diámetro del anillo (28 mm) que soporta la malla más grande que el ingreso al al porta-filtro; se calibra los anillos de los filtros montados dando entre 27.3mm a 27.6mm. Se limpia el equipo. Se realiza pruebas al equipo y no se detecta novedades. Se realiza la limpieza del equipo. | 12/07/2010 |
| 74215 | P | U01-AB-CM | Mto. bimestral de compresor. | Se verifica el estado del aceite (a travez del visor): el mismo no presenta emulción y color normal. Se verifica el nivel de aceite: normal. Se arranca el compresor y se verifica la actuación de la válvula de descarga de cilindros, aunque con un poco de retraso; se desmonta la válvula y realiza una limpieza interna de la misma, internamente se ve normal los elementos de la misma, se la monta, arranca el compresor, y verifica su actuación pero sigue el retraso. | 12/07/2010 |
| 74218 | P | U01-TH-CJ | Mto. bimestral de cojinete guía turbina. | Se realiza la inspección del nivel de aceite, y se lo detecta normal. | 12/07/2010 |
| 74220 | P | U01-TH-IY | Mto. bimestral de inyectores. | Se realiza la inspeccion de los asientos y agujas del recinto de la turbina de la unidad numero 1 ver informacion en los formatos M 34 y M 35. Asientos se encuentran sin novedad. Aguja1: Pequeños puntos de cavitacion al contorno del porta agujas. Aguja2: Porta agujas existe puntos de cavitacion. Aguja3: Pequeñas manchas y cambio de coloracion. Aguja4: Pequeño punto de cavitacion en punta y cambio de coloracion en portagaugas se observa puntos de cavitacion en contorno. Aguja 5: Se observa ondulaciones de cambio de coloracion, en portagaugas puntos de cavitacion. Aguja 6: con pequeños rayones y en porta agujas se encuentra puntos de cavitacion. Se verifica ajuste de acoples de tuberias de aceite sin novedad. Se realiza el engrase de inyectores sin novedad. | 12/07/2010 |
| 74221 | P | U01-VG-EQ | 2M-VG: Limpieza de filtros duplex | Se realiza el engrase de valvula esferica sin novedad. Se desmontan los filtros dulpex para lavar se encuentran con lodo y los empaques dañados lo que se procede a cambiar. Se realiza el lavado de las camaras de apertura y cierre de los sellos aguas arriba y abajo se verifica que se encuentra con lodo. Se encuentra aceite regado en el piso se verifica que es la fuga entre la valvula By-Pas IQ y la valvula V-HWQ. | 12/07/2010 |
| 76211 | P | U01-AB-TQ | Mto. bimestral de tanques cuba. | Se realiza verificación y limpieza externa limpieza de filtros principales, limpieza de filtros secundarios, todo sin novedad Se proceda a cambiar los filtros secundarios todos nuevos | 12/09/2010 |
| 76217 | P | U01-AB-CM | Mto. bimestral de compresor. | Se realiza revision de aceite en el compresor el cual se encuentra en los rangos normales de operacion Se realiza revision de valvula de descarga se precede a cambiar empaque queda todo normal | 12/09/2010 |
| 76220 | P | U01-TH-CJ | Mto. bimestral de cojinete guía turbina. | Se realiza revision e nivel de aceite en cojinete de turbina el mismo que se encuentra normal | 12/09/2010 |
| 76222 | P | U01-TH-IY | Mto. bimestral de inyectores. | Se realiza la inspección de agujas, la aguja del inyector 6 presenta una pequeña rayadura. Se realiza la inspección de los asientos, no presentan ninguna novedad. Se verifica el ajuste de acoples de tuberías de los inyectores. se encuentra con ajuste normal Se realiza el engrase de los inyectores | 12/09/2010 |
| 76223 | P | U01-VG-EQ | 2M-VG: Limpieza de filtros duplex | Se realiza el engrase de válvula esférica Se realiza la limpieza de filtros dúplex Se realiza la limpieza de cámaras de apertura y cierre de los sellos aguas arriba-abajo, no se encontro fuga de agua entre cámaras y válvulas | 12/09/2010 |

Fuente: Plan de Mantenimiento Anual CHPM

En el **Anexo G** se podrá ver el listado de órdenes de trabajo con los reportes indicados en cada unidad de la Fase AB como evidencia se coloca solamente del año 2010.

3.6. Optimización del nuevo plan de mantenimiento mecánico

Con el nuevo plan de mantenimiento que se propone implementar, se va a conseguir optimizar el plan de mantenimiento mecánico para el mejoramiento de la disponibilidad del SOH en las unidades de generación de la Fase AB de la CHPM con esto logramos alcanzar el objetivo general motivo del estudio.

Del análisis realizado de los reportes de las ordenes de trabajo en el software APIPRO, en donde se verificó que no es necesario realizar las actividades bimestrales ya que existen actividades como por ejemplo la limpieza de los filtros principales secundarios en donde el reporte indica que no hay suciedad y lo mejor es hacer semestral y anual, también se pretende realizar el mantenimiento predictivo para el aceite como es el análisis físico químico y el micro filtrado en línea ya que el lubricante es el más importante dentro del SOH, rodamientos de los motores y actividades que se puedan realizar con máquina operando, como el cambio de filtros principales, secundarios, registros de vibraciones, entre otros.

3.6.1 *Mantenimiento Preventivo y Predictivo*

A continuación, se detallan propuestas de mejora y sistemáticamente organizadas para cada uno de los campos que se describen en las órdenes de trabajo preventivas y predictivas del nuevo plan de mantenimiento mecánico de la CHPM del SOH de la Fase AB.

3.6.1.1. Código de restricción

Este campo establece la condición operativa de la instalación, sistema, equipo a realizar el mantenimiento preventivo.

Tabla 30-3: Código de Restricción

| CÓDIGO RESTRICCIÓN | NOMBRE RESTRICCIÓN |
|--------------------|--------------------------------|
| F | Fuera de servicio |
| O | Operando |
| R | Operando con restricción |
| V | Verificación (prueba en vacío) |
| X | Ninguna |

Fuente: Plan del Mantenimiento Anual

3.6.1.2. Intervalo de mantenimientos

Este campo se establece la periodicidad de la instalación, sistema, equipo a realizar el mantenimiento preventivo.

Tabla 31-3: Intervalo de Mantenimientos

| CÓDIGO DE INTERVALO | NOMBRE INTERVALO |
|---------------------|------------------|
| 1M | MENSUAL |
| 6M | SEMESTRAL |
| 1 A | ANUAL |
| 2 A | CADA DOS AÑOS |
| 3A | CADA TRES AÑOS |

Fuente: Plan del Mantenimiento Anual

3.6.1.3. Código de racimo

Este campo es un agrupador para actividades de mantenimiento por instalación, sistema y equipo, además permite realizar las consultas de las ODT asociadas a cada racimo, en el software de APIPRO. A continuación, tomamos como modelo la Unidad 01 el resto de unidades son iguales.

Tabla 32-3: Código de Racimo

| CÓDIGO DE RACIMO | NOMBRE RACIMO |
|------------------|---------------------|
| U01-3A | UNIDAD 01 TRIENAL |
| U01-1A | UNIDAD 01 ANUAL |
| U01-6M | UNIDAD 01 SEMESTRAL |
| U01-1M | UNIDAD 01 MENSUAL |

Fuente: Plan del Mantenimiento Anual

3.6.1.4. Seguridad

Este campo contiene todos los riesgos asociados a cada actividad de mantenimiento preventivo de la instalación, sistema o equipo, se actualizó e incluyeron varias clases de riesgos, con la ayuda del personal de Seguridad Industrial de la CHPM.

Tabla 33-3: Clases de Riesgos

| CODIGO RIESGOS | CLASES RIESGOS |
|----------------|----------------------------------|
| RA7 | RIESGOS AMBIENTALES |
| RA7-10 | Emanaciones al aire |
| RA7-10-0 | Medidas de control general |
| RA7-20 | Desechos peligrosos al agua |
| RA7-20-0 | Medidas de control general |
| RA7-30 | Desechos peligrosos al suelo |
| RA7-30-0 | Medidas de control general |
| RA7-40 | Desechos orgánicos al agua |
| RA7-40-0 | Medidas de control general |
| RA7-50 | Desechos orgánicos al suelo |
| RA7-50-0 | Medidas de control general |
| RA7-60 | Deshechos inertes al agua |
| RA7-60-0 | Medidas de control general |
| RA7-70 | Deshechos inertes al suelo |
| RA7-70-0 | Medidas de control general |
| RB2 | RIESGOS BIOLÓGICOS |
| RB2-10 | Contacto con bacterias, virus |
| RB2-10-0 | Medidas de control general |
| RB2-20 | Contacto con derivados orgánicos |
| RB2-20-0 | Medidas de control general |
| RB2-30 | Mordedura de serpientes |

| | |
|-------------|--|
| RB2-30-0 | Medidas de control general |
| RB2.30 | Pisada sobre objetos |
| RE5 | RIESGOS ERGONOMICOS |
| RE5-10 | Carga mental |
| RE5-10-0 | Medidas de control general |
| RE5-20 | Mandos y señales |
| RE5-30 | Posturas forzadas |
| RE5-30-0 | Medidas de control general |
| RE5-40 | Sobreesfuerzo físico |
| RE5-40-0 | Medidas de control general |
| RE5-50 | Diseño del centro o puesto de trabajo |
| RE5-50-0 | Medidas de control general |
| RE5-60 | Máquinas y herramientas |
| RE5-60-0 | Medidas de control general |
| RE5-70 | Organización del trabajo |
| RE5-70-0 | Medidas de control general |
| RE5-90 | HORARIO (Tiempo de Trabajo) |
| RE5-90-0 | Medidas de control general |
| RF3 | RIESGOS FISICOS |
| RF3-10 | Ruido y vibración |
| RF3-10-0 | Medidas de control general |
| RF3-100-0 | Medidas de control general |
| RF3-100-0-2 | Mantener el orden y limpieza durante las actividades |
| RF3-110 | Choque contra objetos inmóviles |
| RF3-110-0 | Medidas de control general |
| RF3-120 | Choque contra objetos móviles |
| RF3-120-0 | Medidas de control general |
| RF3-130 | Golpes/cortes por objetos y herramientas |
| RF3-130-0 | Medidas de control general |
| RF3-130-0-8 | Utilizar la herramienta adecuada para cada trabajo |
| RF3-140 | Proyección de fragmentos o partículas y/o fluidos presurizados |
| RF3-140-0 | Medidas de control general |
| RF3-150 | Atrapamiento por o entre objetos |
| RF3-150-0 | Medidas de control general |
| RF3-160 | Atrapamiento por vuelco de maquinaria |
| RF3-160-0 | Medidas de control general |
| RF3-170 | Contacto térmico (quemaduras) |
| RF3-170-0 | Medidas de control general |

| | |
|-------------|--|
| RF3-180 | Asfixia y ahogamiento |
| RF3-180-0 | Medidas de control general |
| RF3-190 | Contacto eléctrico directo |
| RF3-190-0 | Medidas de control general |
| RF3-190-0-1 | Al aplicar mantenimiento eléctrico realizar las 5 reglas de oro. |
| RF3-190-12 | Actividades de mantenimiento electrónico en Casa de Máquinas |
| RF3-20 | Iluminación |
| RF3-20-0 | Medidas de control general |
| RF3-200 | Contacto eléctrico indirecto |
| RF3-200-0 | Medidas de control general |
| RF3-30 | Estrés térmico |
| RF3-30-0 | Medidas de control general |
| RF3-40 | Radiaciones ionizantes |
| RF3-40-0 | Medidas de control general |
| RF3-50 | Radiaciones no ionizantes |
| RF3-50-0 | Medidas de control general |
| RF3-60 | Caída de personas a distinto nivel |
| RF3-60-0 | Medidas de control general |
| RF3-80 | Caída de objetos desprendidos o por desplome |
| RF3-80-0 | Medidas de control general |
| RF3-90 | Caída de objetos y herramientas en manipulación |
| RF3-90-0 | Medidas de control general |
| RG8 | RIESGOS GEOMECAVICOS |
| RG8-10 | Asentamientos, deslizamientos, derrumbes |
| RG8-10-0 | Medidas de control general |
| RG8-20 | Rotura de presa |
| RG8-20-0 | Medidas de control general |
| RG8-30 | Inundación por rotura de tubería en casa |
| RG8-30-0 | Medidas de control general |
| RG8-40 | Incendio y explosión en transformador de |
| RG8-40-0 | Medidas de control general |
| RG8-50 | Incendio y explosión en gasolinera, camp |
| RG8-50-0 | Medidas de control general |
| RG8-60 | Incendio forestal |
| RG8-60-0 | Medidas de control general |
| RI4 | RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION |
| RI4-10 | Incendio |
| RI4-10-0 | Medidas de control general |

| | |
|----------|--|
| RI4-20 | Explosión |
| RI4-20-0 | Medidas de control general |
| RP6 | RIESGOS PSICOSOCIALES |
| RP6-20 | Fatiga laboral |
| RP6-20-0 | Medidas de control general |
| RP6-30 | Hastío |
| RP6-30-0 | Medidas de control general |
| RP6-40 | Monotonía |
| RP6-40-0 | Medidas de control general |
| RQ1 | RIESGOS QUIMICOS |
| RQ1-10 | Contacto dérmico y/u ocular con sustancias químicas |
| RQ1-10-0 | Medidas de control general |
| RQ1-20 | Inhalación de sustancias nocivas, causticas o corrosivas |
| RQ1-20-0 | Medidas de control general |

Fuente: Seguridad Industrial de CHPM

3.6.1.5. Plan de Actividades Preventivas del Mantenimiento Anual del SOH

En las siguientes tablas se enumera las actividades propuestas para el nuevo plan de mantenimiento anual del SOH. Para las actividades donde se indique “cambio”; por ejemplo, cambio de filtros secundarios es necesario contar con los repuestos para cumplir esta tarea y evitar que se realice la limpieza, con esto se logra disminuir el tiempo en la intervención del mantenimiento anual.

Tabla 34-3: Actividades Anuales del SOH propuestas

| <i>EQUIPO</i> | <i>ACTIVIDADES</i> | <i>HORAS</i> | <i>PERSONAL</i> |
|---|---|--------------|-----------------|
| MOTOR-BOMBA | 1.- Revisión y/o cambio de los cauchos de acoplamiento de los motores-bombas. 2.- Revisión y/o alineación de los motores-bombas. | 7 | 2 |
| CUBA REGULADOR | 1.- Cambio de filtros de filtros principales. 2.- Cambio de filtros secundarios 3.- Limpieza de la cuba y verificación del estado del aceite. 4.- Limpieza general del equipo. | 7 | 2 |
| VALVULAS REGULADOR | 1. Limpieza y calibración de válvula NQPR1/2 y toma de datos de Presión del circuito. | 4 | 2 |
| CIRCUITO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO ACEITE REGULADOR | 1. Limpieza interna del intercambiador de calor con productos químicos. 2. Control de estanqueidad de intercambiador de calor | 4 | 1 |

| | | | |
|--|--|-----------|---|
| COMPRESOR | 1. Cambio del aceite del compresor 2. Cambio de válvula de descarga 3. Limpieza general del equipo. 4. Control de presión y temperatura | 2 | 2 |
| COJINETE GUIA TURBINA | 1.- Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | 1 | 1 |
| RECINTO TURBINA | 1.- Inspección de pintura del recinto de la turbina y rejillas quiebra chorros. | 5 | 2 |
| INYECTORES | 1. Inspección de agujas, asientos, deflectores y tuberías. 2. Cambio de O'ring de punterías 3. Cambio de astas de punterías. 4. Verificar y/o calibrar carrera de operación de agujas y deflectores. | 10 | 2 |
| RODETE | 1.- Inspección y/o reparación del rodete. 2.- Verificación de perfiles de cangilones con plantillas. | 18 | 2 |
| INYECTORES TURBINA | 1.- Verificar tiempos y presiones de operación de agujas y servomotor de deflectores. | 1 | 6 |
| SERVOMOTOR DE DEFLECTORES | 1.- Verificación del ajuste de tuercas en el varillaje de deflectores y agujas. | 1 | 2 |
| COJINETE GUIA TURBINA | 1.- Verificación de temperatura del intercambiador de calor. 2.- Limpieza del intercambiador de calor. | 4 | 1 |
| TUBERÍAS, VALVULAS Y ACCESORIOS VALVULA ESFÉRICA | 1.- Verificación del ajuste de pernos en bridas y uniones de tuberías de agua y aceite de control de válvula esférica. | 1 | 2 |
| | 1.- Verificación de tiempos de operación de Válvulas Auxiliares. | 1 | 6 |
| DECANTADOR, FILTROS Y SERVOMOTOR DE VALVULA ESFÉRICA | 1. Limpieza interna del decantador 2. Cambio de filtros dúplex 3. Limpieza interna de cámaras del servomotor 4. Evaluar fugas de agua por sellos de servomotor. | 4 | 2 |
| SELLOS Y VÁLVULA HONGO DE VÁLVULA ESFÉRICA | 1. Limpieza de Cámaras de Apertura y Cierre de Sellos aguas arriba y abajo. 2. Control de estanqueidad de Sello Metal - Metal, Cámaras de Apertura y Cierre de sellos aguas arriba - abajo. 3. Verificación del estado de Sello Metal - Metal aguas abajo. 4. Control de estanqueidad de Válvula Hongo. | 4 | 2 |
| CUERPO DE VALVULA ESFÉRICA | 1.- Limpieza, inspección y/o pintura de Válvula Esférica. | 12 | 2 |
| TOTAL HORAS DE INTERVENCIÓN | | 86 | |

Fuente: Plan Anual de Mantenimiento CHPM

3.6.1.6. Plan de Actividades Preventivas del Mantenimiento Semestral del SOH

En las siguientes tablas se enumera las actividades del mantenimiento semestral del SOH, de igual forma como en el anual para el cambio, es necesario contar con todos los repuestos y de esta manera se disminuirá las horas de intervención y los repuestos que salga se realizará el mantenimiento respectivo para que sean utilizados en otras unidades

Tabla 35-3: Actividades Semestrales del SOH

| <i>EQUIPO</i> | <i>TAREAS</i> | <i>HORAS</i> | <i>PERSONAL</i> |
|--|--|--------------|-----------------|
| CUBA REGULADOR | 1.- Cambio de filtros de filtros principales. 2.- Cambio de filtros secundarios 4.- Limpieza general del equipo. | 2 | 2 |
| COMPRESOR REGULADOR | 1. Cambio del aceite del compresor 2. Cambio de válvula de descarga 3. Limpieza general del equipo. 4. Control de presión y temperatura | 2 | 2 |
| COJINETE GUÍA TURBINA | 1. Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | 1 | 2 |
| RECINTO TURBINA | 1.- Inspección de pintura del recinto de la turbina y rejillas quiebra chorros. | 5 | 2 |
| INYECTORES | 1. Inspección de agujas, asientos, deflectores y tuberías. 2. Drenaje de punterías y/o cambio de O'ring. 3. Cambio de astas de punterías. 4. Verificar y/o calibrar carrera de operación de agujas y deflectores. | 10 | 2 |
| RODETE | 1.- Inspección y/o reparación del rodetete. | 11 | 2 |
| DECANTADOR, FILTROS Y SERVOMOTOR DE VALVULA ESFÉRICA | 1. Limpieza interna del decantador 3. Cambio de filtros dúplex 4. Limpieza interna de cámaras del servomotor 5. Evaluar fugas de agua por sellos de servomotor. | 4 | 2 |
| SELLOS Y VÁLVULA HONGO DE VÁLVULA ESFÉRICA | 1. Limpieza de Cámaras de Apertura y Cierre de Sellos aguas arriba y abajo. 2. Control de estanqueidad de Sello Metal - Metal, Cámaras de Apertura y Cierre de sellos aguas arriba - abajo. 3. Verificación del estado de Sello Metal - Metal aguas abajo. 4. Control de estanqueidad de Válvula Hongo. | 4 | 2 |
| TOTAL HORAS DE INTERVENCIÓN | | 39 | |

Fuente: Plan Anual de Mantenimiento CHPM

3.6.1.7. *Diseño del plan en línea de los equipos del SOH*

En la siguiente tabla se enumera las actividades del plan de mantenimiento predictivo del SOH que se pueden realizar con máquina operando, cumpliendo de esta forma el objetivo específico propuesta en este proyecto:

Tabla 36-3: Plan de actividades Predictivas y Monitoreo de la Condición

| <i>EQUIPO</i> | <i>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</i> | <i>HORAS</i> | <i>INTERVALO</i> | <i>PERSONAL MECÁNICO</i> |
|------------------------------------|--|--------------|------------------|-----------------------------------|
| MOTOR | 1. Monitoreo de vibraciones de los motores-bombas. 2. Monitoreo de vibraciones del motor-compresor. 3. Monitoreo de temperaturas de los motores y bombas | 1 | 1M | 1 |
| TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS | Inspección visual de fugas de aceite en el circuito hidráulico | 1 | 1M | 1 |
| TANQUE CUBA | Toma de muestras para el análisis físico químico del aceite hidráulico | 2 | 6M | Por contrato |
| | Micro filtrado en línea del aceite hidráulico | 8 | 6M | Por contrato o adquirir el equipo |
| | Monitoreo del nivel, presión y temperatura del aceite en el sistema. | 1 | 1M | 1 |
| ACOPLE TURBINA - GENERADOR | 1.- Limpieza inspección y/o pintura del recinto acople. | 11 | 1A | 2 |
| COJINETE GUIA TURBINA | 1. Monitoreo de vibraciones de Turbina-Generador. 2. Monitoreo de vibraciones (Panel inferior ZPU2 del 5-12 en mm/s) del sistema de monitoreo VIBROSYSTEM. | 1 | 1M | 1 |
| INYECTORES | 1. Engrase de inyectores | 1 | 3M | 1 |
| VÁLVULA ESFÉRICA | 1. Engrase válvula esférica | 1 | 3M | 1 |
| EQUIPO EN GENERAL VÁLVULA ESFÉRICA | 1. Limpieza y/o pintura de escotillas 2. Revisión y limpieza de conductos de drenaje 3. Limpieza y/o pintura de tuberías que existen bajo las escotillas (agua-aceite) 4. Revisión y/o limpieza exterior del conjunto de válvulas existentes en el sistema de válvula esférica nivel 1320.5 | 4 | 6M | 2 |

Fuente: Plan Anual de Mantenimiento CHPM

3.7. Plan de Mantenimiento Actual vs Plan Propuesto

A continuación, se detalle el plan actual vs plan propuesto, para el mantenimiento bimestral, semestral y anual, adicional las actividades que se realizarán cada 3 años.

3.7.1 *Mantenimiento Bimestral*

En la siguiente tabla está la comparación de las actividades que se realizan actualmente y la propuesta que en este caso es la eliminación del mantenimiento bimestral.

Tabla 37-3: Plan de actividades Bimestral Actual Vs Propuesta

| <i>EQUIPO</i> | <i>TAREAS ACTUALES</i> | <i>TAREAS PROPUESTA</i> | <i>HORAS ACTUAL</i> | <i>HORAS PROPUESTA</i> | <i>PERSONAL</i> |
|------------------------------------|--|----------------------------|---------------------|------------------------|-----------------|
| COMPRESOR | 1.- Revisión y/o cambio de aceite del compresor. | Se elimina las actividades | 2 | 0 | 2 |
| | 2.- Verificación de la Válvula de Descarga. | Se elimina las actividades | | | |
| CUBA DEL REGULADOR | 1.- Limpieza general del equipo. | Se elimina las actividades | 3 | 0 | 2 |
| | 2.- Limpieza de filtros principales. | Se elimina las actividades | | | |
| | 3.- Limpieza de filtros secundarios. | Se elimina las actividades | | | |
| | 4.- Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | Se elimina las actividades | 1 | 0 | 2 |
| INYECTORES | 1.- Inspección de agujas, asientos, deflectores y tuberías. | Se elimina las actividades | 2 | 0 | 2 |
| | 2.- Engrase de inyectores. | Se elimina las actividades | | | |
| RODETE | 1.- Inspección recinto de turbina, rodete, rejillas y carcasa. | Se elimina las actividades | 4,5 | 0 | 1 |
| CUBA TURBINA | 1.- Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | Se elimina las actividades | 1 | 0 | 1 |
| VALVULA ESFERICA | 1.- Engrase de válvula esférica | Se elimina las actividades | 2 | 0 | 2 |
| | 2.- Limpieza de filtros dúplex. | Se elimina las actividades | | | |
| | 3.- Limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba-abajo. | Se elimina las actividades | | | |
| TOTAL HORAS DE INTERVENCIÓN | | | 15,5 | 0 | |

Fuente: Plan Anual de Mantenimiento CHPM

En el siguiente gráfico se aprecia las horas actuales y las horas propuestas del mantenimiento bimestral del SOH.

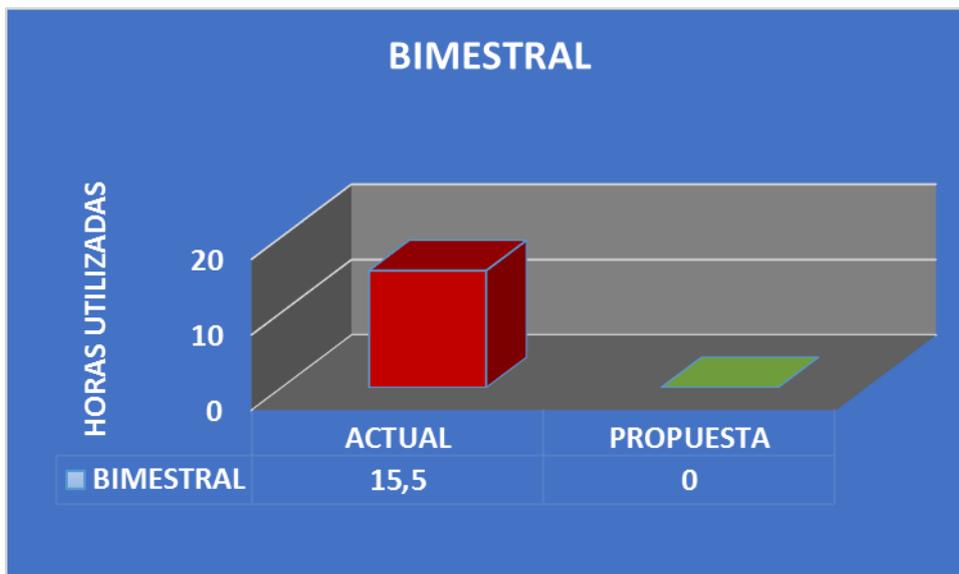


Figura. 26-3: Mantenimiento Bimestral Actual - Propuesta

3.7.2 Mantenimiento Semestral

En la siguiente tabla está la comparación de las actividades que se realizan actualmente y la propuesta que en este caso es la reducción de horas.

Tabla 38-3: Plan de actividades Semestral Actual Vs Propuesta

| <i>EQUIPO</i> | <i>TAREAS ACTUALES</i> | <i>TAREAS PROPUESTA</i> | <i>HORAS ACTUALES</i> | <i>HORAS PROPUESTAS</i> | <i>PERSONAL MECÁNICO</i> | <i>RAZÓN DEL CAMBIO</i> |
|--|--|---|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| MOTOR-BOMBA | 1.- Registro de vibraciones. | Se pasa a realizar mensualmente | 1 | 0 | 1 | Mensualmente |
| CUBA REGULADOR | 1. Limpieza de filtros principales. 2. Limpieza general del equipo. 3. Limpieza de filtros secundarios. 4. Control del nivel, presión y temperatura del aceite en el sistema. | 1.- Cambio de filtros de filtros principales. 2.- Cambio de filtros secundarios 3.- Limpieza general del equipo. | 4 | 2 | 2 | Se reemplaza la limpieza por el cambio y el ítem 4 se realizará mensualmente |
| COMPRESOR REGULADOR | 1. Revisión y/o cambio de aceite del compresor. 2. Verificación de la Válvula de Descarga. | 1. Cambio del aceite del compresor 2. Cambio de válvula de descarga 3. Limpieza general del equipo. 4. Control de presión y temperatura | 2 | 2 | 2 | Se reemplaza la revisión, verificación por el cambio y se aumenta 2 ítem más (3 y 4) |
| COJINETE GUÍA TURBINA | 1.- Registro de vibraciones. | Se pasa a realizar mensualmente | 1 | 0 | 1 | Mensualmente |
| | 2.- Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | 1. Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | 1 | 1 | 1 | |
| RECINTO TURBINA | 1.- Inspección de pintura del recinto de la turbina y rejillas quiebra chorros. | 1.- Inspección de pintura del recinto de la turbina y rejillas quiebra chorros. | 5 | 5 | 2 | |
| INYECTORES | 1. Engrase de inyectores. 2. Inspección de agujas, asientos, deflectores y tuberías. 3. Drenaje de punterías y/o cambio de O'ring. 4.- Verificar y/o calibrar carrera de operación de agujas y deflectores. 5. Cambio de astas de punterías. | 1. Inspección de agujas, asientos, deflectores y tuberías. 2. Cambio de O'ring de punterías 3. Cambio de astas de punterías. 4. Verificar y/o calibrar carrera de operación de agujas y deflectores. | 13 | 10 | 2 | La actividad de engrase se realizará trimestralmente y con unidad en operación y el drenaje de punterías no se realiza |
| RODETE | 1. Inspección y/o reparación del rodete. | 1.- Inspección y/o reparación del rodete. | 11 | 11 | 2 | |
| DECANTADOR, FILTROS Y SERVOMOTOR DE VALVULA ESFÉRICA | 1. Engrase válvula esférica 2. Limpieza interna del decantador 3. Limpieza de filtros dúplex 4. Limpieza interna de cámaras del servomotor 5. Evaluar fugas de agua por sellos de servomotor. | 1. Limpieza interna del decantador 2. Cambio de filtros dúplex 3. Limpieza interna de cámaras del servomotor 4. Evaluar fugas de agua por sellos de servomotor. | 4 | 4 | 2 | |

| <i>EQUIPO</i> | <i>TAREAS ACTUALES</i> | <i>TAREAS PROPUESTA</i> | <i>HORAS ACTUALES</i> | <i>HORAS PROPUESTAS</i> | <i>PERSONAL MECÁNICO</i> | <i>RAZÓN DEL CAMBIO</i> |
|---|---|---|-----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| ELLOS Y VÁLVULA HONGO DE VÁLVULA ESFÉRICA | 1. Limpieza de Cámaras de Apertura y Cierre de Sellos aguas arriba y abajo. 2. Control de estanqueidad de Sello Metal - Metal, Cámaras de Apertura y Cierre de sellos aguas arriba - abajo. 3. Verificación del estado de Sello Metal - Metal aguas abajo. 4. Control de estanqueidad Válvula Hongo. | 1. Limpieza de Cámaras de Apertura y Cierre de Sellos aguas arriba y abajo. 2. Control de estanqueidad de Sello Metal - Metal, Cámaras de Apertura y Cierre de sellos aguas arriba - abajo. 3. Verificación del estado de Sello Metal - Metal aguas abajo. 4. Control de estanqueidad Válvula Hongo. | 4 | 4 | 2 | |
| TOTAL HORAS DE INTERVENCIÓN | | | 46 | 39 | | |

Fuente: Plan Anual de Mantenimiento CHPM

En el siguiente gráfico se aprecia las horas actuales y las horas propuestas del mantenimiento semestral del SOH.

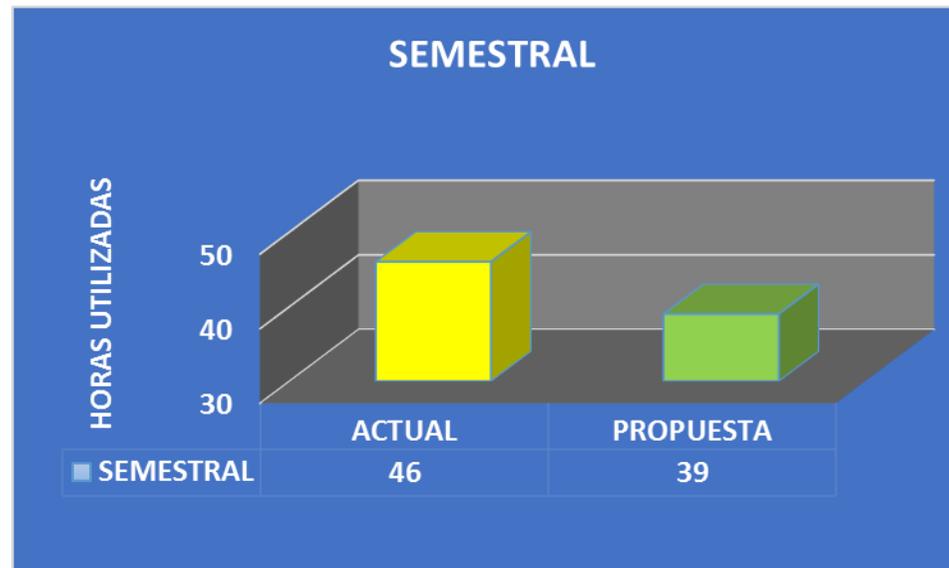


Figura. 27-3: Mantenimiento Bimestral Actual - Propuesta

3.7.3 *Mantenimiento Anual*

En la siguiente tabla está la comparación de las actividades que se realizan actualmente y la propuesta que en este caso es la reducción de horas del mantenimiento anual.

Tabla 39-3: Plan de actividades Anual Actual Vs Propuesta

| <i>EQUIPO</i> | <i>TAREAS ACTUALES</i> | <i>TAREAS PROPUESTA</i> | <i>HORAS ACTUALES</i> | <i>HORAS PROPUESTAS</i> | <i>PERSONAL MECÁNICO</i> | <i>RAZÓN DEL CAMBIO</i> |
|---|--|---|-----------------------|-------------------------|--------------------------|---|
| MOTOR-BOMBA | 1. Registro de vibraciones. | Realizar mensualmente con unidad operando | 1 | 0 | 1 | Mensualmente |
| MOTOR-BOMBA | | 1.- Revisión y/o cambio de los cauchos de acoplamiento de los motores-bombas. 2.- Revisión y/o alineación de los motores-bombas. | 0 | 7 | 2 | Actividades nuevas |
| CUBA REGULADOR | 1. Limpieza de filtros principales. 2. Limpieza de filtros secundarios. 3. Limpieza de la cuba y verificación del estado del aceite. 4.- Limpieza general del equipo. | 1.- Cambio de filtros de filtros principales. 2.- Cambio de filtros secundarios 3.- Limpieza de la cuba y verificación del estado del aceite. 4.- Limpieza general del equipo. | 12 | 7 | 2 | Se reemplaza la limpieza por el cambio |
| VALVULAS REGULADOR | 1.- Limpieza y calibración de válvula NQPR1/2 | 1. Limpieza y calibración de válvula NQPR1/2 y toma de datos de Presión del circuito. | 4 | 4 | 2 | |
| CIRCUITO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO ACEITE REGULADOR | 1. Limpieza de intercambiador de calor. | 1. Limpieza interna del intercambiador de calor con productos químicos. 2. Control de estanqueidad de intercambiador de calor | 4 | 4 | 1 | Se aumenta item 2 debido a que puede existir fuga |
| COMPRESOR | 1.- Revisión y o cambio del aceite del compresor. 2.- Verificación de la válvula de descarga 3. Limpieza general del equipo. 4. Control de presión y temperatura | 1. Cambio del aceite del compresor 2. Cambio de válvula de descarga 3. Limpieza general del equipo. 4. Control de presión y temperatura | 3 | 2 | 2 | Se reemplaza la revisión, verificación por el cambio. |
| COJINETE GUIA TURBINA | 1.- Registro de vibraciones. | | 1 | 0 | 1 | |
| | 1.- Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | 1.- Verificación de nivel y/o reposición de aceite. | 1 | 1 | 1 | |
| RECINTO TURBINA | 1.- Inspección de pintura del recinto de la turbina y rejillas quiebra chorros. | 1.- Inspección de pintura del recinto de la turbina y rejillas quiebra chorros. | 5 | 5 | 2 | |

| <i>EQUIPO</i> | <i>TAREAS ACTUALES</i> | <i>TAREAS PROPUESTA</i> | <i>HORAS ACTUALES</i> | <i>HORAS PROPUESTAS</i> | <i>PERSONAL MECÁNICO</i> | <i>RAZÓN DEL CAMBIO</i> |
|--|---|---|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| INYECTORES | 1- Engrase de inyectores. 2. Inspección de agujas, asientos, deflectores y tuberías. 3. Drenaje de punterías y/o cambio de O'ring. 4. Cambio de astas de punterías. 5. Verificar y/o calibrar carrera de operación de agujas y deflectores. | 1. Inspección de agujas, asientos, deflectores y tuberías. 2. Cambio de O'ring de punterías 3. Cambio de astas de punterías. 4. Verificar y/o calibrar carrera de operación de agujas y deflectores. | 13 | 10 | 2 | La actividad de engrase se realizará trimestralmente y con unidad en operación y el drenaje de punterías no se realiza |
| RODETE | 1.- Inspección y/o reparación del rodete. 2.- Verificación de perfiles de cangilones con plantillas. | 1.- Inspección y/o reparación del rodete. 2.- Verificación de perfiles de cangilones con plantillas. | 18 | 18 | 2 | |
| INYECTORES TURBINA | 1.- Verificar tiempos y presiones de operación de agujas y servomotor de deflectores. | 1.- Verificar tiempos y presiones de operación de agujas y servomotor de deflectores. | 1 | 1 | 6 | |
| SERVOMOTOR DE DEFLECTORES | 1.- Verificación del ajuste de tuercas en el varillaje de deflectores y agujas. | 1.- Verificación del ajuste de tuercas en el varillaje de deflectores y agujas. | 1 | 1 | 2 | |
| ACOPLE TURBINA - GENERADOR | 1.- Limpieza inspección y/o pintura del recinto acople. | Se puede realizar con unidad operando | 11 | 0 | 2 | Se realizará con máquina operando |
| COJINETE GUIA TURBINA | 1.- Verificación de temperatura del intercambiador de calor. 2.- Limpieza del intercambiador de calor. | 1.- Verificación de temperatura del intercambiador de calor. 2.- Limpieza del intercambiador de calor. | 4 | 4 | 1 | |
| TUBERÍAS, VALVULAS Y ACCESORIOS VALVULA ESFÉRICA | 1.- Verificación del ajuste de pernos en bridas y uniones de tuberías de agua y aceite de control de válvula esférica. 1.- Verificación de tiempos de operación de Válvulas Auxiliares. | 1.- Verificación del ajuste de pernos en bridas y uniones de tuberías de agua y aceite de control de válvula esférica. 1.- Verificación de tiempos de operación de Válvulas Auxiliares. | 1 | 1 | 2 | |
| DECANTADOR, FILTROS Y SERVOMOTOR DE VALVULA ESFÉRICA | 1. Limpieza interna del decantador 2. Cambio de filtros dúplex 3. Limpieza interna de cámaras del servomotor 4. Evaluar fugas de agua por sellos de servomotor. | 1. Limpieza interna del decantador 2. Cambio de filtros dúplex 3. Limpieza interna de cámaras del servomotor 4. Evaluar fugas de agua por sellos de servomotor. | 4 | 4 | 2 | |

| <i>EQUIPO</i> | <i>TAREAS ACTUALES</i> | <i>TAREAS PROPUESTA</i> | <i>HORAS</i> | <i>HORAS</i> | <i>PERSONAL</i> | <i>RAZÓN DEL CAMBIO</i> |
|---------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|-----------------|-------------------------|
|---------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|-----------------|-------------------------|

| | | | ACTUALES | PROPUESTAS | MECÁNICO | |
|--|---|---|------------|------------|----------|--|
| SELLOS Y VÁLVULA HONGO DE VÁLVULA ESFÉRICA | 1. Limpieza de Cámaras de Apertura y Cierre de Sellos aguas arriba y abajo. 2. Control de estanqueidad de Sello Metal - Metal, Cámaras de Apertura y Cierre de sellos aguas arriba - abajo. 3. Verificación del estado de Sello Metal - Metal aguas abajo. 4. Control de estanqueidad Válvula Hongo. | 1. Limpieza de Cámaras de Apertura y Cierre de Sellos aguas arriba y abajo. 2. Control de estanqueidad de Sello Metal - Metal, Cámaras de Apertura y Cierre de sellos aguas arriba - abajo. 3. Verificación del estado de Sello Metal - Metal aguas abajo. 4. Control de estanqueidad Válvula Hongo. | 4 | 4 | 2 | |
| CUERPO DE VALVULA ESFÉRICA | 1.- Limpieza, inspección y/o pintura de Válvula Esférica. | 1.- Limpieza, inspección y/o pintura de Válvula Esférica. | 12 | 12 | 2 | |
| TOTAL HORAS DE INTERVENCIÓN | | | 101 | 86 | | |

Fuente: Plan Anual de Mantenimiento CHPM

En el siguiente gráfico se aprecia las horas actuales y las horas propuestas del mantenimiento anual del SOH.

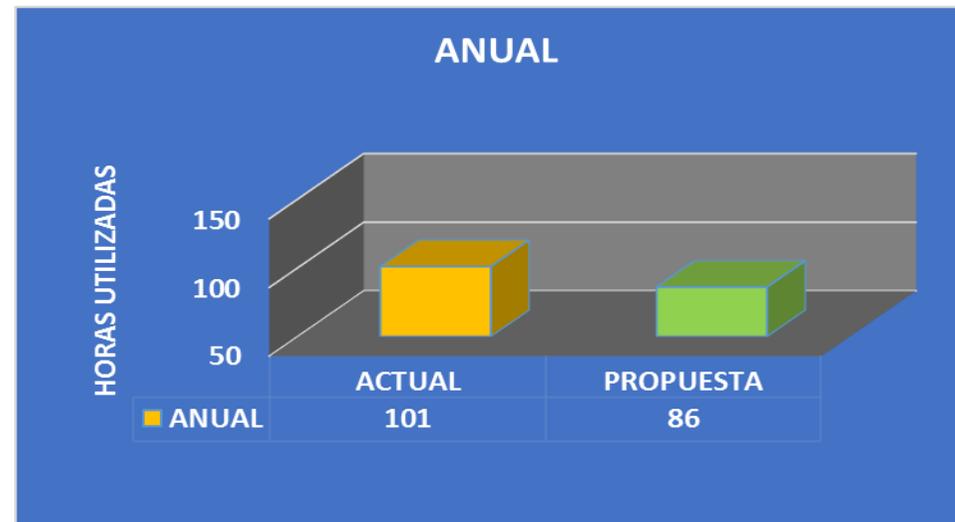


Figura. 28-3: Mantenimiento Bimestral Actual - Propuesta

3.7.4 *Mantenimiento Trienal (3A)*

A continuación, se detalla las actividades de algunos equipos que se realizarán cada 3 años debido a que no es necesario realizar anualmente.

Tabla 40-3: Plan de actividades Trienal (3A)

| <i>EQUIPO</i> | <i>ACTIVIDADES</i> | <i>HORAS</i> | <i>PERSONAL</i> |
|------------------------------------|--|--------------|-----------------|
| VALVULAS REGULADOR | 1. Limpieza de válvulas AWPR(1-2). 2. Limpieza de válvulas VQPR(1-2). 3. Limpieza de válvulas RQPR(1-2). 4. Limpieza y mantenimiento de relé hidráulico y válvula NP del Transductor E.H.T. | 7 | 2 |
| TANQUE | 1. Limpieza interna del tanque acumulador aire-aceite. 1. Limpieza interna del tanque acumulador aire. | 12 | 2 |
| TOTAL HORAS DE INTERVENCIÓN | | 19 | |

3.8. Mejoramiento de la disponibilidad del SOH

Con solo eliminar el mantenimiento bimestral y realizar el mantenimiento predictivo o en línea (máquina operando) en las unidades de generación de CHPM se mejora la disponibilidad del SOH, cumpliendo de esta forma el objetivo específico propuesto en este proyecto.

En la siguiente tabla se observa las horas utilizadas en los mantenimientos preventivos durante un año calendario (8760 Horas):

- Semestral (6M) una vez al año (72Horas)
- Anual (1A) una vez al año (144 Horas)
- Bimestral (2M) 4 veces al año (36 Horas)

Adicional se encuentra las horas totales por indisponibilidad:

- Total, de horas (6M-1A-2M) = 72+144+36 = **252**
- Total, de horas (6M-1A) = 72+144= **216**

Tabla 41-3: Horas Utilizadas en Mantenimiento Preventivo

| HORAS UTILIZADAS EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | | | |
|--|-------|-----|----|----------|------------|
| INDICADORES DE GESTION DE MANTENIMIENTO | 6M | 1A | 2M | 1 UNIDAD | 5 UNIDADES |
| | HORAS | | | | |
| INDISPONIBILIDAD POR MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS: SEMESTRAL - ANUAL - BIMESTRAL (ACTUAL) | 72 | 144 | 36 | 252 | 1260 |
| INDISPONIBILIDAD POR MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS: SEMESTRAL - ANUAL (PROPUESTA) | 72 | 144 | 0 | 216 | 1080 |
| DISPONIBILIDAD EN UN AÑO | | | | 8760 | 8760 |

A continuación, se presenta un gráfico comparativo entre la indisponibilidad por mantenimientos preventivos (6M-1A-2M) vs indisponibilidad por mantenimientos

preventivos (6M-1A) de una Unidad. Se observa que la mejora en la disponibilidad es del 1%.



Figura. 29-3: Mejoramiento de la Disponibilidad en 1 Unidad

En la siguiente figura se observa que el mejoramiento de la disponibilidad en las 5 unidades es del 2%.



Figura. 30-3: Mejoramiento de la Disponibilidad en las 5 Unidades

3.8.1 *Cálculo de la Disponibilidad*

Para el cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

Disponibilidad Actual:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{8760 - 252}{8760} \times 100\%$$

$$\text{Disponibilidad} = 97,12\%$$

Disponibilidad Propuesta:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{8760 - 216}{8760} \times 100\%$$

$$\text{Disponibilidad} = 97,53\%$$

Mejora de Disponibilidad de 1 Unidad (MD1)

$$\text{MD1} = \text{Disponibilidad Propuesta} - \text{Disponibilidad Actual}$$

$$\text{MD1} = 97,53\% - 97,12\%$$

$$\text{MD1} = 0,41\%$$

Mejora de disponibilidad de 5 Unidades(MD5)

$$\text{MD5} = 0,41\% * 5$$

$$\text{MD5} = 2,05\%$$

En la siguiente tabla se presenta el cálculo de la mejora de la disponibilidad eliminando el mantenimiento bimestral:

Tabla 42-3: Mejora de la Disponibilidad eliminando el Mantenimiento Bimestral

| INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | HORAS | INDICES DE DISPONIBILIDAD | PORCENTAJE |
|--|-------------|--|---------------|
| | | $Disponibilidad = \frac{Horas\ Totales - Horas\ parada\ por\ mantenimiento}{Horas\ Totales}$ | |
| INDISPONIBILIDAD POR MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS: SEMESTRAL-ANUAL-BIMESTRAL | 252 | DISPONIBILIDAD ACTUAL | 97,12% |
| INDISPONIBILIDAD POR MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS: SEMESTRAL - ANUAL | 216 | DISPONIBILIDAD PROPUESTA | 97,53% |
| DISPONIBILIDAD EN UN AÑO | 8760 | MEJORA DE DISPONIBILIDAD: 1 UNIDAD | 0,41% |
| | | MEJORA DE DISPONIBILIDAD: 5 UNIDADES | 2,05% |

Fuente: Plan Anual de Mantenimiento CHPM

3.9. Costo de Implementación del nuevo Plan de Mantenimiento

Para el costo de implementación del nuevo plan de mantenimiento se necesita de algunos recursos tanto humanos, materiales y equipos, en la siguiente tabla el detalle del costo anual de un personal de predictivo.

Tabla 43-3: Costo Mensual y Anual de Personal de Predictivo

| GASTOS | MENSUAL | ANUAL |
|-------------------------------|-----------------|------------------|
| RECURSO HUMANO | | |
| TRABAJADOR PREDICTIVO | 2.150,00 | 25.800,00 |
| DECIMO TERCER SUELDO | 179,17 | 2.150,00 |
| DECIMO CUARTO SUELDO | 31,25 | 375,00 |
| VACACIONES | 89,58 | 1.075,00 |
| FONDO DE RESERVA | 179,17 | 2.150,00 |
| APORTE 12,15% | 261,23 | 3.134,70 |
| SUB TOTAL | 2.890,39 | 34.684,70 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTAS | | |
| EQUIPO PARA PREDICTIVO | 300,00 | 3.600,00 |
| MATERIALES - REPUESTOS | | |
| GASTOS DE OFICINA | 100,00 | 1.200,00 |
| VARIOS | 100,00 | 1.200,00 |
| TOTAL USD | 3.390,39 | 40.684,70 |

A continuación, se presenta la siguiente tabla de los tiempos de indisponibilidad de los mantenimientos bimestrales realizados durante el año 2015 de las unidades de generación de la Fase AB de la CHPM, datos tomados del software SARDOM.

Tabla 44-3: Tiempos de Indisponibilidad Bimestral de las Unidades Fase AB Año 2015

| Unidad | Periodicidad | Horas de Operación Acumuladas | Fecha y Hora Inicio | Fecha y Hora Finalización | Horas Operación Último Mtto. | Tiempo Indisponible (HORAS) |
|---|--------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| U01 | Bimestral | 191443 | 01/03/2015 7:30 | 01/03/2015 15:40 | 1119 | 8,17 |
| U01 | Bimestral | 192926 | 10/05/2015 6:45 | 10/05/2015 14:42 | 1483 | 7,95 |
| U01 | Bimestral | 194878 | 04/08/2015 13:30 | 04/08/2015 20:00 | 814 | 6,50 |
| U01 | Bimestral | 195912 | 03/10/2015 7:30 | 03/10/2015 14:44 | 1034 | 7,23 |
| U02 | Bimestral | 197155 | 14/06/2015 7:30 | 14/06/2015 15:52 | 944 | 8,37 |
| U02 | Bimestral | 198343 | 04/08/2015 7:30 | 04/08/2015 14:00 | 1188 | 6,50 |
| U02 | Bimestral | 200042 | 21/11/2015 7:30 | 21/11/2015 14:42 | 900 | 7,20 |
| U03 | Bimestral | 195599 | 28/02/2015 7:30 | 28/02/2015 16:38 | 1601 | 9,13 |
| U03 | Bimestral | 197758 | 13/06/2015 6:45 | 13/06/2015 15:05 | 1063 | 8,33 |
| U03 | Bimestral | 198971 | 05/08/2015 7:30 | 05/08/2015 14:00 | 1213 | 6,50 |
| U03 | Bimestral | 200576 | 12/11/2015 7:30 | 12/11/2015 14:44 | 1058 | 7,23 |
| U04 | Bimestral | 194664 | 09/05/2015 6:45 | 09/05/2015 14:54 | 1527 | 8,15 |
| U04 | Bimestral | 195803 | 26/06/2015 6:45 | 26/06/2015 20:41 | 1139 | 13,93 |
| U04 | Bimestral | 197801 | 04/10/2015 7:30 | 04/10/2015 14:44 | 1148 | 7,23 |
| U04 | Bimestral | 198902 | 03/12/2015 7:30 | 03/12/2015 14:21 | 1101 | 6,85 |
| U05 | Bimestral | 200035 | 07/03/2015 7:30 | 07/03/2015 14:33 | 1034 | 7,05 |
| U05 | Bimestral | 201069 | 24/04/2015 7:30 | 24/04/2015 13:48 | 1034 | 6,30 |
| U05 | Bimestral | 203412 | 06/08/2015 7:30 | 06/08/2015 14:00 | 992 | 6,50 |
| U05 | Bimestral | 204515 | 27/09/2015 7:30 | 27/09/2015 16:35 | 1103 | 9,08 |
| U05 | Bimestral | 205970 | 05/12/2015 7:30 | 05/12/2015 14:23 | 1455 | 6,88 |
| TOTAL HORAS DE INDISPONIBILIDAD POR MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS | | | | | | 155,11 |

Fuente: Software SARDOM

Se presenta en la siguiente tabla el Costo Neto Local y Costo Neto Internacional por indisponibilidad de las unidades de generación de la Fase AB de la CHPM al realizar los mantenimientos bimestrales que se pretende eliminar, para de esta forma optimizar el plan de mantenimiento anual, datos tomado del año 2015.

El costo diario que representa por indisponibilidad fue sacado de los indicadores sistemáticos de tipo económico: (CENACE, 2013)

- Costo Neto local – Promedio diario (\$116.684,16) /24 =**4861,84 USD/H**
- Costo Neto Internacional – Promedio diario (\$ 418.559,55) /24 =**17439,98 USD/H**

Tabla 45-3: Costo Anual por Indisponibilidad en Mantenimientos Bimestrales

| UNIDAD | HORAS DE INDISPONIBILIDAD | COSTO NETO LOCAL (USD) | COSTO NETO INTERNACIONAL (USD) |
|--------------|---------------------------|------------------------|--------------------------------|
| 1 | 29,85 | \$ 145.125,92 | \$ 520.583,44 |
| 2 | 22,07 | \$ 107.300,81 | \$ 384.900,39 |
| 3 | 31,20 | \$ 151.689,41 | \$ 544.127,42 |
| 4 | 36,17 | \$ 175.852,75 | \$ 630.804,12 |
| 5 | 35,82 | \$ 174.151,11 | \$ 624.700,13 |
| TOTAL | 155,11 | \$ 754.120,00 | \$ 2.705.115,49 |

Fuente: Indicadores Sistemáticos de Tipo Económico (CENACE, 2013)

En la tabla siguiente 37-4 y figura se muestra el costo local por indisponibilidad de las cinco unidades y el costo por la implementación del mantenimiento predictivo o basado en condición y la diferencia que representa el ahorro para el país tan solo eliminando el mantenimiento bimestral.

Tabla 46-3: Costo por Indisponibilidad de las 5 Unidades

| DESCRIPCIÓN | COSTO ANUAL (USD) |
|---|-------------------|
| COSTO POR INDISPONIBILIDAD POR BIMESTRALES | 754.120,00 |
| COSTO POR PERSONAL Y EQUIPOS DEL NUEVO PLAN | 40.684,70 |
| AHORRO PARA EL PAIS | 713.435,30 |

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de la encuesta realizada

El resultado de la encuesta realizada al personal, fue “**acceptable**” con un valor promedio cuantitativo de **51,63%**. Para mejorar esta calificación hay que trabajar en todos los ámbitos de la gestión de mantenimiento, pero el alcance de la propuesta de la investigación considera la mejora en el proceso de la:

- Preparación y planificación del trabajo que alcanzó un valor de **59,50%** (Aceptable).
- Ingeniería y mantenimiento preventivo con un porcentaje de **51,80%** (Aceptable), mayor detalle en la siguiente tabla.

Estos 2 puntos se consideran lo mas importantes ya que abarcan todo el plan y tipo de mantenimiento anual que se realizará en los equipos del SOH, motivo del presente estudio.

Tabla 47-4: Resultado general de la Encuesta

| No | CATEGORÍA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | META % | % Calificación del Mantenimiento | % Calificación ÁREA |
|--------------|--|------------|----------------------------------|---------------------|
| 1 | ORGANIZACIÓN, PERSONAL, RELACIONES | 20 | 9,15 | 45,75% |
| 2 | PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO | 20 | 11,9 | 59,50% |
| 3 | INGENIERIA, INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 15 | 7,77 | 51,80% |
| 4 | COMPRAS Y ALMACENES DE MANTENIMIENTO | 10 | 5,28 | 52,80% |
| 5 | CONTRATACIÓN | 10 | 6,13 | 61,30% |
| 6 | PRESUPUESTOS DE MANTENIMIENTO | 10 | 3,06 | 30,60% |
| 6 | EFICIENCIA | 15 | 8,34 | 55,60% |
| Total | | 100 | 51,63 | REGULAR |

Fuente: (SANTIAGO, 2009)

En la siguiente figura se aprecia el diagrama en barras del resultado general de la calificación de la gestión de mantenimiento auditadas.

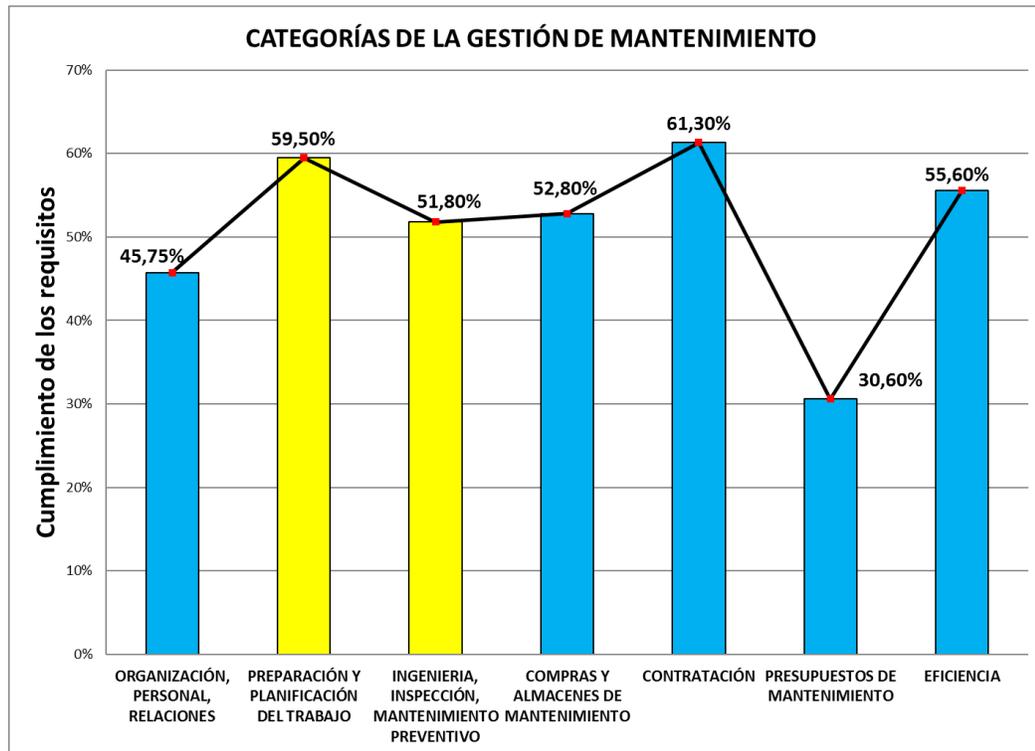


Figura. 31-3: Diagrama de barras de la gestión de mantenimiento CHPM

4.2. Análisis del informe de fallos Período 2004 – 2014

Los resultados alcanzados del informe de fallos realizados en los equipos del sistema oleo hidráulico de todas las unidades de generación de la Fase AB, corresponde al período comprendido desde el año 2004 hasta el 2014. Al desarrollar el gráfico del registro de fallas del SOH, se observó y verificó que el 80 % de fallas son producidas por los siguientes equipos:

Tabla 48-4: Plan de actividades para los equipos críticos

| <i>ITEM</i> | <i>EQUIPO</i> |
|-------------|--|
| 1 | COMPRESOR |
| 2 | ACEITE TELLUS 46 |
| 3 | VÁLVULAS DE ACUMULACIÓN Y BOMBEO |
| 4 | INYECTORES |
| 5 | VÁLVULAS Y TUBERÍAS DE LA TURBINA |
| 6 | VÁLVULAS Y TUBERÍAS AUXILIARES DE V.E. |
| 7 | VÁLVULA HONGO |
| 8 | SERVOMOTOR DE DEFLECTORES |

En los equipos que se enumeraron anteriormente se debe desarrollar un plan de mantenimiento ya que son los que causan la indisponibilidad del SOH de las unidades de generación.

A continuación, se enumera el plan de actividades para los equipos críticos analizados en el diagrama de Pareto, que son necesarias realizar para disminuir los correctivos que afecta en la disponibilidad del sistema oleo hidráulico.

Tabla 49-4: Plan de actividades para los equipos críticos

| <i>EQUIPO</i> | <i>ACTIVIDADES</i> | <i>HORAS</i> | <i>PERSONAL</i> |
|--|--------------------------------------|--------------|-----------------|
| COMPRESOR | Cambio | 8 | 2 |
| ACEITE TELLUS 46 | Micro filtrado en línea cada 6 meses | 16 | 2 |
| VÁLVULAS DE ACUMULACIÓN Y BOMBEO | Mantenimiento cada 3 años | 5 | 2 |
| INYECTORES | Cambio | 92 | 8 |
| VÁLVULAS Y TUBERÍAS DE LA TURBINA | Mantenimiento cada 3 años | 8 | 2 |
| VÁLVULAS Y TUBERÍAS AUXILIARES DE V.E. | Mantenimiento cada 3 años | 8 | 2 |
| VÁLVULA HONGO | Cambio cada 3 años | 22 | 4 |
| SERVOMOTOR DE DEFLECTORES | Cambio | 44 | 4 |

4.3. Análisis de la inspección de campo

De la inspección de campo se aprecia que hay actividades que se pueden realizar con una periodicidad mayor a los 2 meses, además según los reportes en el APIPRO estos equipos

no presentan novedades alarmantes que se tenga que resolver en ese período, se puede realizar los mantenimientos en línea debido a la redundancia que existe en los sistemas como por ejemplo los filtros principales y secundarios, ver tabla 28-3.

4.4. Análisis de la eliminación del Mantenimiento Bimestral

Según los reportes de las órdenes de trabajo es factible formalizar la eliminación de las actividades bimestrales y realizar solamente semestral y anualmente con esto se optimiza el plan de mantenimiento y se garantiza la disponibilidad de las unidades de generación de la CHPM quedando de la siguiente manera el plan del mantenimiento anual.

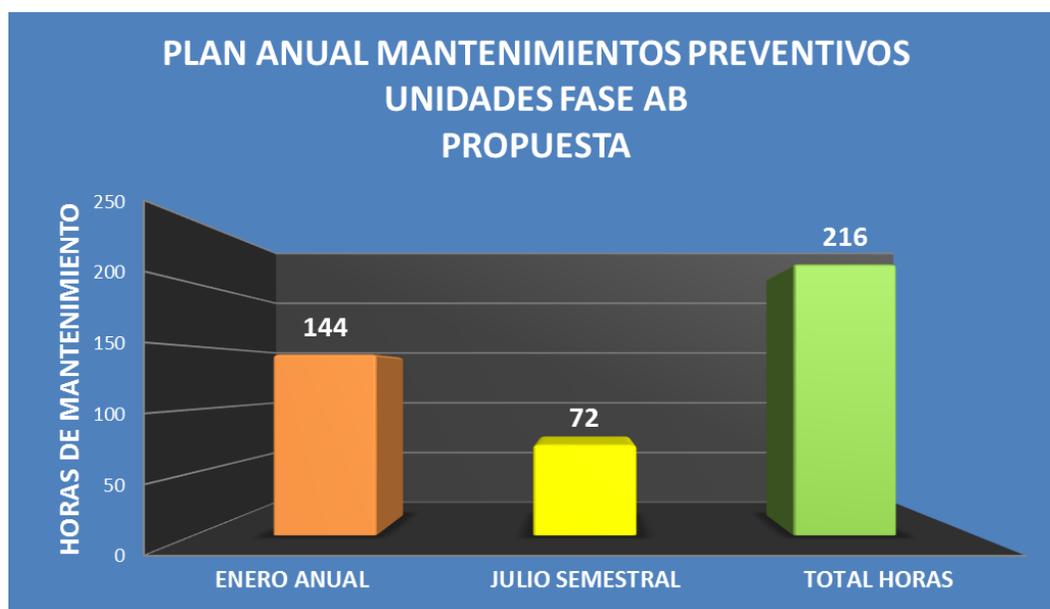


Figura. 32-3: Plan Anual Propuesto

4.5. Análisis de la optimización y el plan de mantenimiento propuesto

De la propuesta realizada se obtiene los siguientes resultados para la optimización del plan de mantenimiento mecánico, con esto reducimos los tiempos de intervención en los mantenimientos semestrales y anuales en las unidades de generación cumpliendo de esta

forma el objetivo específico que es diseñar un nuevo plan de mantenimiento para el sistema oleo hidráulico.

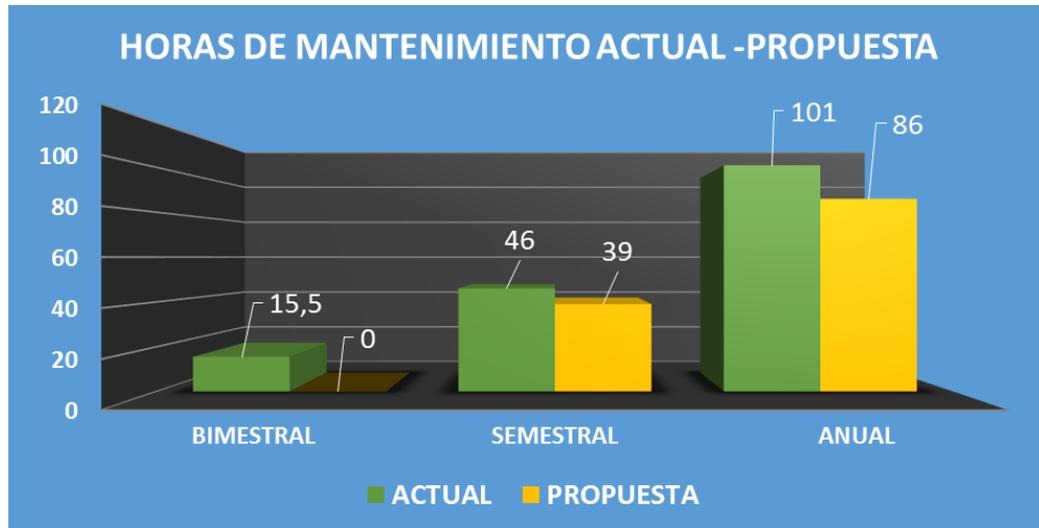


Figura. 33-3: Horas de mantenimiento Actual - Propuesto

4.6. Análisis del mejoramiento de la disponibilidad del SOH

El resultado obtenido con la eliminación del mantenimiento bimestral en las unidades de generación de CHPM es mejorar la disponibilidad del SOH, cumpliendo de esta forma el objetivo específico propuesto en este proyecto.

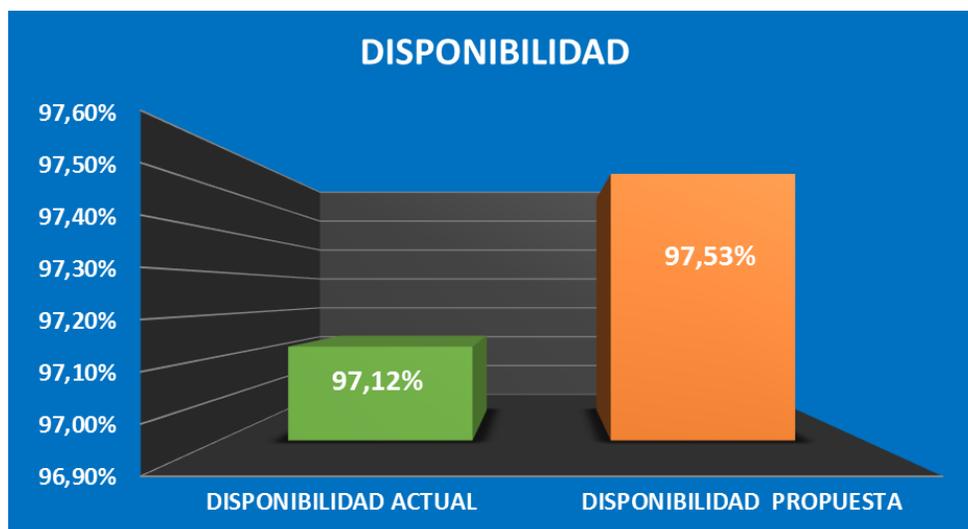


Figura. 34-3: Disponibilidad Actual vs Propuesta

En la siguiente figura se observa que la mejora de la disponibilidad en una unidad es del 0,41% y el total en las 5 unidades de generación es del 2,05%, con esto logramos el objetivo específico planteado.

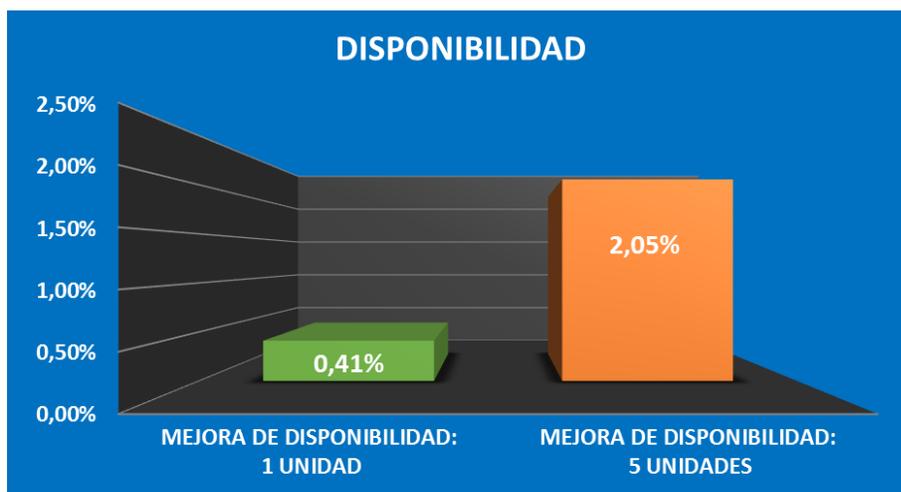


Figura. 35-3: Mejora de la Disponibilidad

4.7. Análisis del Costo de Implementación del nuevo Plan de Mantenimiento

El resultado obtenido con la implementación del nuevo plan de mantenimiento representa un ahorro para el país tan solo eliminando el mantenimiento bimestral, detalle en la figura siguiente.



Figura. 36-3: Costo Anual

CONCLUSIONES

La realización de este estudio en búsqueda de la optimización del plan de mantenimiento mecánico para el mejoramiento de la disponibilidad del SOH en las unidades de generación de la Fase AB de la CHPM determina las siguientes conclusiones:

- La evaluación al plan de mantenimiento ha determinado, con el análisis del informe de fallas, que las principales causas de las fallas que reporta el SOH se dan en los siguientes equipos - lubricantes críticos: Compresor, Aceite Tellus 46, Válvulas de Acumulación y Bombeo, Inyectores, Válvulas y tuberías de la turbina, Válvulas y tuberías auxiliares de válvula esférica, Válvula Hongo, Servomotor de deflectores.
- De la inspección de campo realizado en un mantenimiento, se evidenció que se realizaban tareas innecesarias como la redundante limpieza de filtros que prácticamente estaban limpios luego del bimestral anterior; esto sirvió para eliminar las actividades del mantenimiento bimestral y elaborar un nuevo plan de mantenimiento preventivo con actividades solo semestrales y anuales, con ello se logrará mejorar la disponibilidad del SOH y se reducirán costos.
- La auditoría a la gestión calificó al Mantenimiento como “aceptable”, de los cuáles se trabajó en las categorías motivo del estudio que son: planificación y mantenimiento preventivo.
- Se ha diseñado un nuevo plan de mantenimiento considerando el monitoreo de la condición de los equipos y la realización de actividades con máquina operando, complementados con el mantenimiento preventivo; a la vez, se disminuirán los tiempos de intervención con máquina parada y de esta forma se optimiza el plan de mantenimiento mecánico.

- Mediante la implementación del plan de mantenimiento propuesto, el nivel de incremento de la disponibilidad es del orden del 2.05% para los sistemas de las cinco unidades de generación de la Fase AB.

RECOMENDACIONES

- Implementar el plan de mantenimiento preventivo propuestos para los sistemas oleo hidráulicos de las unidades de generación de la Fase AB.
- Poner en práctica el plan de mantenimiento propuesto sobre el monitoreo de la condición de los equipos.
- Según el análisis de Pareto se recomienda ampliar el análisis de criticidad a los demás sistemas electromecánicos de las unidades de generación.

BIBLIOGRAFÍA

- **AITECO.** *Diagrama de Pareto - Herramientas de Calidad.* [en línea]. [2016-03-29].

<https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>

- **AVILA, Israel.** (2014). *Facturación Anual (03 de 02 de 2015).* Cuenca - Ecuador.

- **CELEC EP HIDROPAUTE.** (2015). *Filosofía Corporativa.* [en línea]. [2016-04-01].

<https://www.celec.gob.ec/hidropaute/index.php/perfil-corporativo/filosofia-corporativa>

- **CELEC EP HIDROPAUTE.** (2015). *Complejo Hidroeléctrico Paute Integral.* [en línea]. [2016-04-01].

<https://www.celec.gob.ec/hidropaute/ley-de-transparencia/11-espanol/perfil-corporativo/127-paute-integral.html>

- **CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE ENERGÍA (CENACE).** (2013). *Indicadores sistemáticos de tipo económico.* Quito- Ecuador.

- **CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO FASE AB.** (1990). *Curso de Capacitación para operadores Central Paute Fase AB.*

- **ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH).** (2015). *Normalización de Tesis.* Centro de Documentación. Riobamba-Ecuador. 23 Diapositivas.
- **ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH).** (2015). *Normalización de Tesis. Bibliografía, Citas bibliográficas.* Riobamba-Ecuador. 11 Diapositivas.
- **ESPAÑA, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR).** (2011). *Terminología del mantenimiento.* UNE-EN 13306.
- **ESPAÑA, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR).** (2010). *Certificación.* UNE-EN 13306.
- **ESPAÑA, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR).** *Documentos para el mantenimiento.* UNE – EN 13460.
- **GARCIA GARRIDO, Santiago.** (2009). *Auditorías de Mantenimiento.* Madrid-España. Renovetec.
- **GARCIA GARRIDO, Santiago.** (2016). *Indicadores de Mantenimiento.* Renovetec. [En línea]. [2016-03-22].

<http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>

- **GARCIA, Mauricio; RAFAEL Alejo.** (1999). *Centrales Hidroeléctricas.* thales.cica.es. [en línea]. [2016-03-25].
<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/paginaprincipal.html>.

- **MERINO, Elizabeth.** (2016). *Diagrama de Pareto.* Gestipolis. [en línea]. [2016-03-29].
<http://www.gestipolis.com/diagrama-de-pareto/>

- **MORA, Luis Alberto.** (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control.* México: Alfaomega Grupo Editor.

- **NORMA ISO 14224.** (1999). *Industrias del petróleo, petroquímicas y del gas natural. Recogida e intercambio de datos de mantenimiento y fiabilidad de los equipos.* Primera edición 15-07-1999 (E).

- **ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN – ISO 19011.** *Directrices para la Auditoría de los Sistemas de Gestión.*

- **SEXTO, Luis Felipe.** (2012-2014). *Auditoría para Evaluar la Gestión del Mantenimiento en la Empresa.* Riobamba - Ecuador.

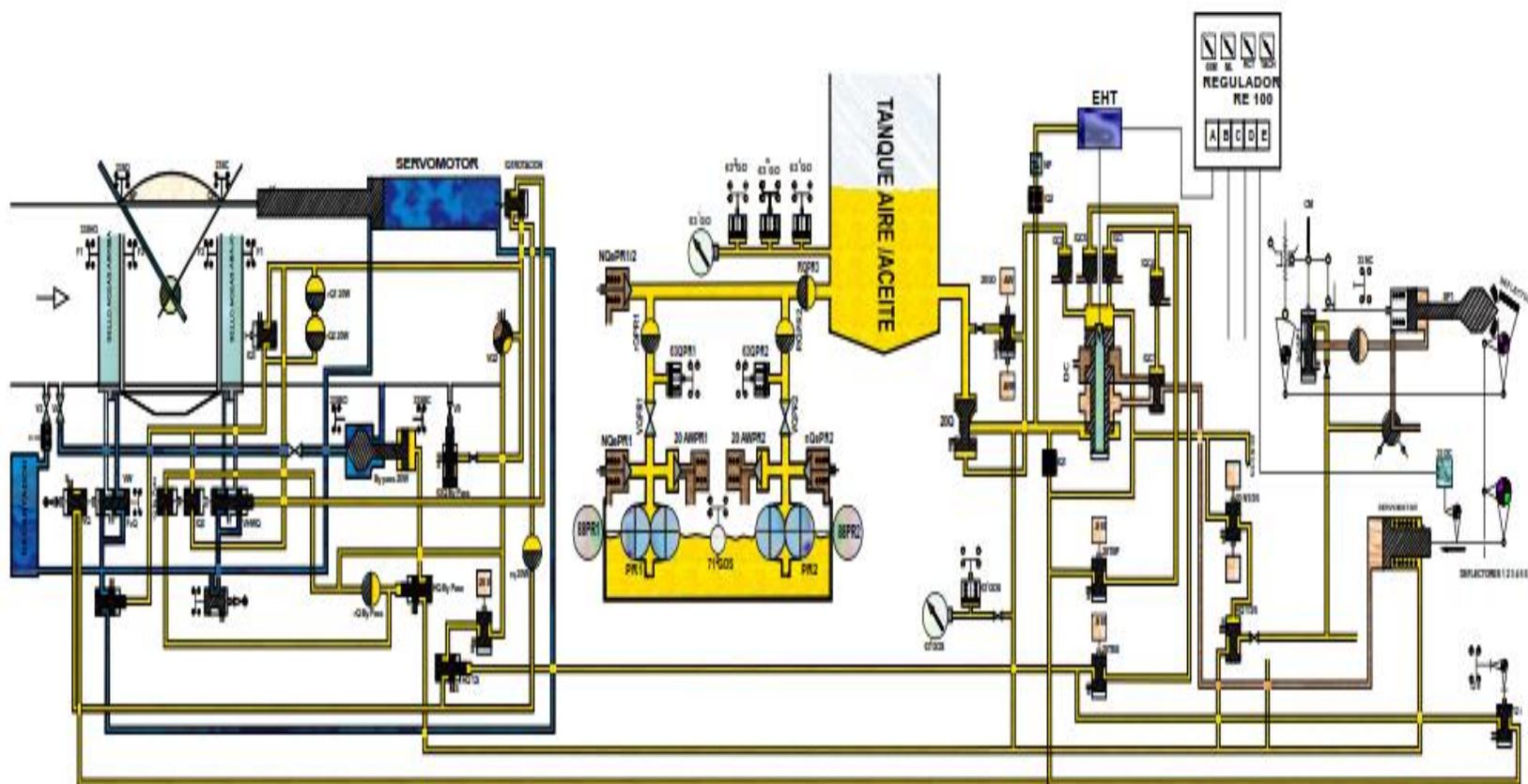
- **SEXTO, Luis Felipe.** (2014). *Ingeniería de fiabilidad.* Ingeniería de fiabilidad, material de estudio, maestría de Gestión de Mantenimiento. Riobamba - Ecuador.

- **TOLENTINO, Jorge Gamarra.** (2004). *Técnicas de Mantenimiento Industrial.* [en línea]. [2016-04-15].
<http://es.slideshare.net/JorgeGamarraTolentino>

- **TORRES, Mariela; PAZ, Karim; SALAZAR, Federico.** *Tamaño de una muestra para una investigación de mercado.* [en línea]. [2016-04-01].URL_02_BAS02.doc
http://moodlelandivar.url.edu.gt/url/oa/fi/ProbabilidadEstadistica/URL_02_BAS02%20DETERMINACION%20TAMA%C3%91O%20MUESTRA.pdf

ANEXOS

ANEXO A: Esquema Oleo Hidráulico de la Unidad de Generación





**CALIBRACION DE CARRERA DE AGUJAS Y ASIENTOS
FASE "AB"**

Pag : 1 de 1
Revisión: 01
Código: M-23
Fecha Elab: 08/06/2008

UNIDAD: _____

Protección: Mant Mecánico

Almacenamiento: Físico

Archivo activo : 2 años

| | | | | |
|---------------|--------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| Fecha: | Responsable | No. ODT | Hrs Operación: | Mantenimiento: |
| | | | | |

| Carrera de Servomotor | Carrera Teórica | | | INYECTOR No. 1 | | | INYECTOR No. 2 | | | INYECTOR No. 3 | | | INYECTOR No. 4 | | | INYECTOR No. 5 | | | INYECTOR No. 6 | | |
|-----------------------|-----------------|-------|-----------|----------------|-------|---------|----------------|-------|---------|----------------|-------|---------|----------------|-------|---------|----------------|-------|---------|----------------|-------|---------|
| | PUNTERIA | AGUJA | DEFLECTOR | Punt. | Ajuga | Defect. |
| 0 | 0 | 0 | -17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 0,1 | 0,3 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 0,4 | 1 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | 0,92 | 2,4 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | 1,73 | 4,5 | 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 2,8 | 7,3 | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | 3,76 | 9,8 | 37,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | 5 | 13,2 | 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 111 | 7 | 18,2 | 49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 130 | 10,6 | 27,5 | 59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 146 | 14,8 | 38,5 | 67,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 160 | 18,85 | 49 | 74,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 174 | 23,8 | 61,9 | 82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 190 | 30 | 78 | 88 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 34 | 88,4 | 93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 215 | 41,5 | 108 | 99,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 225 | 47 | 122,2 | 103 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 230 | 50 | 130 | 105 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Observaciones

**MANTENIMIENTO MECÁNICO
FORMATO DE RECOPILACIÓN DE DATOS
HOJA DE CONTROL DE REPOSICIÓN MENSUAL DE ACEITE EN LAS CUBAS**



Identificación: Objeto | Almacenamiento: Impreso | Archivo activo: 2 años | Retención: Mantenimiento Mecánico | Revisión: 01 | Año: 2014

| | | |
|------------|------------|-------------|
| AÑO | MES | AREA |
| | | |

| UNIDAD | DÍA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | TOTAL | |
|------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---|
| | CUBA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U01 | REGULADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA SUPERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA INFERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA TURBINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| U02 | REGULADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| | COJINETE GUIA SUPERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA INFERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA TURBINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| U03 | REGULADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA SUPERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA INFERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA TURBINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| U04 | REGULADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA SUPERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA INFERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA TURBINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| U05 | REGULADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA SUPERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA INFERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA TURBINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| U06 | REGULADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA SUPERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA INFERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA TURBINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| U07 | REGULADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA SUPERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA INFERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA TURBINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| U08 | REGULADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA SUPERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA INFERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA TURBINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| U09 | REGULADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA SUPERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA INFERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA TURBINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| U10 | REGULADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA SUPERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA INFERIOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | COJINETE GUIA TURBINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |

OBSERVACIONES: La cantidad de aceite está expresada en galones.
Este formato solo será llenado por los Supervisores Mecánicos



**CALIBRACION DE TIEMPOS Y PRESIONES DE
CARRERA DE AGUJAS**

Pag: 1 de 1
Revisión: 01
Código: M-21
Fecha Elab: 08/06/2008

Unidad N° _____

| | | | | |
|---------------|--------------------|----------------|---------------------------|----------------------|
| Fecha: | Responsable | No. ODT | Horas de operación | Mantenimiento |
| | | | | |

TIEMPOS DE CARRERA DE AGUJAS

| RECORRIDO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Nominal /Seg. |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------|
| 0 - 50 % | | | | | | | 11 |
| 0 -100 % | | | | | | | 22 |
| 100 - 50 % | | | | | | | 27 |
| 80 - 30 % | | | | | | | 37 |

PRESIONES DE CARRERA DE AGUJAS

| POSICION % | Presión en: | | | | | | | | | | Presión en regulador | |
|--------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|------------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | | 100 |
| Apertura Continua | | | | | | | | | | | | |
| Posición Fija | | | | | | | | | | | | |
| Nominal Continua | 0 | 6 | 8 | 15 | 18 | 20 | 22 | 24 | 25 | 26 | 28 | |
| Nominal Fija | 0 | 3 | 4 | 6 | 9 | 13 | 17 | 19 | 21 | 25 | 28 | |

OBSERVACIONES

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |

ANEXO C: Ficha de Evaluación a Mantenimiento

| DIAGNOSTICO DE LA GESTIÓN MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO ENCUESTA SOBRE: ORGANIZACIÓN Y EL PERSONAL | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Nombre del Encuestado: | <i>Julio Torres A.</i> | Firma: |  | | | | | | | | |
| Área: | <i>Operación</i> | Fecha: | <i>22-06-2016</i> | | | | | | | | |
| EXPLIQUE SU CRITERIO Y VALORE SU RESPUESTA A LAS PREGUNTAS CON UN VALOR DE 1 EN EL PEOR ESCENARIO HASTA UN MÁXIMO DE 10 EN EL MEJOR CASO | | | | | | | | | | | |
| PREGUNTAS | EXPLICACIÓN DE LA RESPUESTA | VALORACIÓN | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ¿La estructura funcional y jerárquica del Departamento de Mantenimiento y la distribución por turnos, especialidades y áreas de trabajo es apropiada y eficaz? | | | | | x | | | | | | |
| ¿Las directrices de mantenimiento como la planificación, indicadores, gestión de intervenciones y mejoras son adecuadas? | | | | x | | | | | | | |
| ¿Existe en el área de mantenimiento planes de formación: como capacitación externa, auto capacitación de las instalaciones, formación de técnicos en base a la experiencia? | | | | x | | | | | | | |
| ¿El personal de Mantenimiento se encuentra motivado? | | | | x | | | | | | | |
| ¿Es eficiente y eficaz la comunicación con otros departamentos y los responsables de las áreas? | | | | | x | | | | | | |

**DIAGNOSTICO DE LA GESTIÓN MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO
ENCUESTA SOBRE: CONTRATACIÓN**

| | | | |
|------------------------|-----------------------|--------|-----------------------|
| Nombre del Encuestado: | <i>Julio Torres A</i> | Firma: | <i>Julio Torres A</i> |
| Área: | <i>Operación</i> | Fecha: | <i>22-06-2016</i> |

EXPLIQUE SU CRITERIO Y VALORE SU RESPUESTA A LAS PREGUNTAS CON UN VALOR DE 1 EN EL PEOR ESCENARIO HASTA UN MÁXIMO DE 10 EN EL MEJOR CASO

| PREGUNTAS | EXPLICACIÓN DE LA RESPUESTA | VALORACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | |
| ¿Existe una política de contratación de trabajos en la empresa? | | | | | X | | | | | | | | | |
| ¿La especificación técnica de los trabajos a contratar se encuentran bien desarrolladas o existe algún procedimiento específico? | | | | | | | | X | | | | | | |
| ¿Para la selección de contratista se considera los siguientes puntos: Profesionalidad de su personal, el conocimiento de nuestras instalaciones, seriedad de la empresa? | | | | | | | | | | X | | | | |
| ¿El control que se lleva en la supervisión de contratistas, en la calidad de los trabajos, su duración, cumplimiento de plazos y normas de seguridad, cumplen a cabalidad con todo esto? | | | | | | | X | | | | | | | |

**DIAGNOSTICO DE LA GESTIÓN MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO
ENCUESTA SOBRE: ORGANIZACIÓN Y EL PERSONAL**

| | | | |
|------------------------|-------------------------------|--------|-------------------|
| Nombre del Encuestado: | <i>RAMIRO VILIA CARABASCO</i> | Firma: | <i>[Firma]</i> |
| Área: | <i>MANTTO. ELÉCTRICO</i> | Fecha: | <i>15-06-2016</i> |

EXPLIQUE SU CRITERIO Y VALORE SU RESPUESTA A LAS PREGUNTAS CON UN VALOR DE 1 EN EL PEOR ESCENARIO HASTA UN MÁXIMO DE 10 EN EL MEJOR CASO

| PREGUNTAS | EXPLICACIÓN DE LA RESPUESTA | VALORACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | |
| ¿La estructura funcional y jerárquica del Departamento de Mantenimiento y la distribución por turnos, especialidades y áreas de trabajo es apropiada y eficaz? | <i>SI ES APROPIADA</i> | | | | | | X | | | | | | | |
| ¿Las directrices de mantenimiento como la planificación, indicadores, gestión de intervenciones y mejoras son adecuadas? | | | | | | | X | | | | | | | |
| ¿Existe en el área de mantenimiento planes de formación: como capacitación externa, auto capacitación de las instalaciones, formación de técnicos en base a la experiencia? | <i>SI EXISTEN CAPACITACIONES</i> | | | | X | | | | | | | | | |
| ¿El personal de Mantenimiento se encuentra motivado? | <i>SI</i> | | | | X | | | | | | | | | |
| ¿Es eficiente y eficaz la comunicación con otros departamentos y los responsables de las áreas? | <i>SI</i> | | | | | | | X | | | | | | |

**DIAGNOSTICO DE LA GESTION MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA PAUTE MOLINO
ENCUESTA SOBRE: PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO**

| | | | |
|------------------------|-----------------------|--------|----------------|
| Nombre del Encuestado: | DANIEL VILLA CARRASCO | Firma: | <i>[Firma]</i> |
| Área: | MANTTO: ELÉCTRICO | Fecha: | 15-06-2010 |

EXPLIQUE SU CRITERIO Y VALORE SU RESPUESTA A LAS PREGUNTAS CON UN VALOR DE 1 EN EL PEOR ESCENARIO HASTA UN MÁXIMO DE 10 EN EL MEJOR CASO

| PREGUNTAS | EXPLICACIÓN DE LA RESPUESTA | VALORACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | |
| ¿Las órdenes de trabajo contienen el texto adecuado para la ejecución y las firmas de autorización necesarias? | Si | | | | | | X | | | | | | | |
| ¿Se realiza la coordinación de trabajos con otras áreas para conseguir un buen resultado? | Si | | | | | | | X | | | | | | |
| ¿La planificación de trabajos como: Carga de trabajo por especialidad y por sector, preparación de programas especiales; la frecuencia con la que se realiza son los adecuados? | | | | | | | X | | | | | | | |
| ¿Para la ejecución de las actividades se planifica la cantidad y calidad de materiales, repuestos necesarios y herramientas? | | | | X | | | | | | | | | | |
| ¿La estimación de los tiempos de duración de las actividades y fechas de finalización de cada trabajo son las adecuadas en la planificación? | Si | | | | | | | X | | | | | | |
| ¿La recepción de trabajos terminados se realiza considerando la cantidad, calidad y plazo? | | | | | X | | | | | | | | | |
| ¿Es necesario evaluar las necesidades de recursos externos para la realización de trabajos que no se puedan realizar en la empresa por falta de tiempo o por urgencia de trabajo? | Si | | | | | | | | X | | | | | |

**DIAGNOSTICO DE LA GESTIÓN MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO
ENCUESTA SOBRE: COMPRAS Y ALMACÉN**

Nombre del Encuestado: RAMIRO VILLA CARRESCO Firma: [Firma]

Área: MANTTO: ELÉCTRICO Fecha: 15-06-2016

EXPLIQUE SU CRITERIO Y VALORE SU RESPUESTA A LAS PREGUNTAS CON UN VALOR DE 1 EN EL PEOR ESCENARIO HASTA UN MÁXIMO DE 10 EN EL MEJOR CASO

| PREGUNTAS | EXPLICACIÓN DE LA RESPUESTA | VALORACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | |
| ¿Para la sistemática de la gestión de compras se valora los aspectos cómo . Selección de proveedores, especificaciones que se dan en los pedidos, negociación de precios y procesos internos? | | | | | x | | | | | | | | | |
| ¿En la recepción de materiales se analiza la calidad y cantidad de los mismos en correspondencia a los solicitado? | | | | | | | x | | | | | | | |
| ¿Existe una distribución, limpieza, orden, localización y disposición física de los materiales y repuestos adquiridos? | S | | | | | | x | | | | | | | |
| ¿Existe una codificación y estandarización de los materiales y repuestos adecuada? | | | | | x | | | | | | | | | |
| ¿ La organización y la calidad del servicio prestado de estos almacenes de mantenimiento están cuando se les necesita? | S | | | | | | | x | | | | | | |

**DIAGNOSTICO DE LA GESTIÓN MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO
ENCUESTA SOBRE: CONTRATACIÓN**

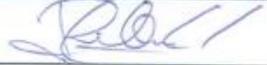
Nombre del Encuestado: *PATRICIO VILLA CARRASCO* Firma: *P.V.*

Área: *MAUTTO: ELÉCTRICO* Fecha: *15-06-2016*

EXPLIQUE SU CRITERIO Y VALORE SU RESPUESTA A LAS PREGUNTAS CON UN VALOR DE 1 EN EL PEOR ESCENARIO HASTA UN MÁXIMO DE 10 EN EL MEJOR CASO

| PREGUNTAS | EXPLICACIÓN DE LA RESPUESTA | VALORACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|--|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| ¿Existe una política de contratación de trabajos en la empresa? | <i>Sí</i> | | | | | x | | | | | | | | | |
| ¿La especificación técnica de los trabajos a contratar se encuentran bien desarrolladas o existe algún procedimiento específico? | | | | | | | x | | | | | | | | |
| ¿Para la selección de contratista se considera los siguientes puntos: Profesionalidad de su personal, el conocimiento de nuestras instalaciones, seriedad de la empresa? | <i>2</i> | | | | | | | | | x | | | | | |
| ¿El control que se lleva en la supervisión de contratistas, en la calidad de los trabajos, su duración, cumplimiento de plazos y normas de seguridad, cumplen a cabalidad con todo esto? | | | | | | | | x | | | | | | | |

**DIAGNOSTICO DE LA GESTIÓN MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO
ENCUESTA SOBRE: ORGANIZACIÓN Y EL PERSONAL**

| | | | |
|------------------------|------------------------|--------|---|
| Nombre del Encuestado: | Roberto Quichimbo | Firma: |  |
| Área: | Mantenimiento Mecánico | Fecha: | 30/05/2016 |

EXPLIQUE SU CRITERIO Y VALORE SU RESPUESTA A LAS PREGUNTAS CON UN VALOR DE 1 EN EL PEOR ESCENARIO HASTA UN MÁXIMO DE 10 EN EL MEJOR CASO

| PREGUNTAS | EXPLICACIÓN DE LA RESPUESTA | VALORACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|--|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| ¿La estructura funcional y jerárquica del Departamento de Mantenimiento y la distribución por turnos, especialidades y áreas de trabajo es apropiada y eficaz? | La distribución de turnos se hace de acuerdo al gusto del supervisor dejando ver favoritismos para unos y perjuicio para otros, no hay del especialización y las áreas de trabajo no son las apropiadas | X | | | | | | | | | | | | | |
| ¿Las directrices de mantenimiento como la planificación, indicadores, gestión de intervenciones y mejoras son adecuadas? | No tenemos conocimiento de esto | X | | | | | | | | | | | | | |
| ¿Existe en el área de mantenimiento planes de formación: como capacitación externa, auto capacitación de las instalaciones, formación de técnicos en base a la experiencia? | Ninguna capacitación en varios años, la experiencia del personal es tomada en cuenta | X | | | | | | | | | | | | | |
| ¿El personal de Mantenimiento se encuentra motivado? | Que es motivación? No se aplica en este área | X | | | | | | | | | | | | | |
| ¿Es eficiente y eficaz la comunicación con otros departamentos y los responsables de las áreas? | Falta por mejorar | | | | | | | | X | | | | | | |

ANEXO D: Categorías de la Gestión de Mantenimiento

| Ponderación Áreas A | ITEM | CATEGORÍA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | Ponderación FUNCIONES B (%) |
|---------------------------|------|---|-----------------------------------|
| 15 | 1 | ORGANIZACIÓN, PERSONAL, RELACIONES | 100 |
| | 1.1. | Adecuación y balance del organigrama | 10 |
| | 1.2. | Directrices de mantenimiento | 15 |
| | 1.3. | Formación y cualificación del personal | 25 |
| | 1.4. | Planes de formación | 25 |
| | 1.5. | Motivación del Personal | 10 |
| | 1.6. | Comunicación | 15 |
| 15 | 2 | PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO | 100 |
| | 2.1. | Sistemática de órdenes de trabajo (O.T) | 15 |
| | 2.2. | Coordinación de especialidades | 15 |
| | 2.3. | Establecimiento de programas | 15 |
| | 2.4. | Definición de materiales | 10 |
| | 2.5. | Estimación de tiempos | 10 |
| | 2.6. | Estimación de fechas de finalización | 10 |
| | 2.7. | Recepción de trabajos terminados | 15 |
| | 2.8. | Evaluación de necesidades externas | 10 |
| 15 | 3 | INGENIERIA, INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO PREVENTIVO. | 100 |
| | 3.1. | Diseño y montaje instalaciones existentes | 15 |
| | 3.2. | Documentación técnica disponible | 10 |
| | 3.3. | Historial equipos | 15 |
| | 3.4. | Investigación sistemática de averías. | 15 |
| | 3.5. | Gamas de mantenimiento preventivo | 15 |
| | 3.6. | Análisis de métodos de trabajo | 15 |
| | 3.7. | Dotación de medios de mantenimiento e inspección | 15 |
| 20 | 4 | COMPRAS Y ALMACENES DE MANTENIMIENTO | 100 |
| | 4.1. | Sistemas de la gestión de compras | 30 |
| | 4.2. | Recepción de materiales | 15 |
| | 4.3. | Locales. Disposición física de los materiales. Localización | 20 |
| | 4.4. | Codificación. Estandarización de recambios | 15 |
| | 4.5. | Calidad del servicio de los almacenes de mantenimiento | 20 |
| 10 | 5 | CONTRATACIÓN | 100 |
| | 5.1. | Política de contratación de trabajos | 20 |

| Ponderación | ITEM | CATEGORÍA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | Ponderación |
|--------------------|-------------|--|--------------------|
| | 5.2. | Especificación técnica de los trabajos a contratar | 30 |
| | 5.3. | Selección de Contratistas | 30 |
| | 5.4. | Supervisión de Contratistas | 20 |
| 10 | 6 | PRESUPUESTOS DE MANTENIMIENTO | 100 |
| | 6.1. | Preparación de presupuesto anual de mantenimiento | 30 |
| | 6.2. | Definición de tipos de mantenimiento. Tratamiento Contable | 15 |
| | 6.3. | Documentos de Gestión Económica | 15 |
| | 6.4. | Informatización del Control de Costes. | 15 |
| | 6.5. | Seguimiento y Control de Costes | 15 |
| | 6.6. | Existencia y evolución de índices económicos. | 10 |
| 15 | 7 | EFICIENCIA | 100 |
| | 7.1. | Duración de los trabajos de Mantenimiento | 20 |
| | 7.2. | Cumplimiento de los plazos | 15 |
| | 7.3. | Calidad de los trabajos realizados | 15 |
| | 7.4. | Costos de los trabajos realizados | 15 |
| | 7.5. | Estado de las Instalaciones-Averías | 15 |
| | 7.6. | Calidad de servicio | 20 |

Fuente: Auditorías de Gestión de Mantenimiento

ANEXO E: Resultados de la Entrevista

| 1. Organización y Personal | CALIFICACIÓN | | | | | | | PROMEDIO |
|---|---------------------|----|----|---|---|---|---|-----------------|
| Adecuación y balance del organigrama | 10 | 6 | 8 | 3 | 4 | 1 | 5 | 5,3 |
| Directrices de mantenimiento | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 1 | 3 | 4,9 |
| Formación y cualificación del personal | 8 | 5 | 5 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4,0 |
| Planes de formación | 8 | 5 | 5 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3,9 |
| Motivación del Personal | 8 | 5 | 1 | 4 | 5 | 1 | 3 | 3,9 |
| Comunicación | 9 | 7 | 7 | 6 | 4 | 6 | 5 | 6,3 |
| 2. Planificación del trabajo | CALIFICACIÓN | | | | | | | PROMEDIO |
| Sistemática de órdenes de trabajo (O.T) | 9 | 10 | 6 | 8 | 5 | 5 | 5 | 6,9 |
| Coordinación de especialidades | 9 | 8 | 6 | 6 | 4 | 6 | 5 | 6,3 |
| Establecimiento de programas | 9 | 8 | 7 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5,3 |
| Definición de materiales | 9 | 4 | 5 | 1 | 4 | 3 | 2 | 4,0 |
| Estimación de tiempos | 10 | 8 | 8 | 5 | 7 | 1 | 4 | 6,1 |
| Estimación de fechas de finalización | 10 | 8 | 8 | 5 | 7 | 1 | 4 | 6,1 |
| Recepción de trabajos terminados | 10 | 8 | 7 | 7 | 5 | 1 | 2 | 5,7 |
| Evaluación de necesidades externas | 10 | 10 | 8 | 7 | 8 | 1 | 5 | 7,0 |
| 3. Ingeniería Mantenimiento | CALIFICACIÓN | | | | | | | PROMEDIO |
| Diseño y montaje instalaciones existentes | 9 | 10 | 7 | 7 | 9 | 4 | 8 | 7,7 |
| Documentación técnica disponible | 8 | 6 | 7 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4,4 |
| Historial equipos | 7 | 8 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3,3 |
| Investigación sistemática de averías. | 9 | 6 | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3,6 |
| Gamas de mantenimiento preventivo | 8 | 9 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4,4 |
| Análisis de métodos de trabajo | 9 | 9 | 4 | 4 | 5 | 8 | 5 | 6,3 |
| Dotación de medios de mantenimiento e inspección | 9 | 7 | 7 | 2 | 7 | 6 | 6 | 6,3 |
| 4. Compras y Almacenes | CALIFICACIÓN | | | | | | | PROMEDIO |
| Sistemas de la gestión de compras | 10 | 8 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 4,1 |
| Recepción de materiales | 10 | 9 | 10 | 6 | 4 | 1 | 4 | 6,3 |
| Locales. Disposición física de los materiales. Localización | 10 | 9 | 6 | 5 | 4 | 1 | 2 | 5,3 |
| Codificación. Estandarización de recambios | 10 | 9 | 3 | 5 | 5 | 1 | 3 | 5,1 |
| Calidad del servicio de los almacenes de mantenimiento | 10 | 9 | 6 | 5 | 6 | 6 | 3 | 6,4 |
| 5. Contratación | CALIFICACIÓN | | | | | | | PROMEDIO |
| Política de contratación de trabajos | 7 | 9 | 4 | 4 | 2 | 1 | 5 | 4,6 |
| Especificación técnica de los trabajos a contratar | 8 | 9 | 9 | 5 | 4 | 1 | 9 | 6,4 |
| Selección de Contratistas | 10 | 9 | 8 | 6 | 6 | 1 | 8 | 6,9 |
| Supervisión de Contratistas | 9 | 8 | 8 | 6 | 3 | 1 | 8 | 6,1 |

| 6. Costos | CALIFICACIÓN | | | | | | | PROMEDIO |
|---|--------------|---|---|---|---|---|---|----------|
| Preparación de presupuesto anual de mantenimiento | 8 | 5 | 4 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3,2 |
| Definición de tipos de mantenimiento. Tratamiento Contable | 10 | 7 | 1 | 4 | 2 | 1 | 5 | 3,3 |
| Documentos de Gestión Económica | 10 | 7 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2,7 |
| Informatización del Control de Costes. | 10 | 7 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3,0 |
| Seguimiento y Control de Costes | 9 | 7 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3,0 |
| Existencia y evolución de índices económicos. | 9 | 7 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 3,0 |
| 7. Eficiencia | CALIFICACIÓN | | | | | | | PROMEDIO |
| Duración de los trabajos de Mantenimiento | 9 | 9 | 8 | 5 | 6 | 3 | 4 | 5,8 |
| Cumplimiento de los plazos | 9 | 9 | 8 | 5 | 7 | 1 | 5 | 5,8 |
| Calidad de los trabajos realizados | 9 | 9 | 5 | 6 | 6 | 1 | 5 | 5,3 |
| Costos de los trabajos realizados | 9 | 9 | 6 | 6 | 6 | 1 | 6 | 5,7 |
| Estado de las Instalaciones-Averías | 10 | 9 | 7 | 6 | 4 | 1 | 4 | 5,2 |
| Calidad de servicio | 9 | 9 | 8 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5,5 |

Fuente: Auditorías de Mantenimiento

ANEXO F: Historial de Fallos sacados del APIPRO

| Fecha finaliza | Número OT | Nombre Orden Trabajo | Objeto Mito. | Posición | ID. Técnica | Centro Costo | Tipo de mante | Pedido por | Responsable | Area |
|----------------|-----------|---|--------------|----------|-------------|--------------|---------------|------------|--------------|------|
| 24/12/2014 | 111100 | cambio de neplos de 3/4" | U05-AB-TV | U05-AB | TUA-AB-TV | U05 | L | mlcordova | MMMALLA | M |
| 23/12/2014 | 111023 | Revisar nivel aceite U01-AB | U01-AB-TQ | U01-AB | | U01 | L | PVANEGAS | MMMANOSALVAS | M |
| 16/12/2014 | 110925 | Revisar nivel de aceite en U04-AB | U04-AB-TQ | U04-AB | | U04 | L | DFERNANDE | MWCHUQUI | M |
| 30/11/2014 | 110597 | Revisa nivel de aceite U04-AB | U04-AB-TQ | U04-AB | | U04 | L | EBARROS | M | M |
| 29/11/2014 | 110594 | AB- TQ. Reposición de aceite en cuba. | U04-AB-TQ | U04-AB | | U04 | L | VCHERREZ | MWCHUQUI | M |
| 28/12/2014 | 110365 | Cambio del compresor. | U01-AB-CM | U01-AB | DS20 | U01 | L | FTOGRA | MFMACANCELA | M |
| 17/11/2014 | 110257 | Revisar cañería válvula 20AWPR1 U01-AB | U01-AB-TQ | U01-AB | | U01 | L | DFERNANDE | MGVILLA | M |
| 06/10/2014 | 109445 | Revisar compresor regulación U01 | U01-AB-CM | U01-AB | DS20 | U01 | L | JSARMIENTO | MGVILLA | M |
| 30/09/2014 | 109221 | Cambio de válvula de drenaje de aire | U03-AB-TV | U03-AB | TUA-AB-TV | U03 | L | mlcordova | MFMACANCELA | M |
| 04/09/2014 | 108539 | Revisar válvula descarga compresor U05-RV | U05-AB-CM | U05-AB | DS20 | U05 | L | PVANEGAS | MLQUIZHPI | M |
| 03/09/2014 | 108513 | Cambio de válvula 3/4" de esfera | U03-AB-CM | U03-AB | DS20 | U03 | L | MLCORDOVA | MFMACANCELA | M |
| 30/08/2014 | 107155 | Purificación de aceite de la cuba U03 | U03-AB-TQ | U03-AB | | U03 | L | VCHERREZ | MMMANOSALVAS | M |
| 25/04/2014 | 105271 | Revisar válvula compresor regulador U01 | U01-AB-CM | U01-AB | DS20 | U01 | L | PVANEGAS | MMMANOSALVAS | M |
| 22/03/2014 | 104256 | Reposición de aceite en el regulador | U01-AB-TQ | U01-AB | | U01 | L | VCHERREZ | MGVILLA | M |
| 13/01/2014 | 102555 | Cambio de intercambiador de calor por pr | U02-AB-AE | U02-AB | | U02 | L | JCAJILIMA | MGVILLA | M |
| 13/01/2014 | 102516 | Revision y limpieza de rele hidraulico | U01-AB-TV | U01-AB | TUA-AB-TV | U01 | L | JCAJILIMA | MGVILLA | M |
| 28/11/2013 | 101095 | Pruebas de estanqueidad | U02-AB-TQ | U02-AB | | U02 | L | FTOGRA | MFMACANCELA | M |
| 06/10/2013 | 100072 | Aceite del compresor se encuentra emulci | U05-AB-CM | U05-AB | DS20 | U05 | L | JCAJILIMA | MGVILLA | M |
| 15/09/2013 | 099095 | Purificación del aceite emulsionado. | U04-AB-TQ | U04-AB | | U04 | L | FTOGRA | MMMANOSALVAS | M |
| 10/09/2013 | 099094 | Limpieza y cambio de aceite. | U04-AB-TQ | U04-AB | | U04 | L | FTOGRA | MMMANOSALVAS | M |
| 26/07/2013 | 098465 | Revisar aceite compresor regulador U03 | U03-AB-CM | U03-AB | DS20 | U03 | L | JTORRES | MCGONGORA | M |
| 13/06/2013 | 097424 | Cambio de Bomba #1. | U03-AB-BO | U03-AB | | U03 | L | FTOGRA | MFMACANCELA | M |
| 17/05/2013 | 096941 | Revisar compresor regulador U01 | U01-AB-CM | U01-AB | DS20 | U01 | L | JTORRES | MAPASTUZO | M |
| 21/04/2013 | 096387 | Alineacion de motor bomba | U02-AB-BO | U02-AB | | U02 | L | JCAJILIMA | MGVILLA | M |
| 14/04/2013 | 096046 | Revisar sistema de acumulación U04 | U04-AB-TQ | U04-AB | | U04 | L | CABAMBARI | MFMACANCELA | M |
| 25/06/2013 | 095516 | Purificacion de aceite de la cuba del R | U01-AB-TQ | U01-AB | | U01 | L | JCAJILIMA | MWCHUQUI | M |
| 10/03/2013 | 095402 | Aceite en cuba mesclado con agua | U01-AB-TQ | U01-AB | | U01 | L | EBRAVO | MMMANOSALVAS | M |
| 28/11/2012 | 093140 | Revisar sistema regulación U03 | U03-AB-AE | U03-AB | | U03 | L | PVANEGAS | MVUZHCA | M |
| 25/10/2012 | 092413 | Revisar regulador de velocidad U02 | U02-AB-TV | U02-AB | TUA-AB-TV | U02 | L | PVANEGAS | MCGONGORA | M |
| 19/10/2012 | 092196 | Revisar compresor regulador U02 | U02-AB-TV | U02-AB | TUA-AB-TV | U02 | L | PVANEGAS | MLQUIZHPI | M |
| 15/10/2012 | 092118 | Cambio de válvula Argus DN 20. | U02-AB-TV | U02-AB | TUA-AB-TV | U02 | L | FTOGRA | MCGONGORA | M |
| 07/10/2012 | 092045 | Cambio de neplo de entrada de agua | U04-AB-AE | U04-AB | | U04 | L | JCAJILIMA | MVUZHCA | M |
| 19/09/2012 | 091555 | Revisión vibraciones y alineacion. | U01-AB-MO | U01-AB | | U01 | L | FTOGRA | MNLOPEZ | M |
| 18/09/2012 | 091554 | Revisión de válvula Check. | U01-AB-CM | U01-AB | DS20 | U01 | L | FTOGRA | MNLOPEZ | M |
| 22/08/2012 | 090898 | Revisar compresor U04 | U04-AB-CM | U04-AB | DS20 | U04 | L | EBRAVO | MGVILLA | M |
| 09/08/2012 | 090737 | Revision de valvula check | U03-AB-CM | U03-AB | DS20 | U03 | L | JCAJILIMA | MGVILLA | M |
| 09/08/2012 | 090732 | Revisar sistema de regulación U02 | U02-AB-CM | U02-AB | DS20 | U02 | L | FPENAFIEL | MGVILLA | M |
| 08/08/2012 | 090706 | Revisión de válvula de descarga | U02-AB-CM | U02-AB | DS20 | U02 | L | FTOGRA | MFMACANCELA | M |
| 08/08/2012 | 090694 | 1.- Revisión y alineación del Motor. | U03-AB-MO | U03-AB | | U03 | L | FTOGRA | MFMACANCELA | M |
| 26/07/2012 | 090422 | Revisar sistema regulación U04 | U04-AB-CM | U04-AB | DS20 | U04 | L | CABAMBARI | MAPASTUZO | M |
| 23/07/2012 | 090339 | Revisar válvula descarga compresor | U04-AB-CM | U04-AB | DS20 | U04 | L | JTORRES | MCGONGORA | M |
| 07/07/2012 | 090025 | Revisión de válvula de descarga. | U01-AB-CM | U01-AB | DS20 | U01 | L | FTOGRA | MMMANOSALVAS | M |
| 01/07/2012 | 089929 | Reparación de cañería de cobre | U04-AB-CM | U04-AB | DS20 | U04 | L | JCAJILIMA | MLQUIZHPI | M |
| 11/04/2012 | 087965 | Cambio de tramo de tubería de 1 1/4" | U03-AB-AE | U03-AB | | U03 | L | JCAJILIMA | MGVILLA | M |
| 18/02/2012 | 086958 | Reposición de aceite | U01-AB-TQ | U01-AB | | U01 | L | POYERVIDE | MMMANOSALVAS | M |
| 17/10/2011 | 084561 | Revisar válvula descarga compresor U01 | U01-AB-CM | U01-AB | DS20 | U01 | L | CABAMBARI | MFMACANCELA | M |
| 23/10/2011 | 083846 | Revisar compresor regulador U04 | U04-AB-CM | U04-AB | DS20 | U04 | L | CABAMBARI | MFMACANCELA | M |
| 09/08/2011 | 083085 | Revisar válvula aire compresor AB U03 | U03-AB-TV | U03-AB | TUA-AB-TV | U03 | L | JTORRES | MLQUIZHPI | M |
| 19/03/2011 | 080642 | Revisar Válvula. | U04-AB-TQ | U04-AB | | U04 | L | FTOGRA | MMMANOSALVAS | M |
| 07/02/2011 | 079797 | Cambio de neplo en tuberías | U03-AB-AE | U03-AB | | U03 | L | FTOGRA | MMMALLA | M |
| 03/02/2011 | 079519 | Reparar fuga de aire tanque reguladorU02 | U02-AB-TV | U02-AB | TUA-AB-TV | U02 | L | PVANEGAS | MMMANOSALVAS | M |
| 27/12/2010 | 079133 | Cambio de neplos en tubería . | U01-AB-AE | U01-AB | | U01 | L | FTOGRA | MMMALLA | M |
| 26/11/2010 | 078582 | Revisar indicador nivel de regulador U01 | U01-AB-TV | U01-AB | TUA-AB-TV | U01 | L | PVANEGAS | MMMANOSALVAS | M |
| 27/11/2010 | 078499 | Revisar válvula de descarga reguladorU01 | U01-AB-CM | U01-AB | DS20 | U01 | L | CABAMBARI | MMMANOSALVAS | M |
| 28/08/2010 | 076915 | Revisar fuga de aceite por caja de levas | U03-AB-TV | U03-AB | TUA-AB-TV | U03 | L | XCACERES | MLQUIZHPI | M |
| 31/05/2010 | 075596 | Toma de presiones y tiempos de valvulas | U04-AB-TV | U04-AB | TUA-AB-TV | U04 | L | JCAJILIMA | MMMANOSALVAS | M |
| 22/05/2010 | 075443 | revisar válvula de descarga | U02-AB-CM | U02-AB | DS20 | U02 | L | EBRAVO | MLQUIZHPI | M |
| 07/06/2010 | 075365 | Revisar el sistema | U04-AB-TV | U04-AB | TUA-AB-TV | U04 | L | PVANEGAS | MRQUICHIMBO | M |
| 18/03/2010 | 074391 | Reposicion de aceite | U04-AB-TQ | U04-AB | | U04 | L | JCAJILIMA | MMMANOSALVAS | M |
| 26/02/2010 | 073997 | Reparacion de fuga de aceite por valvula | U02-AB-TV | U02-AB | TUA-AB-TV | U02 | L | JCAJILIMA | MCGONGORA | M |
| 22/02/2010 | 073836 | Reparacion de sensor de nivel de la cuba | U03-AB-TV | U03-AB | TUA-AB-TV | U03 | L | JCAJILIMA | MMMANOSALVAS | M |
| 29/11/2009 | 072390 | Cambio de válvula | U04-AB-TV | U04-AB | TUA-AB-TV | U04 | L | POYERVIDE | MCGONGORA | M |
| 23/11/2009 | 072366 | Reparación de tubería | U04-AB-TV | U04-AB | TUA-AB-TV | U04 | L | FTOGRA | MVUZHCA | M |
| 11/11/2009 | 072135 | Revisar válvula de descarga | U04-AB-CM | U04-AB | DS20 | U04 | L | PJARA | MGVILLA | M |
| 01/08/2009 | 070612 | Cambio y montaje | U05-AB-IN | U05-AB | | U05 | L | POYERVIDE | MNLOPEZ | M |
| 30/07/2009 | 070611 | Cambio de neplos en tuberías de agua | U05-AB-AE | U05-AB | | U05 | L | JCAJILIMA | MVUZHCA | M |
| 01/02/2009 | 067838 | Alineación | U05-AB-MO | U05-AB | | U05 | L | FTOGRA | MFTOGRA | M |
| 20/02/2009 | 067529 | Revisión de válvula de descarga | U03-AB-CM | U03-AB | DS20 | U03 | L | JPUNIN | M | M |
| 12/11/2008 | 066727 | Ruido anormal en compresor | U03-AB-CM | U03-AB | DS20 | U03 | L | COCHOA | M | M |
| 12/11/2008 | 066714 | Revisión de ruido. | U03-AB-CM | U03-AB | DS20 | U03 | L | FTOGRA | MGVILLA | M |

| Fecha finaliza | Número OT | Nombre Orden Trabajo | Objeto Mitto. | Posición | ID. Técnica | Centro Costo | Tipo de mante | Pedido por | Responsable | Area |
|----------------|-----------|--|---------------|----------|-------------|--------------|---------------|------------|--------------|------|
| 08/10/2008 | 066210 | Cuando opera el compresor existe fuga de | U01-AB-CM | U01-AB | DS20 | U01 | L | PVANEGAS | M | M |
| 06/10/2008 | 066200 | Verificacion de valvula de descarga | U01-AB-CM | U01-AB | DS20 | U01 | L | JCAJILIMA | MCGONGORA | M |
| 30/09/2008 | 066127 | Revisión de válvula. | U04-AB-CM | U04-AB | DS20 | U04 | L | FTOGRA | MLQUIZHPI | M |
| 30/08/2008 | 065727 | Construccion neplo /soldadura de cañeria | U02-AB-CM | U02-AB | DS20 | U02 | L | POYERVIDE | MGVILLA | M |
| 20/05/2008 | 064146 | Válvula de descarga se encuentra defectu | U03-AB-CM | U03-AB | DS20 | U03 | L | PVANEGAS | M | M |
| 06/05/2008 | 064037 | Cambio de aceite en compresor. | U03-AB-CM | U03-AB | DS20 | U03 | L | ACARPIO | MFMACANCELA | M |
| 19/04/2008 | 063484 | Revisión de goteo de Agua por tubería. | U05-AB-AE | U05-AB | | U05 | L | PVANEGAS | MMMALLA | M |
| 07/03/2008 | 063266 | Instalación de accesorios. | U01-AB-IN | U01-AB | | U01 | L | NACEVEDO | MCGONGORA | M |
| 30/01/2008 | 062769 | Cambio del aceite del compresor. | U05-AB-CM | U05-AB | DS20 | U05 | L | FPENAFIEL | MFMACANCELA | M |
| 07/01/2008 | 062342 | Cambio de aceite del compresor. | U04-AB-CM | U04-AB | DS20 | U04 | L | JTORRES | MFMACANCELA | M |
| 19/04/2008 | 062340 | Ruido en acople motor bomba 2. | U05-AB-BO | U05-AB | MAGNAGHI | U05 | L | PVANEGAS | MLQUIZHPI | M |
| 23/09/2007 | 060901 | Revisión de fuga de aire por acople de v | U03-AB-CM | U03-AB | DS20 | U03 | L | JCARRERA | MMMANOSALVAS | M |
| 22/09/2007 | 060863 | Revisión sistema acumulación y bombeo | U04-AB-TV | U04-AB | TUA-AB-TV | U04 | L | JCARRERA | MCGONGORA | L |
| 19/07/2007 | 060083 | Revisión y/o cambio válvula de descarga | U04-AB-CM | U04-AB | DS20 | U04 | L | NACEVEDO | MFTOGRA | M |
| 28/05/2007 | 059097 | Revisión de fuga de aceite. | U01-AB-TV | U01-AB | TUA-AB-TV | U01 | L | NACEVEDO | MMMANOSALVAS | M |
| 30/03/2007 | 058578 | Reparación de sensor de nivel de aceite | U03-AB-TV | U03-AB | TUA-AB-TV | U03 | L | NACEVEDO | MLQUIZHPI | M |
| 19/03/2007 | 058274 | Revisión de sistema de regulador velocid | U05-AB-TV | U05-AB | TUA-AB-TV | U05 | L | NACEVEDO | MFTOGRA | M |
| 26/02/2007 | 058032 | Reparación de sensor de nivel de aceite | U03-AB-TV | U03-AB | TUA-AB-TV | U03 | L | JCAJILIMA | MCGONGORA | M |
| 23/09/2006 | 055797 | Cambio de valvulas de presostatos | U05-AB-TV | U05-AB | TUA-AB-TV | U05 | L | JCAJILIMA | MCGONGORA | M |
| 12/09/2006 | 055680 | Reparacion de Válvula de Descarga | U01-AB-CM | U01-AB | DS20 | U01 | L | JCAJILIMA | MDNAVARRETE | M |
| 23/08/2006 | 055363 | Revisión de válvula de descarga | U02-AB-CM | U02-AB | DS20 | U02 | L | JCARRERA | MLQUIZHPI | M |
| 12/08/2006 | 055275 | Realizar revisión de valvula de descarga | U01-AB-CM | U01-AB | DS20 | U01 | L | JCAJILIMA | MJCAJILIMA | M |
| 22/07/2006 | 054978 | Revisión de válvulas check y descarga | U05-AB-CM | U05-AB | DS20 | U05 | L | NACEVEDO | M | M |
| 06/07/2006 | 054804 | Reparación de cañería | U04-AB-CM | U04-AB | DS20 | U04 | L | RCALLAY | M | M |
| 28/05/2006 | 054257 | Pintura externa | U04-AB-CM | U04-AB | DS20 | U04 | L | FTOGRA | M | M |
| 13/05/2006 | 054009 | Revisión de ruido anormal | U05-AB-CM | U05-AB | DS20 | U05 | L | FTOGRA | M | M |
| 05/05/2006 | 053712 | Reparación de fuga de aceite | U01-AB-TV | U01-AB | TUA-AB-TV | U01 | L | NACEVEDO | M | M |
| 26/05/2006 | 053692 | Revisión del sistema de regulaciòn | U04-AB-TV | U04-AB | TUA-AB-TV | U04 | L | NACEVEDO | M | M |
| 23/03/2006 | 053304 | Revisión y reparación de fuga en tubería | U02-AB-TV | U02-AB | TUA-AB-TV | U02 | L | NACEVEDO | M | M |
| 21/03/2006 | 053296 | Cambio de aceite del compresor. | U03-AB-CM | U03-AB | DS20 | U03 | L | NACEVEDO | M | M |
| 01/03/2006 | 053038 | Cambio de aceite | U04-AB-CM | U04-AB | DS20 | U04 | L | JCAJILIMA | M | M |
| 28/02/2006 | 052998 | Cambio de aceite | U03-AB-CM | U03-AB | DS20 | U03 | L | JCAJILIMA | M | M |
| 10/01/2006 | 052242 | Cambio de aceite del compresor. | U04-AB-CM | U04-AB | | U04 | L | NACEVEDO | M | M |
| 10/01/2006 | 052241 | Cambio de aceite del compresor. | U03-AB-CM | U03-AB | | U03 | L | NACEVEDO | M | M |
| 11/12/2005 | 051831 | Revisión de válvula de descarga. | U02-AB-CM | U02-AB | | U02 | L | FTOGRA | M | M |
| 17/11/2005 | 051498 | Cambio de aceite del compresor. | U03-AB-CM | U03-AB | | U03 | L | NACEVEDO | M | M |
| 14/12/2005 | 051368 | Cambio de válvula de purga | U02-AB-CM | U02-AB | | U02 | L | NACEVEDO | M | M |
| 06/09/2005 | 050612 | Revisión y/o cambio de aceite | U03-AB-CM | U03-AB | | U03 | L | RCALLAY | M | M |
| 14/08/2005 | 050207 | Revisión de válvula de descarga compreso | U01-AB-CM | U01-AB | | U01 | L | NACEVEDO | M | M |
| 07/08/2005 | 050184 | Revisión de válvula de descarga | U01-AB-CM | U01-AB | | U01 | L | FTOGRA | M | TM |
| 16/07/2005 | 049919 | Revisión de presostatos de bombas 1-2 | U04-AB-IN | U04-AB | | U04 | L | JCAJILIMA | M | M |
| 16/07/2005 | 049833 | Revisión de válvula de descarga | U05-AB-CM | U05-AB | | U05 | L | JCARRERA | M | M |
| 19/06/2005 | 049451 | Revisión de fuga de aceite en compresor. | U03-AB-CM | U03-AB | | U03 | L | NACEVEDO | M | M |
| 06/06/2005 | 049334 | Revisión de válvula de descarga | U01-AB-CM | U01-AB | | U01 | L | JCARRERA | M | M |
| 30/05/2005 | 049273 | Revisión de valvula de descarga | U04-AB-CM | U04-AB | | U04 | L | JCAJILIMA | M | M |
| 05/05/2005 | 048953 | Cambio de aceite del compresor. | U05-AB-CM | U05-AB | | U05 | L | NACEVEDO | M | M |
| 05/05/2005 | 048948 | Cambio de aceite del compresor. | U03-AB-CM | U03-AB | | U03 | L | NACEVEDO | M | M |
| 16/04/2005 | 048717 | Reparacion de fuga de aire | U04-AB-CM | U04-AB | | U04 | L | JCAJILIMA | M | M |
| 29/03/2005 | 048214 | Reparacion de valvula de descarga | U02-AB-CM | U02-AB | | U02 | L | JCAJILIMA | MJCAJILIMA | m |
| 11/03/2005 | 048064 | Presion baja en Sist.Acumulacion | U04-AB-TQ | U04-AB | | U04 | L | FPENAFIEL | M | M |
| 09/02/2005 | 045668 | Reparación válvula de descarga del compr | U02-AB-CM | U02-AB | | U02 | L | JCARRERA | M | M |
| 21/12/2004 | 044894 | 1. Cambio de válvula 20-GO del regulado | U03-AB-TV | U03-AB | | U03 | L | JCARRERA | M | M |
| 27/11/2004 | 044569 | 1. Cambio de aceite de compresor. | U05-AB-CM | U05-AB | | U05 | L | JCARRERA | M | M |
| 05/10/2004 | 044104 | 1. Cambio de válvula de presóstato 63-G | U05-AB-TV | U05-AB | | U05 | L | JCARRERA | M | M |
| 27/09/2004 | 043713 | 1. Reparación de cañería de Bartón 780 | U02-AB-IN | U02-AB | | U02 | L | JCARRERA | M | M |
| 24/08/2004 | 043501 | 1. Revisión de baja presión de bomba #1 | U04-AB-BO | U04-AB | | U04 | L | JCARRERA | M | M |
| 24/08/2004 | 043492 | 1. Verificación y/o reposición de aceit | U01-AB-TQ | U01-AB | | U01 | L | JCARRERA | M | M |
| 27/07/2004 | 043126 | 1. Cambio de válvula de presóstato de r | U02-AB-TV | U02-AB | | U02 | L | JCARRERA | M | M |
| 30/07/2004 | 043117 | 1. Revisión y/o calibración de válvula | U03-AB-TV | U03-AB | | U03 | L | JCARRERA | M | M |
| 15/06/2004 | 042528 | Limpieza del intercambiador de calor. | U01-AB-AE | U01-AB | | U01 | L | JCARRERA | M | M |
| 11/05/2004 | 042102 | Medición de temperatura del aceite. | U01-AB-CM | U01-AB | | U01 | L | JCARRERA | M | M |

ANEXO G: Historial de reporte de ODT Mantenimiento Bimestral

| OT | TIP | EQUIPO | DESCRIPCION | REPORTE | FECHA |
|--------|-----|-----------|--|--|------------|
| 072090 | P | U02-AB-TQ | 2M_AB:Limpieza de equipo y filtros | Se realiza la limpieza de los filtros principales encontrándose muy sucios, los filtros secundarios se encuentran en malas condiciones (malla). Se construye empaque de chesteron 455 Montaje en su lugar y control de fugas. | 03/01/2010 |
| 072091 | P | U02-AB-CM | 2M_AB: Revisión - cambio de aceite compr | Se realiza la revisión de estado de aceite del compresor se encuentra en buen estado. Desmontaje de la válvula de descarga, limpieza interna y control de accionamiento. Al realizar pruebas la válvula no descarga se realiza el desmontaje nuavamente y se cambia el sello de bronce por una construída en el taller mecánico. | 03/01/2010 |
| 072097 | P | U02-TH-CJ | 2M_TH_CJ: Verficación de nivel y/o repos | Se realiza la revisión se encuentra su nivel normal. | 03/01/2010 |
| 072100 | P | U02-VG-EQ | 2M_VG:Limpieza a filtros dúplex y sellos | SE REALIZA: Engrase de válvula esférica,se encontro una tubéria de engrase rota. Limpieza de filtros duplex,Existe una pequeña fuga de válvula inferior de filtro N° 1 se aforo dandonos 100 c.c en 120" Limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba y abajo no presenta novedad Se pudo observar al interior del recinto turbina que existe fuga por tubería de drenaje de válvula esférica al averiguar se confirma que es por el sello metal metal aguas abajo. | 03/01/2010 |
| 73100 | P | U02-AB-CM | 2M_AB: Revisión - cambio de aceite compr | Se revisa el estado del aceite del compresor se encuentra en buen estado por lo que no se cambia. Se desmonta la valvula de descarga del compresor para realiza su respectivo mantenimiento,se cambia el empaque se limpia internamente y se procede armar,luego se realiza las pruebas respectivas y se verifica que la valvula esta con fuga se desmonta para revisar se lija la parte interna se vuelve a montar y sigue con fuga luego se procede a cambiar una valvula reparada despues se realiza las pruebas y queda funcionando normal. | 03/05/2010 |
| 73101 | P | U02-AB-TQ | 2M_AB:Limpieza de equipo y filtros | Se procede a sacar los 3 filtros principales y los 4 filtros secundarios para lavar no se encuentran muy sucio a comparacion de otras unidades. Se realiza la limpieza externa de todo el sistema y se entrega al tecnologo de operacion sin novedad. | 03/05/2010 |
| 73107 | P | U02-TH-CJ | 2M_TH_CJ: Verficación de | Se revisa el nivel de aceite del cojinete guía turbina se verifica que el nivel esta normal. | 03/05/2010 |
| 73116 | P | U02-VG-EQ | 2M_VG:Limpieza a filtros dúplex y sellos | Se realizó el engrase de Válvula Esférica y Válvulas Adyacentes. Se realizó la limpieza del filtro, portafiltro y tapa del filtro. Sucio(lodo) normal. Se confeccionó y se colocó empaquetadura nueva en portafiltro. Se realizó la respectiva limpieza de las cámaras de cierre y apertura de Sellos aguas arriba-abajo.Sucio (Lodo) normal. | 03/05/2010 |

| OT | TIP | EQUIPO | DESCRIPCION | REPORTE | FECHA |
|-------|-----|-----------|---|---|------------|
| 75170 | P | U02-AB-CM | 2M_AB: Revisión - cambio de aceite compr | Revision de estado de aceite en buen estado, cambio de empaque de piston de valvula, pruebas de accionamiento sin novedad. | 05/07/2010 |
| 75171 | P | U02-AB-TQ | 2M_AB:Limpieza de equipo y filtros | Limpieza de filtros principales y secundarios. Los filtros secundarios se encuentran su malla perforada y reparada con soldadura es necesario sustituir por nuevos. | 05/07/2010 |
| 75177 | P | U02-TH-CJ | 2M_TH_CJ: Verficación de nivel y/o repos | Se revisa el nive se encuentra normal. | 05/07/2010 |
| 75180 | P | U02-VG-EQ | 2M_VG:Limpiez a filtros dúplex y sellos | Se realiza limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba y sellos aguas abajo, no se encontró novedad. Se realiza limpieza de filtros dúplex, se cambio empaque de tapa de porta filtro. Se engrasa válvula esférica, la cañería N 4 que engrasa la biela de accionamiento de servomotor válvula esférica se encuentra perforada, se recomienda en el próximo mantenimiento cambiar dicha cañería. | 05/07/2010 |
| 76143 | P | U02-AB-CM | 2M_AB: Revisión - cambio de aceite compr | Se procede a desmontar la válvula de descarga para la limpieza respectiva, se cambia el sello de caucho. Aceite en buen estado y nivel correcto. | 21/11/2010 |
| 76144 | P | U02-AB-TQ | 2M_AB:Limpieza de equipo y filtros | Se procede a sacar los filtros principales,para la respectiva limpieza no se encontro mayor suciedad. Se realiza la limpieza de los filtros secundarios, se cambia el empaque de 1 filtro Se realiza la limpieza general del equipo. | 21/11/2010 |
| 76151 | P | U02-TH-CJ | 2M_TH_CJ: Verficación de nivel y/o repos | Se verifica el nivel, se encuentra normal | 21/11/2010 |
| 76153 | P | U02-VG-EQ | 2M_VG:Limpiez a filtros dúplex y sellos | Se realiza el engrase de válvula esférica Se realiza la limpieza de los filtros dúplex, se cambia la empaquetadura Se realiza la limpieza de las cámaras de apertura y cierre de los sellos aguas arriba- abajo, no presentan ninguna novedad. | 21/11/2010 |

| OT | TIP | EQUIPO | DESCRIPCION | REPORTE | FECHA |
|-------|-----|-----------|--|--|------------|
| 72944 | P | U03-AB-CM | Mto. bimestral de compresor. | Se procede a desmontar la válvula de descarga del compresor, se realiza la limpieza y cambio de sello. Se verifica el aceite del compresor, se encuentra en buen estado. | 25/04/2010 |
| 72945 | P | U03-AB-TQ | Mto. bimestral de tanques cuba. | Se realiza la limpieza de los filtros principales, se encontró con pequeñas pelusas. Se realiza la limpieza de los filtros secundarios, no presentar ninguna novedad. Se realiza la limpieza general del equipo. Se repone 5 galones de aceite tellus 46 purificado en el sistema de acumulación bombeo y regulación. | 25/04/2010 |
| 72946 | P | U03-TH-CJ | Mto. bimestral de cojinete guía turbina. | SE VERIFICA NIVEL DE ACEITE. ENCONTRANDOSE EN NIVEL NORMAL. -NO SE REPONE ACEITE. | 25/04/2010 |
| 72950 | P | U03-TH-IY | Mto. bimestral de inyectores. | Se realiza inspección de agujas. Las agujas 1,3,y 6 presentan un pequeño golpe en punta,La aguja del inyector 2 presenta pequeña mancha de cavitación en punta no recubierta,las agujas de los inyectores 4 y 5 se encuentran en perfecto estado. Se realiza inspección de asientos, todos los asientos de los inyectores se encuentran en buen estado. Para mayor detalle rvizar los formatos adjuntos M34 y M35 adjunto. Se reviza ajuste de acoples de tuberías de los inyectores encontrandose en perfecto estado. | 25/04/2010 |
| 72952 | P | U03-VG-EQ | Mto. bimestral equipo en general VG. | Se realiza el engrase de válvula esférica. Se realiza la limpieza de filtros dúplex, no se encontro ninguna novedad. Se realiza la limpieza de cámaras de apertura y cierre de los sellos aguas arriba - abajo. Se encontro fuga de agua de cámara de cierre a cámara de apertura de 1/2 litro en 3 minutos 52 segundos sellos aguas arriba, con cuerpo de válvula esférica prezurizado. También se encontro fuga de agua de cámara cierre a cámara de apertura de 1/2 litro en 3 minutos 04 segundos,sellos aguas abajo con cuerpo de válvula esférica prezurizado. | 25/04/2010 |
| 72954 | P | U03-TH-RT | Mto. bimestral del recinto turbina. | Se realiza la inspeccion ,se obtiene las siguientes novedades : RODETE Partes en observacion : canjilones (rugosidad y pequeñas picaduras en todos) Partes que se realiza la reparacion menor : Tricuspide (cavitacion)N 3.14.16 Fondo del canjilon (poros con cavitacion)N 5.9 Acoplamiento : sin novedad Rejillas : sin novedad Materiales utilizados :E UTP 312 DE 3/32 0.08K/G Grata N:50 1 | 25/04/2010 |
| 75029 | P | U03-AB-CM | Mto. bimestral de compresor. | Se verifica el estado del aceite del carter del compresor, se encuentra en buen. Se procede a desmontar la válvula de descarga, para la limpieza respectiva, se encontro con humedad. | 27/06/2010 |
| 75030 | P | U03-AB-TQ | Mto. bimestral de tanques cuba. | Se realiza la limpieza de los filtros principales, no se encontro ninguna novedad. Se realiza la limpieza de los filtros secundarios, se encontro un filtro deteriorada la malla, por lo que se necesita repuesto. Se realiza la limpieza general del equipo. | 27/06/2010 |
| 75036 | P | U03-TH-CJ | Mto. bimestral de cojinete guía turbina. | Se comprueba que el nivel de aceite en éste cojinete se encuentra normal. | 27/06/2010 |
| 75037 | P | U03-TH-IY | Mto. bimestral de inyectores. | Realizada la inspección se comprueba que la aguja # 1 presenta desprendimiento del material aportado alrededor de la punta más ó menos 2m.m./. La aguja # 2 presenta principios de cavitación en zona superior de la punta y a tolo lo largo del material aportado. (ver dibujo). La aguja # 3 presenta la punta torcida ocasionada por golpes. La aguja # 6 presenta desprendimiento de material aportado, la mitad de la punta más principios de cavitación.(ver dibujo). Agujas # 4 y 5 sin novedades que acotar. Todos los asientos presentan condiciones normales de trabajo sin daño alguno. Presurizado todo el sistema se realiza la verificación de ajuste de acoples de tuberías de los inyectores comprobándose, que nó existen fugas de aceite. Se realizó el engrase de inyectores así como de los deflectores. | 27/06/2010 |

| OT | TIP | EQUIPO | DESCRIPCION | REPORTE | FECHA |
|-------|-----|-----------|--|---|------------|
| 75038 | P | U03-TH-RT | Mto. bimestral del recinto turbina. | Inspección realizada de resinto de turbina: 1- Los cangilones se encuentran sin novedad, las aristas principales así como las tricuspides 2- Verificación realizada de los pernos de acoplamiento de los deflectores sin novedad 3- En la inspección de las rejillas quiebrachorros falta una de ellas aguas abajo del inyector No3 de las siguientes medidas 1385mm x 100mm x 12mm. Adjunto formatos M36 M37 | 27/06/2010 |
| 75039 | P | U03-VG-EQ | Mto. bimestral equipo en general VG. | Se realizó lo siguiente: Engrase de válvula esférica y equipos adyacentes. Limpieza de portafiltro, filtro, y brida de filtro fuera de servicio, suciedad normal, como siempre. Confección, cambio de empaquetadura, montaje de filtro y brida. Presurización línea del filtro y pruebas de estanqueidad. Limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba-abajo, suciedad normal como siempre. Se entrega el equipo en condiciones normales de trabajo. | 27/06/2010 |
| 76015 | P | U03-AB-CM | Mto. bimestral de compresor. | Realizada la revisión se comprueba que el aceite presenta buenas condiciones de trabajo. Se desmonta la válvula de descarga del sitio de trabajo y se le realiza la verificación comprobándose que el asiento de lona está en malas condiciones por lo que se le cambia éste, se monta la válvula y se realizan las pruebas respectivas, quedando el equipo en condiciones normales de trabajo. | 02/11/2010 |
| 76016 | P | U03-AB-TQ | Mto. bimestral de tanques cuba. | - Limpieza general del equipo. - Desmontaje, limpieza y montaje de los filtros principales. - Desmontaje, limpieza, cambio de empaquetadura por O'rines y montaje de los filtros secundarios. En sí, se nota que el aceite está un poco sucio. - Reposición de 8 galones de aceite purificado. | 02/11/2010 |
| 76020 | P | U03-TH-CJ | Mto. bimestral de cojinete guía turbina. | Realizada la verificación del nivel de aceite se comprueba que está normal. | 02/11/2010 |
| 76021 | P | U03-TH-IY | Mto. bimestral de inyectores. | Se realiza la inspección de asientos los cuales no presentan ningún daño. (para este trabajo se abre las agujas al %100). Se realiza la inspección de agujas las cuales no presentan ningún daño. Se realiza una inspección visual de todos los acoples y tuberías los mismos no presentan novedades. Se observa goteo de agua por los tapones de la carcasa protectora de la puntería del inyector #1, se retiran los tapones y sale agua desde el interior de la carcasa, se retira toda el agua, y se coloca teflón en los tapones. (verificar el estado de los 3 o-rings de la carcasa en el semestral o anual. Se engrasa inyectores, y deflectores. | 02/11/2010 |
| 76022 | P | U03-TH-RT | Mto. bimestral del recinto turbina. | Inspección realizada de turbina U3 1- El rodete y los canjilones mediante inspección se encuentran en buen estado no amerita reparación 2- Los deflectores también se encuentran sin novedad 3- verificación realizada de ajuste de los pernos de acoplamiento de los deflectores se encuentran sin novedad 4- En la inspección realizada de las rejillas se detecta menos una rejilla bajo el inyector N3 no se puede reponer por no existir material, las medidas son 1400mm x 100mm x 12mm para realizar este trabajo se necesita platina de las siguientes características: 100mm x 12mm x 6 metros. Adjunto formatos M36 M37 | 02/11/2010 |
| 76023 | P | U03-VG-EQ | Mto. bimestral equipo en general VG. | Se realiza el engrase en los puntos de lubricación de VG. Se requiere dar mantenimiento al engrasador neumático ARO. posible taponamiento en la manguera de grasa (pistola) Se realiza la limpieza de la línea de filtro en operación, #1. Se detecta fuga pequeña de agua desde la válvula inferior. Se encuentra lodo en el filtro y portafiltro. Se limpia las cámaras de los sellos, se encuentra lodo en las cámaras. | 02/11/2010 |

| OT | TIP | EQUIPO | DESCRIPCION | REPORTE | FECHA |
|-------|-----|-----------|--|--|------------|
| 78250 | P | U03-TH-RT | Mto. bimestral del recinto turbina. | Se realiza la inspeccion y se obtiene las siguientes novedades RODETE: Picaduras pequeñas en todos los cajilones Partes reparadas con soldadura:Tricuspide (picaduras con cavitacion)N9/10/17 Fondo del canjilon (poros con cavitacion)N 2/4/13/16 Acoplamiento de ejes de dlectores : sin novedad Rejillas quiebrachorro: sin novedad | 06/12/2010 |
| 78253 | P | U03-AB-TQ | Mto. bimestral de tanques cuba. | Se realiza la limpieza de los filtros principales y secundarios los mismos que se encuentran limpios. | 06/12/2010 |
| 78254 | P | U03-AB-CM | Mto. bimestral de compresor. | Se realiza la verificación de la válvula de descarga para su limpieza, verificación del estado de aceite en buen estado. Pruebas de accionamiento de la valvula sin novedad. | 06/12/2010 |
| 78258 | P | U03-TH-CJ | Mto. bimestral de cojinete guía turbina. | Se realiza revision de nivel de aceite en cojinete de turbina el cual se encuentra normal | 06/12/2010 |
| 78259 | P | U03-TH-IY | Mto. bimestral de inyectores. | Se realiza la inspeccion de las agujas y asientos los mismos que se encuentran en buen estado, los porta-asientos se encuentran sin pintura. El detalle se encuentra en los formatos adjuntos. | 06/12/2010 |
| 78260 | P | U03-VG-EQ | Mto. bimestral equipo en general VG. | Se realiza la limpieza de las camaras de los sellos con las siguientes novedades: Fuga de agua en el sello aguas abajo de la camara de cierre a la camara de apertura de 1L/83" e igual en el sello aguas arriba de 0.2L/155". Fuga de agua en la valvula de los filtros duplex lado izquierdo parte inferior de 1L/91". Se realiza el engrase de valvula esférica. | 06/12/2010 |

| OT | TIP | EQUIPO | DESCRIPCION | REPORTE | FECHA |
|--------|-----|-----------|---|---|------------|
| 071528 | P | U04-TH-IY | 2M_TH: Inspección de agujas, asientos, d | Se realiza la inspección de agujas, en las agujas de los inyectores 1,3,4 y 5 son las que tienen (10mm) de diámetro del desprendimiento de carburo de tungsteno, las agujas 2 y 6 estan entre (6mm) de diámetro de desprendimiento. Los asientos de todos los inyectores se encuentran en buen estado. | 31/01/2010 |
| 071530 | P | U04-VG-EQ | 2M_VG: Limpieza cámaras apertura filtros | Se realiza el engrase de los inyectores. Se realiza la limpieza de los filtros dúplex, no existe fuga en las válvulas de los filtros. Se realiza la limpieza de las cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba- abajo. Se observa fuga de agua de cámara de cierre a cámara de apertura de 1 litro en 1 minuto, con cuerpo de válvula esférica presurizado, y de 1 litro en 56 segundos con válvula esférica despresurizado. | 31/01/2010 |
| 071532 | P | U04-AB-TQ | 2M_AB:Limpieza general del | Se realiza la limpieza de los filtros principales y secundarios con degreasol los mismos que se encuentran con poca suciedad. | 31/01/2010 |
| 071536 | P | U04-TH-CJ | 2M_TH: Verificación de | Se realiza la revisión del nivel de aceite el mismo que se encuentra normal. | 31/01/2010 |
| 071537 | P | U04-AB-CM | 2M_AB: Revisión o cambio de | Se realiza la revisión del aceite del compresor el mismo que se encuentra en buen estado, se procede al desmontaje de la valvula de descarga para su limpieza interna. | 31/01/2010 |
| 73511 | P | U04-AB-TQ | 2M_AB:Limpieza general del equipo filtro | Se procede a desmontar los los filtros principales se encuentran bastantes sucios (hollin) lo que se procede a lavar con degreasol luego se sopletea se procede a montar en el sitio. Igualmente se procede a desmontar los filtros secundarios se procede a lavar y se procedea sopletear para proceder al montaje. Se realiza la limpieza externa de todo el sistema del regulador sin ninguna novedad. | 05/04/2010 |
| 73512 | P | U04-AB-CM | 2M_AB: Revisión o cambio de aceite | Se procede a revizar el estado del aceite del compresor y se verifica que se encuentra en buenas condiciones lo que no se realiza el cambio. Se realiza el desmontaje de la valvula de descarga del compresor,se cambia el sello y el oring y se realiza la limpieza interna de la valvula lo que se procede a montar para realizar sus respectivas pruebas sin novedad. | 05/04/2010 |
| 73518 | P | U04-TH-CJ | 2M_TH: Verificación de | Se realiza la revicion del nivel de aceite del cojinete guia turbina se encuentra el nivel normal | 05/04/2010 |
| 73519 | P | U04-TH-IY | 2M_TH: Inspección de agujas, asientos, d | Se realizó lo siguiente: Inspección de agujas y asientos.(Los datos obtenidos se encuentran en formatos adjuntos a la O/T. Apertura de agujas al 100% y verificación de ajuste de acoples de tuberías de los inyectores. (no existen fugas de aceite, y su ajuste es normal). Engrase de inyectores # 1 # 2 # 3 y # 6 .(el # 4 y # 5 se encuentran obstruidos, se verifica ésto desconctando en tres partes de la cañería y no tenemos salida de grasa, por lo que tendremos que desacoplar toda la tubería para vericar donde es el taponamiento.(Se sugiere programar para el próximo mantenimiento ésta actividad). | 05/04/2010 |
| 73521 | P | U04-VG-EQ | 2M_VG: Limpieza cámaras apertura filtros | Se realizó el engrase en los puntos de lubricación de la Válvula Esférica y adyacentes.(Algunos puntos se encuentran obstruidos, se verifica retorno de la grasa. (Se sugiere programar ésta actividad para un próximo mantenimiento).Se puede verificar éstos puntos en el plano N°9F141266. Se realizó la limpieza interna del portafiltros y de la tapa, se confecciona empaquetadura y se monta con un filtro nuevo debido a que filtro se encontro desoldada y deteriorada malla interna. Se realizó la limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba-abajo.(se encontraban un poco sucias). Se colocan en las válvulas de drenaje de las cámaras de lo sellos arriba-abajo 4 tapones de 1/2" debido a que no existian. | 05/04/2010 |
| 74796 | P | U04-AB-TQ | 2M_AB:Limpieza general del equipo filtro | Se realiza revision limpieza de filtros principales y secundarios del regulador en donde no se encontro mucha suciedad luego de lo cual queda todo normal. Nota: Se realizó el cambio de los 4 filtros secundarios por nuevos | 16/08/2010 |

| OT | TIP | EQUIP | DESCRIPCION | REPORTE | FECHA |
|-------|-----|-----------|---|---|------------|
| 74797 | P | U04-AB-CM | 2M_AB: Revisión o cambio de aceite | Se realiza revision de compresor de regulador en donde se realiza cambio de aceite revisado valvula de descarga se cambia empaque limpieza externa general luego de lo cual queda todo normal | 16/08/2010 |
| 74803 | P | U04-TH-CJ | 2M_TH: Verificación de nivel de aceite | Se realiza revisión de nivel de aceite en donde se encontró todo normal | 16/08/2010 |
| 74804 | P | U04-TH-IY | 2M_TH: Inspección de agujas, asientos, d | Se realiza inspección de agujas, la aguja 1, 2, 3, 4, 5, 6 presentan desprendimiento de material de aporte (carburo de tungsteno) en la punta. Los asientos no presentan novedad. Los detalles de las agujas son reportados en los formatos M 34 y M 35 adjunto. Se verifica ajuste de acoples y tuberías de los inyectores no se encontró novedad. | 16/08/2010 |
| 74806 | P | U04-VG-EQ | 2M_VG: Limpieza cámaras apertura filtros | Se realiza engrase de válvula esférica no se encontró novedad. Se realiza limpieza de filtros dúplex, se cambio los dos empaques de los filtros, los filtros se encontraron en buen estado. Se realiza limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba y abajo no se encontró novedad. | 16/08/2010 |
| 76667 | P | U04-AB-TQ | 2M_AB:Limpieza general del equipo filtro | Se realiza la limpieza de los filtros principales, para la limpieza no se utiliza el limpiador industrial, porque no dio resultado, se utiliza condensolvent. Se realiza la limpieza de los filtros secundarios, no se encontro ninguna novedad. Se realiza la limpieza general del equipo | 11/10/2010 |
| 76668 | P | U04-AB-CM | 2M_AB: Revisión o cambio de aceite | Se procede a desmontar la válvula de descarga para limpieza respectiva y cambio de sello de caucho Se verifica el aceite, se observa en buen estado. Se realiza la limpieza general del equipo. | 11/10/2010 |
| 76674 | P | U04-TH-CJ | 2M_TH: Verificación de nivel de aceite | Se verifica el nivel de aceite , se observa el nivel normal | 11/10/2010 |
| 76676 | P | U04-TH-IY | 2M_TH: Inspección de agujas, asientos, d | Se realiza la inspeccion de las agujas y asientos se encuentran en buen estado, se observa una coloracion gris y sombreado en la area de salida de chorro de agua. Los porta agujas se observa cavitaciones así tambien en los porta asientos erosiones de material. Detalle en formatos adjuntos. | 11/10/2010 |
| 76677 | P | U04-VG-EQ | 2M_VG: Limpieza cámaras apertura filtros | Se realiza ODT, limpieza de camaras de los sellos existe fuga en sello aguas abajo de 1/2L en 40 seg, de la camara de cierre a la apertura. Limpieza de filtros duplex sin problema. | 28/10/2010 |

| OT | TIP | EQUIP | DESCRIPCION | REPORTE | FECHA |
|-------|-----|-----------|--|---|------------|
| 72697 | P | U05-AB-CM | Mto. bimestral de compresor. | Se realiza la revisión de aceite se encuentra normal, desmontaje de válvula de descarga de aire, limpieza interna de elementos y colocación en el equipo, limpieza general y pruebas de funcionamiento. | 09/04/2010 |
| 72698 | P | U05-AB-TQ | Mto. bimestral de tanques cuba. | Se realiza la limpieza de filtros principales y secundarios, éstos se encuentran en mal estado (malla rota). Prueba de funcionamiento. | 09/04/2010 |
| 72704 | P | U05-TH-CJ | Mto. bimestral de cojinete guía turbina. | Se realiza la revision del nivel de aceite en el cojinete guía turbina encontrándose bajo los rangos establecidos. | 09/04/2010 |
| 72705 | P | U05-TH-IY | Mto. bimestral de inyectores. | Se realiza la inspección de agujas, las agujas del inyector N.- 1 Y 5 presentan pequeño desprendimiento del recubrimiento de carburo de Tungteno, las demás se encuentran en buen estado. Se realiza la inspección de los asientos se encuentran en buen estado. Se verifica el ajuste de los acoples de tuberías de los inyectores no presentan fugas. Se realiza el engrase de los inyectores. | 09/04/2010 |
| 72706 | P | U05-VG-EQ | Mto. bimestral equipo en general VG. | Se realiza el engrase de válvula esférica. Se realiza la limpieza de los filtros dúplex, se encuentra en buen estado las válvulas. Se realiza la limpieza de cámaras de aperura y cierre de sellos aguas arriba-abajo, no presenta fuga de agua por sellos y válvulas | 09/04/2010 |
| 74855 | P | U05-AB-CM | Mto. bimestral de compresor. | Se reviza el estado y nivel de aceite del compresor, se encuentra en buen estado, el nivel esta un poco bajo lo que se procede a reponer 1/4 de litro. Se reviza la valvula de descarga se limpia la parte interna se cambia de empaque y se procedde a montar luego se realizan las pruebas de accionamiento de la valvula sin novedad. | 13/06/2010 |
| 74856 | P | U05-AB-TQ | Mto. bimestral de tanques cuba. | Se realiza la limpieza externa general del sistema de acumulacion y bombeo. Se realiza la limpieza de los filtros principales y secundarios, un filtro secundario se encuentra roto se pide a bodega y no hay para cambiar se coloca el mismo se toma fotos para registro, el filtro roto queda en la línea de filtros de reposo. Se entrega el trabajo al tecnólogo de operación sin novedad. | 13/06/2010 |
| 74861 | P | U05-TH-IY | Mto. bimestral de inyectores. | Realizada la inspección se comprueba que los asientos están en condiciones normales de trabajo sin daño alguno, la aguja del inyector # 5 presenta desprendimiento del material aportado en todo su alrededor en la punta con una longitud de 12 m.m. máxima, las demás presentan un estado normal. Datos adjuntos a la O/T. - Con presión en todo el circuito se verifica el ajuste de acoples de tuberías de los inyectores comprobándose que nó, existen fugas de aceite. - Se realizó el engrase de inyectores, deflectores y reparación de la engrasadora. | 13/06/2010 |
| 74862 | P | U05-TH-CJ | Mto. bimestral de cojinete guía turbina. | Se revisa el nivel de aceite del cojinete guía turbina se encuentra normal. | 13/06/2010 |
| 74864 | P | U05-VG-EQ | Mto. bimestral equipo en general VG. | Se realizó el engrase de válvula esférica, se comprueba que existen cañerías rotas y otras taponadas. Se realiza el respectivo cambio de línea de filtro y se procede a la limpieza del portafiltro, tapa, filtro y cambio de empaquetadura de línea saliente de operación. Suciedad normal como siempre. Se realizó la respectiva limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba-abajo. Suciedad normal como siempre. Además se colocó volante de la válvula V4 prima el cual se encontraba en el suelo. | 13/06/2010 |

| OT | TIP | EQUIPO | DESCRIPCION | REPORTE | FECHA |
|-------|-----|-----------|--|---|------------|
| 75768 | P | U05-AB-CM | Mto. bimestral de compresor. | Se realiza la revisión del estado del aceite, el mismo se encuentra normal. Se realiza la revisión del nivel de aceite, nivel normal. Se desmonta, y realiza limpieza interna de la válvula de descarga de cilindros, se pasa lija fina al pistón. Se realiza la limpieza general externa al equipo. Se realiza pruebas operativas del compresor el cual opera correctamente. | 17/10/2010 |
| 75769 | P | U05-AB-TQ | Mto. bimestral de tanques cuba. | Se realiza la limpieza de los filtros principales, y secundarios (se cambia los empaques), no se encuentra demasiada suciedad. Se realiza la limpieza general del equipo. Se desmonta para limpieza la protección (tubo plástico) del sensor de nivel de aceite de la cuba, la misma estaba con suciedad internamente. | 17/10/2010 |
| 75775 | P | U05-TH-CJ | Mto. bimestral de cojinete guía turbina. | Se realiza la inspección del nivel de aceite el cual se encuentra normal. | 17/10/2010 |
| 75776 | P | U05-TH-IY | Mto. bimestral de inyectores. | Se revisa el ajuste de las tuberías de aceite sin novedad ninguna presenta fuga de aceite. Se realiza el engrase de los puntos de los inyectores sin novedad. Se realiza la inspección de agujas y asientos, en el asiento del inyector número 5 se encuentra con un agujero de erosión de material. | 17/10/2010 |
| 75778 | P | U05-VG-EQ | Mto. bimestral equipo en general VG. | Se realiza el engrase de los puntos de válvula esférica sin novedad. Se realiza la limpieza de los filtros dúplex se cambian los empaques, se encuentran sucios queda funcionando la línea de filtros numero 2. Se procede a lavar las cámaras de apertura y cierre de los sellos aguas arriba y abajo el agua sale con lodo. | 17/10/2010 |
| 77984 | P | U05-AB-CM | Mto. bimestral de compresor. | Desmontaje de válvula de descarga, limpieza interna, montaje y control de accionamiento sin novedad. | 18/12/2010 |
| 77985 | P | U05-AB-TQ | Mto. bimestral de tanques cuba. | Se realiza la limpieza de los filtros principales y secundarios no se encuentra novedades. | 18/12/2010 |
| 77991 | P | U05-TH-CJ | Mto. bimestral de cojinete guía turbina. | Se realiza revision de nivel de aceite el mismo que se encuentra normal | 18/12/2010 |
| 77992 | P | U05-TH-IY | Mto. bimestral de inyectores. | En el inyector 5, la aguja se observa en la punta, un pequeño desprendimiento del recubrimiento de carburo de tungsteno, en la aguja del inyector 1, se encontro de igual forma en la punta, pero en el centro de la misma se observa un chisporoteo de soldadura Solamente en el inyector N.- 5 se observa pequeña eroción y desprendimiento de material en la parte señalada en el formato adjunto. Se verifica el ajuste en cada uno de los acoples de tuberías de aceite del circuito de inyectores, se enontro con ajuste normal Se realiza el engrase de los inyectores | 18/12/2010 |
| 77994 | P | U05-VG-EQ | Mto. bimestral equipo en general VG. | Se realiza la limpieza de cámaras de apertura y cierre de sellos aguas arriba - abajo. Se realiza la limpieza de filtros dúplex, se cambia empaquetadura. Se realiza el engrase de válvula esférica | 18/12/2010 |