



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
BASADO EN LA NORMA COVENIN 3049-93 PARA LAS TERMAS DE LA
VIRGEN EN LA CIUDAD DE BAÑOS”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Portilla Izurieta Marlon Andrés

Tutor(a)

Mg. Cumbajín Alférez Myriam Emperatriz.

BAÑOS - ECUADOR

2020

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Marlon Andrés Portilla Izurieta, declaro ser autor del Proyecto Metodológico, titulado “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA NORMA COVENIN 3049-93 PARA LAS TERMAS DE LA VIRGEN EN LA CIUDAD DE BAÑOS”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDIUTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los.....del mes de20... , firmo conforme:

Autor: Marlon Andrés Portilla Izurieta

Firma:

Número de Cédula: 1717733727

Dirección: Baños- Ecuador, parroquia Ulba-Calles Alejandro Cabrera y Orquídeas

Correo Electrónico: nardec30@gmail.com

Teléfono: 032776216- 0969865069

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA NORMA COVENIN 3049-93 PARA LAS TERMAS DE LA VIRGEN EN LA CIUDAD DE BAÑOS” presentado por Marlon Andrés Portilla Izurieta para optar por el título de Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato,.....del 2020

Mg. Cumbajín Alférez Myriam Emperatriz.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato,.....del 2020

Portilla Izurieta Marlon Andrés

1717733727

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA NORMA COVENIN 3049-93 PARA LAS TERMAS DE LA VIRGEN EN LA CIUDAD DE BAÑOS”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato,de.....del 20...

.....

Ing. Pedro Muzo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Juan Serafín Cruz Villacis
VOCAL

.....

Mg. José Varela
VOCAL

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto primeramente a Dios por saber guiarme en el buen camino y no permitió que caiga en malos pasos.

A mis padres porque siempre han estado a mi lado, brindándome todo su apoyo incondicional y luchando para que siempre salga adelante.

Marlon Portilla

AGRADECIMIENTO

Un grato y reconocido agradecimiento a la Universidad Tecnológica Indoamérica, a la Facultad de Ingeniería Industrial, por los conocimientos impartidos durante mi vida estudiantil. A todos los docentes que durante mi vida académica han sabido guiarme y compartirme sus conocimientos. Al Ing. Klever Garzón, al Ing. Leo Vega y al Ing. Luis Varela quienes me ayudaron en el ámbito profesional al momento de desarrollar mi proyecto en campo; a la Mg. Myriam Cumbajín por ser mi guía y principal colaboradora en el desarrollo del proyecto.

Gracias

INDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----|
| PORTADA | |
| AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN..... | i |
| APROBACIÓN DEL TUTOR..... | ii |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD | iii |
| APROBACIÓN TRIBUNAL..... | iv |
| DEDICATORIA..... | v |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| INDICE DE CONTENIDOS..... | vii |
| RESUMEN EJECUTIVO | xv |
| ABSTRACT | xvi |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| Introducción..... | 1 |
| Justificación..... | 2 |
| Objetivo general | 3 |
| Objetivos Específicos | 3 |
| CAPITULO II..... | 8 |
| INGENIERÍA DEL PROYECTO | 8 |
| Diagnóstico de la situación actual de la empresa | 8 |
| Ubicación de los equipos del balneario | 8 |
| Zona 1 | 8 |
| Zona 2..... | 9 |
| Zona 3..... | 9 |
| Equipos existentes en el complejo “Termas de la Virgen” | 9 |

| | |
|--|-----------|
| Descripción de los equipos correspondientes a la zona 1 | 9 |
| Área de Calderos | 2 |
| Cuarto de máquinas 1 | 13 |
| Cuarto de máquinas 2 de la zona 1 | 16 |
| Descripción de los equipos correspondientes a la zona 2..... | 20 |
| Cuarto de máquinas 3 de la zona 2..... | 20 |
| Descripción de los equipos correspondientes a la zona 3..... | 23 |
| Cuarto de máquinas 4 de la zona 3 | 23 |
| Equipos que conforman el área de piscina de olas | 23 |
| Equipos que conforman el área de piscina 8 | 25 |
| Equipos que conforman el área de los juegos acuáticos..... | 25 |
| Área de combustible 2 | 27 |
| Evaluación del estado técnico los equipos | 28 |
| Mantenimiento actual de los equipos del complejo “Termas de la Virgen” | 56 |
| Área de estudio | 60 |
| Modelo Operativo..... | 61 |
| Desarrollo del modelo operativo | 62 |
| CAPITULO III | 66 |
| PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS | 66 |
| Presentación de la propuesta..... | 66 |
| Sistema de Gestión de Mantenimiento | 66 |
| Procedimientos del sistema de gestión de mantenimiento | 66 |
| Inventario de objetos del SP: (M-01) | 66 |
| Codificación de los objetos de mantenimiento: (M-02) | 67 |
| Registro de objetos de Mantenimiento (M-03)..... | 70 |
| Instrucciones técnicas de mantenimiento (M-04)..... | 71 |
| Procedimiento de ejecución (M-05) | 72 |

| | |
|---|----|
| Programación de mantenimiento (M-06) | 73 |
| Cuantificación de personal de mantenimiento (M-07) | 74 |
| Ticket de trabajo (M-08)..... | 75 |
| Chequeo Rutinario (M-09) | 76 |
| Recorrido de inspección (M-10)..... | 77 |
| Chequeo de Mantenimiento circunstancial (M-11) | 78 |
| Inspección de instalaciones y edificaciones (M-12)..... | 79 |
| Registro semanal de fallas (M-13)..... | 80 |
| Orden de trabajo (M-14)..... | 81 |
| Orden de salida de materiales y/o repuestos (M-15) | 82 |
| Requisición de materiales y/o repuestos (M-16) | 83 |
| Requisición de trabajo (M-17)..... | 84 |
| Historia de fallas (M-18) | 85 |
| Acumulación de consumo de materiales, repuestos y horas-hombre (M-19) | 86 |
| Presupuesto anual de mantenimiento (M-20) | 87 |
| Herramienta interactiva del sistema de gestión de mantenimiento | 88 |
| Resultados esperados..... | 91 |
| Cronograma de actividades | 92 |
| Análisis de costos | 93 |
| CAPÍTULO IV | 94 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 94 |
| Conclusiones..... | 94 |
| Recomendaciones | 95 |
| Bibliografía..... | 96 |
| Anexos..... | 98 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Especificaciones técnicas del tanque de combustible 1 | 2 |
| Tabla 2: Especificaciones técnicas del caldero 1 | 11 |
| Tabla 3: Especificaciones técnicas del caldero 2 | 11 |
| Tabla 4: Especificaciones técnicas de las bombas que alimentan a los calderos | 12 |
| Tabla 5: Especificaciones técnicas de los quemadores 1 y 2 | 13 |
| Tabla 6: Especificaciones técnicas de los intercambiadores de calor del cuarto de máquinas 1 | 14 |
| Tabla 7: Especificaciones técnicas de la bomba de los intercambiadores correspondientes al cuarto de máquinas 2 | 15 |
| Tabla 8: Especificaciones técnicas del intercambiador de las duchas..... | 16 |
| Tabla 9: Especificaciones técnicas de la bomba hidromasaje exterior y las dos bombas del hidromasaje interior | 17 |
| Tabla 10: Especificaciones técnicas de la bomba filtro hidromasaje interior)..... | 18 |
| Tabla 11: Especificaciones técnicas del filtro del Hidromasaje Exterior..... | 19 |
| Tabla 12: Especificaciones técnicas del filtro hidromasaje interior | 19 |
| Tabla 13: Especificaciones técnicas de las bombas (Toboganes Azul P, Amarillo P y Verde P)..... | 21 |
| Tabla 14: Especificaciones técnicas de las bombas (Toboganes Azul G, Amarillo G y Verde G) | 21 |
| Tabla 15: Especificaciones técnicas de las Bombas de los baños | 22 |
| Tabla 16: Especificaciones técnicas de los 5 filtros del cuarto de máquinas 3 | 23 |
| Tabla 17: Intercambiador de flujo del área de piscina de olas | 24 |
| Tabla 18: Especificaciones técnicas de los filtros del área de piscina de olas | 25 |
| Tabla 19: Especificaciones técnicas bomba filtro 1 de los juegos acuáticos | 26 |
| Tabla 20: Especificaciones técnicas bomba filtro 2 de los juegos acuáticos | 26 |
| Tabla 21: Especificaciones técnicas del tanque de combustible 2 | 27 |
| Tabla 22: Porcentajes basados al tipo de estado técnico para evaluar el estado técnico de un equipo | 28 |
| Tabla 23: Análisis del estado técnico del caldero 1 | 29 |
| Tabla 24: Análisis del estado técnico del caldero 2 | 30 |
| Tabla 25: Análisis del estado técnico del caldero 3 | 30 |
| Tabla 26: Análisis del estado técnico del quemador 1 | 31 |

| | |
|---|----|
| Tabla 27: Análisis del estado técnico del quemador 2 | 33 |
| Tabla 28: Análisis del estado técnico del quemador 3 | 34 |
| Tabla 29: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 1 | 34 |
| Tabla 30: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 2 | 35 |
| Tabla 31: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 3 | 36 |
| Tabla 32: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 4 | 36 |
| Tabla 33: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 5 | 37 |
| Tabla 34: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 6 | 38 |
| Tabla 35: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 7 | 38 |
| Tabla 36: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 8 | 39 |
| Tabla 37: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 9 | 40 |
| Tabla 38: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 10 | 40 |
| Tabla 39: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 11 | 41 |
| Tabla 40: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 12 | 42 |
| Tabla 41: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 1 | 43 |
| Tabla 42: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 2..... | 43 |
| Tabla 43: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 3..... | 44 |
| Tabla 44: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 4..... | 45 |
| Tabla 45: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 5..... | 45 |
| Tabla 46: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 6..... | 46 |
| Tabla 47: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 7..... | 47 |
| Tabla 48: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 8..... | 47 |
| Tabla 49: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 9..... | 48 |
| Tabla 50: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 10..... | 49 |
| Tabla 51: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 11..... | 49 |
| Tabla 52: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 12..... | 50 |
| Tabla 53: Análisis del estado técnico de los filtros 1-11 del complejo "Termas de la Virgen" | 51 |
| Tabla 54: Análisis del estado técnico del filtro 12 | 52 |
| Tabla 55: Análisis del estado técnico del filtro 13 | 52 |
| Tabla 56: Análisis del estado técnico del filtro 14 | 53 |
| Tabla 57: Análisis del estado técnico de los intercambiadores de calor A, B, C, D, DU, E, F..... | 54 |
| Tabla 58: Análisis del estado técnico de tanques de combustible 1 y 2..... | 55 |

| | |
|--|----|
| Tabla 59: Diagnóstico del mantenimiento actual de los calderos, quemadores y bombas trifásicas del complejo "Termas de la Virgen" | 57 |
| Tabla 60: Diagnóstico del mantenimiento actual de las bombas monofásicas y filtros del complejo "Termas de la Virgen" | 58 |
| Tabla 61: Diagnóstico del mantenimiento actual de los intercambiadores de calor y tanques de combustible del complejo "Termas de la Virgen" | 59 |
| Tabla 62: Parámetros para determinar el estado técnico de un equipo | 63 |
| Tabla 63: Propuesta para la identificación de los datos técnicos de los equipos | 66 |
| Tabla 64: Codificación propuesta para los equipos del complejo "Termas de la Virgen" | 67 |
| Tabla 65: Codificación propuesta para las zonas y áreas del complejo "Termas de la Virgen" | 67 |
| Tabla 66: Propuesta para la desagregación de los equipos..... | 68 |
| Tabla 67: Propuesta para registrar los objetos sustentos al mantenimiento del complejo "Termas de la Virgen" | 70 |
| Tabla 68: Propuesta para designar instrucciones técnicas de mantenimiento | 71 |
| Tabla 69: Procedimiento de ejecución de mantenimiento para todos los equipos | 72 |
| Tabla 70: Plantilla propuesta para realizar el plan de mantenimiento..... | 73 |
| Tabla 71: Propuesta para cuantificar el personal de mantenimiento | 74 |
| Tabla 72: Ticket de trabajo..... | 75 |
| Tabla 73: Formato para el chequeo rutinario de los equipos..... | 76 |
| Tabla 74: Propuesta formato para la inspección de equipos del complejo..... | 77 |
| Tabla 75: Colorimetría asignada para dar condición y prioridad a los equipos | 77 |
| Tabla 76: Propuesta formato para gestionar actividades adicionales que se apliquen a los equipos..... | 78 |
| Tabla 77: Propuesta para la inspección de instalaciones y edificaciones del complejo | 79 |
| Tabla 78: Propuesta para registrar periódicamente los fallos de los equipos..... | 80 |
| Tabla 79: Formato para realizar una actividad de mantenimiento | 81 |
| Tabla 80: Propuesta para solicitar repuestos o materiales | 82 |
| Tabla 81: Propuesta para requerir repuestos o materiales | 83 |
| Tabla 82: Propuesta formato para solicitar personal externo del complejo | 84 |
| Tabla 83: Formato para registrar el historial de fallas..... | 85 |
| Tabla 84: Propuesta para el registro acumulado de los procedimientos (M-08, M-14, M-15, M-16, M-17) | 86 |

| | |
|--|----|
| Tabla 85: Propuesta para generar el presupuesto anual de mantenimiento a los equipos del complejo | 87 |
| Tabla 86: Cronograma de actividades para la realización del proyecto de tesis | 92 |
| Tabla 87: Costos utilizados para el desarrollo del proyecto de tesis | 93 |

ÍNDICE DE IMAGENES

| | |
|--|----|
| Imagen 1: Ubicación del complejo "Termas de la Virgen" | 4 |
| Imagen 2: "Termas de la Virgen" Zona 1 planta baja | 4 |
| Imagen 3 : "Termas de la Virgen" Zona 2 planta baja | 5 |
| Imagen 4 : "Termas de la Virgen" Zona 3 planta alta | 5 |
| Imagen 5: Portada de la herramienta interactiva del sistema de gestión de mantenimiento | 88 |
| Imagen 6: Selección de un procedimiento en la herramienta interactiva..... | 89 |
| Imagen 7: Visualización del procedimiento seleccionado con su botón de retorno al menú | 89 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1: Tanque de combustible 1..... | 98 |
| Anexo 2: Equipos que conforman el área de calderos | 98 |
| Anexo 3: Intercambiadores de calor del cuarto de máquinas 1 | 99 |
| Anexo 4: Equipos que conforman el cuarto de máquinas 2..... | 99 |
| Anexo 5: Equipos que conforman el cuarto de máquinas 3..... | 100 |
| Anexo 6: Equipos que conforman el cuarto de máquinas 3..... | 101 |
| Anexo 7: Equipos que conforman el cuarto de máquinas 4..... | 101 |
| Anexo 8: Equipos que conforman el área de piscina de olas | 102 |
| Anexo 9: Equipos que conforman el área de piscina 8 | 102 |
| Anexo 10: Equipos que conforman el área de juegos acuáticos | 103 |
| Anexo 11: Tanque de combustible 2..... | 103 |
| Anexo 12: Procedimientos del sistema de gestión de mantenimiento de la norma Covenin 3049-93..... | 104 |
| Anexo 13: Máquinas existentes en el complejo " Termas de la Virgen" | 115 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Porcentaje del estado actual de los equipos del complejo "Termas de la Virgen" | 55 |
| Figura 2: Modelo Operativo..... | 61 |

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA NORMA COVENIN 3049-93 PARA LAS TERMAS DE LA VIRGEN EN LA CIUDAD DE BAÑOS”

AUTOR: Marlon Andrés Portilla Izurieta

TUTOR: Mg. Myriam Cumbajín

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento destinado a los equipos del complejo “Termas de la Virgen” de la ciudad de Baños, debido a que los equipos no son gestionados adecuadamente provocando problemas como bombas centrifugas en mal estado, equipos sin registros ni controles de mantenimiento y costos de mantenimiento elevados. Se empleó la metodología de estudio de campo debido a que la información que contiene el sistema propuesto fue obtenida de la fuente primaria que son los equipos del complejo. Se realizó un diagnóstico de la gestión del mantenimiento actual basado en la evaluación del estado técnico de los equipos, además, se identificaron a los equipos con sus respectivas actividades de mantenimiento. Una vez identificados los equipos se elaboró el sistema de gestión de mantenimiento basado en la norma COVENIN 3049-93 que contiene procedimientos (identificación de equipos, registro de fallas, órdenes de trabajo, planes de mantenimiento, entre otros) que serán plasmados en las diferentes plantillas o formatos propuestos. Adicional a ello, se desarrolló una herramienta interactiva con la ayuda del software Excel que contiene todos los formatos propuestos en el sistema de gestión de mantenimiento, estos formatos ayudarán a llevar un mejor control y registro del mantenimiento dentro del complejo. El sistema de gestión implementado pretende mejorar las actividades de mantenimiento, optimizar sus recursos y junto a ello poder reducir los costos por mantenimiento. Se recomienda la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento al complejo “Termas de la Virgen” para mejorar las condiciones operativas de los equipos y en sí su gestión como tal.

Descriptor: Covenin, mantenimiento, gestión, termas.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y
LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA NORMA COVENIN 3049-93 PARA LAS TERMAS DE LA VIRGEN EN LA CIUDAD DE BAÑOS”

AUTHOR: Marlon Andrés Portilla Izurieta

TUTOR: Mg. Myriam Cumbajín

ABSTRACT

KEYWORDS: Covenin, maintenance, thermal pools.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Introducción

A lo largo del tiempo, la gestión de mantenimiento se ha convertido en una parte fundamental para el desarrollo de las empresas, sin embargo, esta gestión sigue siendo ambigua y se la considera como no satisfactoria. Actualmente la gestión del mantenimiento propone estar ligada al desarrollo de una organización, por lo tanto, se considera una función restablecedora para la continuidad de los procesos, debido a que se encarga del cuidado de los equipos, máquinas y servicios de planta para mantenerlos en un estado adecuado de operación. (Alvarez, 2019)

La gestión del mantenimiento se ha desarrollado acorde a normas establecidas propuestas por metodologías de ingeniería donde permiten optimizar los recursos, Normativas como Covenin (Comisión Venezolana de Normas Industriales) o locales como INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (Aguirre, 2019).

Actualmente, la gestión del mantenimiento se ha dedicado al análisis de los equipos y los fallos que estos presentan, a partir de métodos y técnicas estadísticas, cooperación entre departamentos, entre otros, con el objetivo de garantizar la planificación de actividades y recursos que mejoren la productividad de las industrias. (IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial, 2018)

En la ciudad de la Paz- Bolivia, Choque Ángel, diseña una guía de mantenimiento preventivo de calderas tubulares donde menciona una problemática en el mantenimiento de los calderos en las industrias. Para ello, dentro del diseño de su guía propone identificar los fallos de los calderos, detectó las posibles fallas prematuras y acorde a esta información estableció métodos convencionales para la prevención de los mismos. Concluye con el diseño propio de una guía de mantenimiento preventivo de calderas pirotubulares. (Choque, 2015)

En la ciudad de Riobamba- Ecuador, Vinicio Escobar implementó un modelo de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para el parque acuático los Elenes cantón guano, donde identificó los elementos y equipos de cada sistema, identificó cada uno de ellos con el uso de códigos, determinó los fallos de funcionamiento de los sistemas de generación de vapor y circulación aplicando la técnica del análisis modal de fallos y efectos (AMFE). El autor concluye con la planificación del programa de mantenimiento

centrado en la confiabilidad donde considera los recursos humanos y económicos. (Cabrera, 2015)

La inadecuada gestión de mantenimiento de los equipos que conforman el complejo “Termas de la Virgen” en la ciudad de Baños ha generado pérdida y deterioro de los mismos, ha incrementado los costos de mantenimiento y con ello ha disminuido la productividad de la empresa, por ello, la necesidad de incorporar un sistema de gestión de mantenimiento se ha convertido en un punto primordial para mejorar las instalaciones del complejo.

Justificación

El **beneficiario** directo corresponde al complejo “Termas de la virgen”, además, los beneficiarios indirectos son los bañistas que dan uso de las instalaciones.

La generación de un sistema de gestión de mantenimiento en el complejo “Termas de la Virgen” representa para la institución un gran **impacto** positivo en temas de organización y economía, debido a que se obtendrá un mejor control para el mantenimiento de los equipos al igual que se reducirán sus costos actuales.

La **importancia** de esta propuesta metodológica relaciona directamente a la conservación y funcionamiento óptimo de los equipos y con ello generar una mejor rentabilidad en el tiempo, dicho esto, las termas podrán disminuir sus tiempos de paro por fallos inesperados por falta de una inadecuada gestión del mantenimiento.

El presente proyecto generará **utilidad** al GAD Baños de Agua Santa por contar con procesos basados en una normativa, debido a que el complejo no cuenta con registros de confiabilidad de mantenimiento, por lo tanto, se levantará información técnica real que estará comprometida a la normativa y garantizará el sistema de gestión de mantenimiento.

El proyecto es factible realizarlo por la aceptación y accesibilidad de información por parte del alcalde del GAD Baños de Agua Santa para proponer el sistema de gestión.

Objetivo general

Desarrollar un sistema de gestión mantenimiento basado en la norma Covenin 3049-93 para las termas de la Virgen en la ciudad de Baños.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la gestión actual del mantenimiento del complejo “Termas de la Virgen”, a partir de una evaluación del estado técnico de los equipos para poder desarrollar el sistema de gestión de mantenimiento.
- Elaborar un sistema de gestión de mantenimiento en base a la norma Covenin 3049-93 para optimizar los recursos del complejo.
- Desarrollar una herramienta interactiva con la ayuda del programa Excel para hacer más eficientes los controles y registros del sistema de gestión de mantenimiento.

Antecedentes

Durante la gestión del ex alcalde de la ciudad, Mg. Marlon Guevara, se planificó la construcción del complejo “Termas de la Virgen” con una inversión de 8 millones de dólares.

El balneario fue inaugurado el día 6 de octubre del año 2017, se encuentra ubicado en la avenida Luis A. y calle Manuel Sánchez cerca de la cascada “Cabellera de la Virgen”, como lo muestra la imagen 1.

El horario de atención es de miércoles a viernes de 14 horas a 21 horas a domingos, así como sábados, domingos y feriados de 10:00 a 21:00, el valor del ingreso es de \$3 niños y adultos mayores, \$6 los adultos. Los días lunes y martes corresponden a los días de mantenimiento del complejo.(Pinto, 2017)

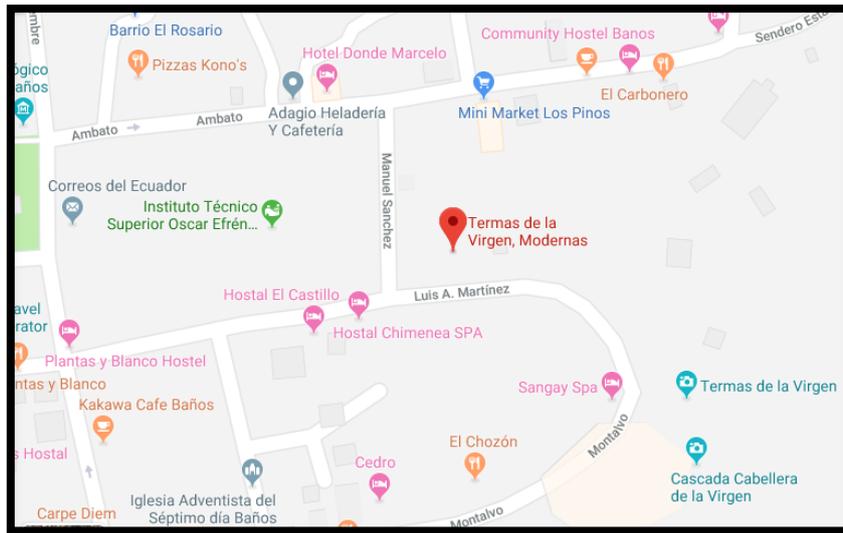


Imagen 1: Ubicación del complejo "Termas de la Virgen"

Fuente: Google maps; 2020

Ubicación de los sitios recreativos del complejo

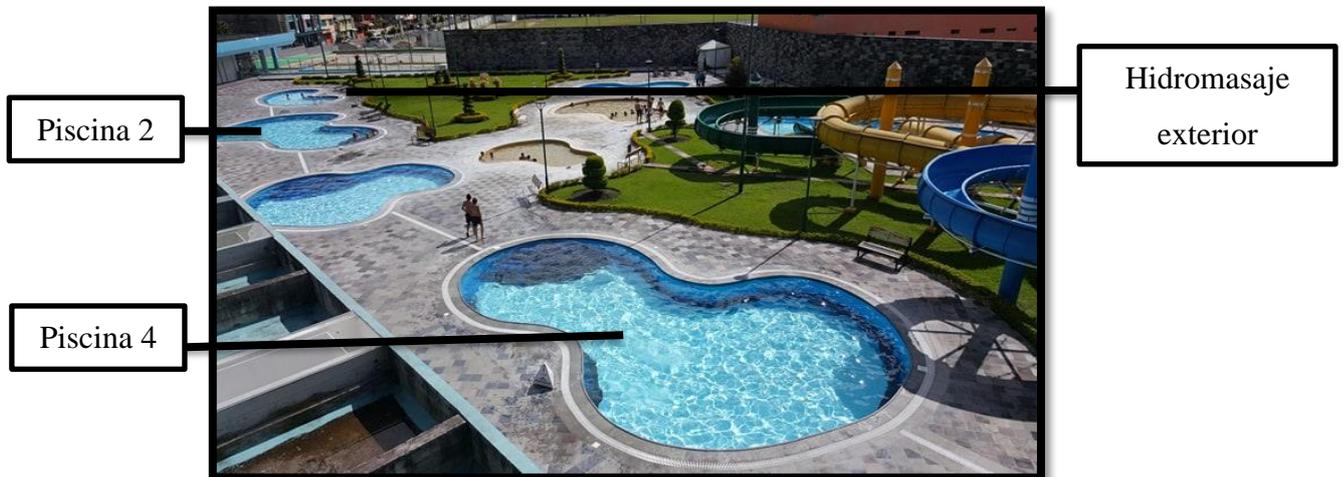


Imagen 2: "Termas de la Virgen" Zona 1 planta baja

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Como se puede apreciar en la imagen 2, en la zona 1 se puede notar a las piscinas 2 y 4 que poseen agua temperada y cuya temperatura es elevada mediante maquinas térmicas. Al ingresar al complejo mencionado se encuentran los servicios de sauna turco e hidromasaje, también se cuenta con un hidromasaje exterior que se encuentra en la planta baja en la zona mencionada.



Imagen 3 : "Termas de la Virgen" Zona 2 planta baja

Fuente: Marlon portilla; 2020

La piscina con Toboganes se encuentra en la planta baja y constituye un atractivo importante para el complejo, esta piscina tiene 3 toboganes (Azul, Amarillo y Verde) como lo muestra la imagen 3.



Imagen 4 : "Termas de la Virgen" Zona 3 planta alta

Fuente: Marlon Portilla; 2020

En la imagen 4 se puede apreciar la planta alta del complejo que cuenta con dos piscinas, una de olas accionada por un mecanismo de esfera sujeta a una cuerda elástica donde es operada desde la oficina de control y muy cercano a ella se encuentra una piscina recreacional (piscina 8), además, se puede apreciar el área de juegos acuáticos . Del mismo modo como sucede en la planta baja la temperatura del agua de estas piscinas al igual que de los juegos recreacionales son elevadas gracias a la acción de máquinas térmicas ubicadas en la planta superior.

“Termas de la Virgen”, fue considerado como uno de los balnearios más grandes del Ecuador, porque en sus planos constaban 28 piscinas, sin embargo, los problemas por falta de pagos han parado la construcción y actualmente solo se encuentra montada la primera etapa que conforma 10 piscinas termales: una de olas, una pequeña playa artificial adaptada al balneario y un sistema de toboganes. El GADBAS (Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa) no cuenta con el respaldo financiero suficiente para continuar con la construcción (La hora, 2019).

Un año después de haber inaugurado el complejo, uno de los calderos del complejo se quemó provocando temor tanto a los turistas que se encontraban en el complejo como a los vecinos aledaños. (La Hora, 2018)

Tanto el técnico de mantenimiento del complejo al igual que el ayudante mencionan que varios equipos del complejo ya presentan problemas de mal funcionamiento, problemas al conseguir con facilidad y rapidez los repuestos de estos, solo se realizan actividades de mantenimiento correctivo, entre otros.

Como parte de los antecedentes se ha tomado en consideración la búsqueda de ciertas investigaciones que mantengan una relación con el presente trabajo, el objetivo de este punto comprende mejorar el sustento del proyecto abstrayendo ideas o criterios que ayuden a la realización del trabajo de tesis.

1.-Tema: “ELABORACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MAQUINAS DE ROTOMOLDEO DE UNA EMPRESA DEL SECTOR INDUSTRIAL”

Carlos E. Ocque

Fecha: 2004

Conclusión

El autor propone la implementación de un plan de mantenimiento a la maquinaria de una empresa industrial, da a conocer la situación que se encuentra actualmente los equipos y su organización. (Ocque, 2004)

Esta investigación ayuda al proyecto siendo un guía referencial para proponer las diferentes actividades que contienen el sistema de gestión de mantenimiento.

2.- Tema: “MODELO DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO”

Autor: Carmen Colmenarez

Fecha: 2013

Conclusión

“La situación actual del Departamento de Mantenimiento está marcada por la falta de planificación del mantenimiento preventivo, insuficiencia presupuestaria, formación y motivación del personal, así como fallas en las solicitudes de servicios y, por ende, un inadecuado mantenimiento produce insatisfacción de la comunidad Universitaria (Docente, Estudiantes, Personal Administrativo y Obrero), lo que además ocasiona bajos índices de eficiencia y alto costo de operación.” (Colmenarez, 2013).

La inadecuada gestión de los equipos por falta de mantenimiento y programación de los mismos, genera pérdidas económicas y provoca que los índices de productividad se reduzcan. Es necesario tomar el tema de mantenimiento como ente fundamental para el desarrollo de las industrias.

3.- Tema: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM), PARA EL PARQUE ACUÁTICO LOS ELENES CANTÓN GUANO”

Autor: Vinicio Cabrera

Fecha: 2015

Conclusión

“Se realizó el análisis de la situación actual, identificando los equipos y sistemas que componen el parque acuático”. (Cabrera, 2015)

Mediante esta investigación se puede tomar la organización y determinación de los componentes críticos de los equipos, para poder determinar de mejor manera su mantenimiento.

CAPITULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Las instalaciones, así como los equipos con los que actualmente cuenta el complejo “Termas de la Virgen” de la ciudad de Baños de Agua Santa no cuentan con normas de seguridad industrial, los equipos son deficientes y presentan problemas de desgaste considerable, no existen registros de mantenimiento y las tuberías instaladas no brindan las prestaciones técnicas para su funcionalidad.

El diagnóstico de la gestión actual del mantenimiento de los equipos se encuentra descrito por las siguientes actividades:

- Ubicación e identificación de los equipos
- Evaluación del estado técnico y reconocimiento del tipo de mantenimiento que actualmente están recibiendo los equipos.

Estas actividades permiten tener un criterio más detallado y técnico del tipo de mantenimiento que se ha ido ejecutando desde su inauguración hasta la actualidad, a partir de este punto se pueden tomar decisiones que ayuden al mejoramiento de los equipos y con ello poder desarrollar el sistema de gestión de mantenimiento.

Ubicación de los equipos del balneario

Zona 1

La zona 1 se encuentra junto al parqueadero, zona en la cual se puede denotar que consta de 4 salas, una para el combustible, otra donde se encuentra principalmente dos calderos, una tercera sala que tiene intercambiadores de calor que cubren necesidades térmicas y finalmente una cuarta sala en donde se encuentra una serie de bombas y filtros conectados por tubería plástica. En esta área también se encuentra una bodega donde los operarios realizan las diversas actividades de mantenimiento, sin embargo, no es considerado dentro de la planificación como el área de mantenimiento.

Zona 2

La zona 2 se encuentra ubicada en la parte posterior de los toboganes, está constituida por bombas centrifugas y filtros interconectados por tubería plástica, brindan prestaciones para la recirculación de agua desde las piscinas 2 y 4 hasta los intercambiadores de calor ubicados en el cuarto de máquinas 1 de la zona 1.

Zona 3

La zona 3 se encuentra ubicada en la segunda planta del complejo, cuenta con un caldero Pirotubular con su respectivo almacenamiento de combustible, una serie de bombas, filtros y dos intercambiadores de calor, estas máquinas operan en beneficio de las dos piscinas de la planta superior, así como también de la playa artificial con juegos acuáticos que se encuentra presente en dicha planta.

Equipos existentes en el complejo “Termas de la Virgen”

El complejo “Termas de la Virgen” cuenta con equipos como calderos piro tubulares, quemadores, intercambiadores de calor de flujo cruzado, bombas centrifugas y filtros para el lavado del agua de las diferentes piscinas.

A estos equipos se los reconocerá mediante una codificación alfanumérica para facilitar la identificación de los mismos, debido a que los equipos actualmente no se han identificado de la manera adecuada. La codificación propuesta también podría ser utilizada en caso de que el sistema propuesto sea implementado, los códigos se encuentran en la “codificación de los objetos de mantenimiento:(M-02)” en el capítulo III de este proyecto.

Descripción de los equipos correspondientes a la zona 1

Esta se encuentra en la parte del parqueadero del complejo donde se pueden apreciar 4 áreas, dichos cuartos contienen calderos, quemadores, bombas, filtros e intercambiadores de calor.

- Área de combustible 1
- Área de calderos

- Cuarto de máquinas 1

- Cuarto de máquinas 2

Área de Combustible 1

Dentro del área de combustible1 se encuentra un tanque de hierro oxidable con capacidad de almacenamiento de 1000 galones de combustible diésel tipo II. Este se encarga de alimentar con combustible a los quemadores de los calderos. Su código propuesto es (TC1).

Tabla 1: Especificaciones técnicas del tanque de combustible 1

| Especificaciones Técnicas TC1 | | |
|-------------------------------|----------------|---|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Sin datos |  |
| Modelo | Sin datos | |
| Fabricación | Sin datos | |
| Potencia | Sin datos | |
| Eficiencia | Sin datos | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Como se puede apreciar en la tabla 1, el tanque de combustible no posee datos técnicos, ni marca del fabricante.

Área de Calderos

Dentro de la zona 1 se encuentra el área de calderos, se puede apreciar los diferentes equipos que conforman la sala: dos calderos piro-tubulares, dos quemadores y dos bombas de alimentación de combustible proveniente del tanque de combustible (véase anexo2).

A continuación, se muestran fichas técnicas de los equipos mencionados en esta sala.

Calderos

Caldero 1

Tabla 2: Especificaciones técnicas del caldero 1

| Especificaciones Técnicas CL1 | | |
|-------------------------------|----------------|---|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Sin datos |  |
| Modelo | Sin datos | |
| Fabricación | Sin datos | |
| Potencia | Sin datos | |
| Eficiencia | Sin datos | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Caldero 2

Tabla 3: Especificaciones técnicas del caldero 2

| Especificaciones Técnicas CL2 | | |
|-------------------------------|----------------|--|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Sin datos |  |
| Modelo | Sin datos | |
| Fabricación | Sin datos | |
| Potencia | Sin datos | |
| Eficiencia | Sin datos | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

En el área de calderos se encuentran dos calderos pirotubulares con alrededor de 50 tubos por donde circula el vapor caliente. Las especificaciones técnicas son desconocidas como se observan en las tablas 2 y 3 los calderos no poseen especificaciones técnicas, marca ni datos del fabricante. Su codificación es: CL1 y CL2 respectivamente.

Bomba de los calderos

Tabla 4: Especificaciones técnicas de las bombas que alimentan a los calderos

| Especificaciones Técnicas BOM1, BOM2 | | |
|--------------------------------------|----------------|---|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Pedrollo |  |
| Modelo | CPm 620 | |
| Potencia | 1 HP | |
| Voltaje | 110 V | |
| Frecuencia | 60 Hz | |
| H max | 35 m | |
| H min | 19 m | |
| Presión Máxima | 27 psi | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Los calderos cuentan con dos bombas monofásicas para el suministro de agua de reposición cuyas especificaciones se puede ver en la tabla 4. Estas bombas se encuentran en estado operativo y presentan problemas acústicos al momento de su operación. Su código corresponde: BOT1 y BOT2 respectivamente.

Quemadores

Quemador 1 y 2

Tabla 5: Especificaciones técnicas de los quemadores 1 y 2

| Especificaciones Técnicas QE1, QE2 | | |
|------------------------------------|----------------|---|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Wayne |  |
| Especificación | 300-032 | |
| Fabricación | Canadá | |
| Voltaje | 120 V | |
| Frecuencia | 60 Hz | |
| Amperaje | 11.7 A | |
| Consumo de Combustible | 4- 15 GPH | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Los quemadores son complementos del caldero, de vital importancia debido a que son los responsables de combustionar el diésel y proporcionar el flujo de aire caliente que ingresa a circular por los conductos del caldero. Las características de los quemadores con los que cuentan los dos calderos de la sala 2 de la zona 1, se los puede ver en la tabla 5. Su codificación será: QE1 y QE2 respectivamente a la denominación de los calderos.

Cuarto de máquinas 1

Intercambiadores de calor

Como se puede apreciar en la imagen 10, los intercambiadores de calor alimentan a distintos lugares de la planta baja del complejo, el intercambiador “ITA” sirve para suministrar calor al agua que recircula y que es proveniente de la piscina número 4 de la planta baja del complejo, el intercambiador “ITB” realiza la misma función, pero éste a su vez brinda energía térmica para elevar la temperatura del agua de la piscina 2. El agua

del hidromasaje exterior es calentada gracias al intercambiador “ITC”, y finalmente, el intercambiador “ITD” permite elevar la temperatura del agua del hidromasaje interior (véase anexo 3).

Tabla 6: Especificaciones técnicas de los intercambiadores de calor del cuarto de máquinas 1

| Especificaciones Técnicas ITA, ITB, ITC, ITD | | |
|--|----------------|--|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Sin datos |  |
| Modelo | Sin datos | |
| Fabricación | Sin datos | |
| Potencia | Sin datos | |
| Eficiencia | Sin datos | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Estos intercambiadores de calor no cuentan con especificaciones técnicas, marca ni datos del fabricante por lo cual no se puede definir sus especificaciones técnicas como se puede ver en la tabla 6.

Los cuatro intercambiadores de calor se encuentran organizados en una estructura metálica la cual brinda soporte, la tubería de circulación de agua se observa que es de cobre posteriormente unida a otra de PVC color blanco y la coraza de dichos intercambiadores presenta características de un acero estructural de bajo contenido de carbono, soldados mediante proceso SMAW y posteriormente recubiertas con pintura color celeste. El código propuesto es: IC para determinar a los intercambiadores de calor, posterior una letra del abecedario para diferenciar uno de otro.

Bomba de intercambiadores

Tabla 7: Especificaciones técnicas de la bomba de los intercambiadores correspondientes al cuarto de máquinas 2

| Especificaciones Técnicas BOM3 | | |
|--------------------------------|----------------|---|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Pedrollo |  |
| Modelo | CPm 620 | |
| Potencia | 1 HP | |
| Voltaje | 110 V | |
| Frecuencia | 60 Hz | |
| H max | 35 m | |
| H min | 19 m | |
| Revoluciones | 3450 rpm | |
| Presión Máxima | 27 psi | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

La tabla 7 menciona las especificaciones técnicas de la bomba encargada de suministrar agua a los intercambiadores de calor. Su código es: BOM3.

Intercambiador de calor de las duchas

Para elevar la temperatura del agua de las duchas se cuenta con intercambiador de calor vertical cubierto por una chapa metálica de acero inoxidable, como se puede ver en la tabla 8, este intercambiador no tiene manual de usuario, no posee etiqueta con especificaciones técnicas, no tiene marca ni datos del fabricante. Su código es: IC DU

Tabla 8: Especificaciones técnicas del intercambiador de las duchas

| Especificaciones Técnicas ITDU | | |
|--------------------------------|----------------|--|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Sin datos |  |
| Modelo | Sin datos | |
| Fabricación | Sin datos | |
| Potencia | Sin datos | |
| Eficiencia | Sin datos | |

Fuente: Marlon Portilla, 2020

Cuarto de máquinas 2 de la zona 1

Los equipos del cuarto de máquina 2 son encargados de la circulación de agua para la planta baja del complejo, el cuarto se encuentra ocupado por 4 bombas monofásicas (BOM4, BOM5, BOM6, BOM7) y 2 filtros de arena (FI1 y FI2) (véase anexo 4).

Las bombas que se encuentran en esta sala sirven para recircular el agua a través de los intercambiadores de la sala 2 concernientes al hidromasaje exterior e interior (Intercambiadores ITC e ITD).

También se cuenta con dos bombas que ayudan a recircular el agua caliente en el hidromasaje interior que están conectadas a las toberas que generan propulsión en el mismo.

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas de cada equipo.

Bombas del cuarto de máquinas 2

Tabla 9: Especificaciones técnicas de la bomba hidromasaje exterior y las dos bombas del hidromasaje interior

| Especificaciones Técnicas BOM4, BOM7, BOM6 | | |
|--|----------------|---|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Century |  |
| Modelo | XABY | |
| Potencia | 3 hp | |
| Voltaje | 230 | |
| Frecuencia | 60 Hz | |
| Revoluciones | 3450 rpm | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

La bomba filtro hidromasaje exterior (BOM4), es la encargada de recircular el agua entre el hidromasaje exterior y el intercambiador de calor y sus especificaciones técnicas se las puede ver en la tabla 9.

Las dos bombas de propulsión del hidromasaje interior (BOM7, BOM6) también son de las mismas características de la bomba cuyas especificaciones se muestran en la tabla 9.

Tabla 10: Especificaciones técnicas de la bomba filtro hidromasaje interior)

| Especificaciones Técnicas BOM5 | | |
|--------------------------------|----------------|--|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Pentair |  |
| Modelo | NC 27330 | |
| Potencia | 1 HP | |
| Voltaje | 115 V | |
| Frecuencia | 60 Hz | |
| Revoluciones | 3450 rpm | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

La bomba filtro hidromasaje interior, se encarga de recircular el agua del hidromasaje interior a través del intercambiador de calor y de su respectivo filtro, las especificaciones técnicas de dicha bomba se encuentran en la tabla 10.

BOM5 presenta problemas acústicos, se presume que debe ser un problema de desgaste de los rodamientos de la misma.

Filtros del cuarto de máquinas 2

Dentro del cuarto de máquinas 2, se encuentran 2 filtros que corresponden al hidromasaje interior y exterior y sus especificaciones técnicas se pueden apreciar en las tablas 11 y 12.

Tabla 11: Especificaciones técnicas del filtro del Hidromasaje Exterior

| Especificaciones Técnicas F11 | | |
|-------------------------------|-------------------------|--|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Hayway |  |
| Modelo | D-800 | |
| Área Efectiva de filtración | 0.45m ² | |
| Presión máxima de trabajo | 50 psi | |
| Radio de filtración | 814 LP M/m ² | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Tabla 12: Especificaciones técnicas del filtro hidromasaje interior

| Especificaciones Técnicas F12 | | |
|-------------------------------|----------------------|--|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Pentair |  |
| Modelo | FNSP24 | |
| Área Efectiva de filtración | 24 pies ² | |
| Caudal | 48 gpm | |

Fuente: Marlon Portilla, 2020

Los distintos equipos mencionados en la zona 1 del complejo se encuentran evidenciados de forma fotográfica en anexos 1.

Descripción de los equipos correspondientes a la zona 2

El cuarto de máquinas 3 se encuentra en la parte inferior de los toboganes, en esta zona se puede encontrar bombas de tipo trifásico (BOT1, BOT2, BOT3, BOT4, BOT5, BOT6) y monofásico (BOM8, BOM9, BOM10) al igual que filtros (FI3, FI4, FI5, FI6, FI7, FI8, FI9, FI10, FI11) conectados por una serie de tuberías de plástico.

Cuarto de máquinas 3 de la zona 2

En el cuarto de máquinas 3 se puede notar la presencia de canales abiertos de desfogue de agua, y una bomba fuera de uso (BOT4). La base del piso por lo general se encuentra húmeda, representa un peligro debido a los altos voltajes presentes en dicha sala. Actualmente solo están operando tres bombas: la Bomba del tobogán Azul -G (BOT4), la bomba del tobogán Amarillo -P (BOT3) y la bomba del tobogán Verde -G (BOT2), sin embargo, estas tres bombas que están funcionando, también presentan problemas acústicos al arranque y operación, se presume que es a causa de los rodamientos de las mismas.

Dentro de esta habitación también se encuentran 3 bombas monofásicas (BOM8, BOM9, BOM10) que se encargan de recircular el agua desde el CM1 hasta los filtros del CM2 y son distribuidas a las piscinas 2 y 4 y a los toboganes. Las características técnicas de estos 3 equipos son similares a la tabla 9.

Cada tobogán tiene dos conductos de sumidero de agua, las bombas (Tobogán Azul P (BOT1), Amarillo P y Verde P (BOT5)) son las encargadas de suministrar fluido por un solo conducto de cada tobogán respectivamente, mientras que el resto de bombas (Tobogán Azul G (BOT6), Amarillo G y Verde G), suministran agua por dos conductos de cada tobogán respectivamente (véase anexos 5 y 6).

Las características de las Bombas (BOT1, BOT3, BOT5) se las puede ver en la tabla 13.

Tabla 13: Especificaciones técnicas de las bombas (Toboganes Azul P, Amarillo P y Verde P)

| Especificaciones Técnicas BOT1, BOT3, BOT5 | | |
|--|----------------|--|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Siemens |  |
| Modelo | 1LA7 113-2YA87 | |
| Potencia | 6.6 Hp | |
| Voltaje | 380 v | |
| Frecuencia | 60 Hz | |
| Revoluciones | 3440 rpm | |
| Rodamientos | 6206 y 6005 | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Las características de las Bombas (BOT2, BOT4, BOT6) se las puede ver en la tabla 14.

Tabla 14: Especificaciones técnicas de las bombas (Toboganes Azul G, Amarillo G y Verde G)

| Especificaciones Técnicas BOT2, BOT4, BOT6 | | |
|--|----------------|--|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Weg |  |
| Modelo | W22 | |
| Potencia | 15 hp | |
| Voltaje | 440v | |
| Frecuencia | 60 Hz | |
| Revoluciones | 3520 rpm | |
| Rodamientos | 6207 y 6309 | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

También se dispone de dos bombas (BOT7 y BOT8), que permiten transportar agua desde la cisterna en la parte superior hasta las duchas, los baños y las válvulas de llenado de las piscinas; estas bombas permiten tener agua caliente en las duchas debido a que transportan agua por el interior del intercambiador de calor de las duchas del cuarto de máquinas 1.

Las especificaciones técnicas de estas bombas se encuentran expuestas en la tabla 15.

Tabla 15: Especificaciones técnicas de las Bombas de los baños

| Especificaciones Técnicas BOT7 y BOT8 | | |
|---------------------------------------|----------------|---|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Weg |  |
| Modelo | W22 | |
| Potencia | 10 hp | |
| Voltaje | 440v | |
| Frecuencia | 60 Hz | |
| Revoluciones | 3486 rpm | |
| Rodamientos | 6207 y 6307 | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Filtros del cuarto de máquinas 3

En el cuarto de máquinas 3 se encuentran cinco filtros, los mismos que son para la piscina 2, piscina 3, piscina 4, piscina 5 y la piscina de toboganes, sus características se las puede ver en la tabla 16.

Tabla 16: Especificaciones técnicas de los 5 filtros del cuarto de máquinas 3

| Especificaciones Técnicas F13, FI4, FI5, FI6, FI7 | | |
|---|----------------------|--|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Hayway |  |
| Modelo | D-800 | |
| Área Efectiva de filtración | 0.45m ² | |
| Presión máxima de trabajo | 50 psi | |
| Radio de filtración | 814 M/m ² | |

Fuente: Marlon Portilla: 2020

Descripción de los equipos correspondientes a la zona 3

Cuarto de máquinas 4 de la zona 3

Este cuarto cuenta con un caldero (CL3) con características similares al equipo de la tabla 2, un quemador (QE3) de la misma característica del equipo de la tabla 5 y de igual forma la bomba (BOM11) del caldero 3 a la tabla 4 (véase anexo 7).

Al interior esta sala se encuentran equipos que se conforman en áreas, estas son:

- Área de piscina de olas
- Área de piscina 8
- Área de juegos acuáticos

Equipos que conforman el área de piscina de olas

La piscina de olas es uno de los atractivos más novedosos dentro del complejo, la imagen 15 muestra los equipos que conforman esta área son: dos bombas de circulación (BOT9 y BOT10) con características iguales a la tabla 14, dos filtros (FIT12 Y FIT13) y un intercambiador de calor de flujo cruzado (véase anexo 8).

Intercambiador de calor

Como se puede apreciar en la tabla 17, el intercambiador de calor (ITE) al igual que los intercambiadores del CM1 no cuenta con especificaciones técnicas, marca ni datos del fabricante y no se puede definir sus datos técnicos, todo se limita a la experiencia previa que posean el técnico encargado y el ayudante para acudir a las diferentes actividades de mantenimiento que estos equipos requieren.

Tabla 17: Intercambiador de flujo del área de piscina de olas

| Especificaciones Técnicas ITE | | |
|-------------------------------|----------------|---|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Sin datos |  |
| Modelo | Sin datos | |
| Fabricación | Sin datos | |
| Potencia | Sin datos | |
| Eficiencia | Sin datos | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Filtros de piscina de olas

Los dos filtros que se encuentran en el área de piscina de olas no poseen características técnicas, ni marca ni datos del fabricante, como describen las tablas 17 y 18.

Tabla 18: Especificaciones técnicas de los filtros del área de piscina de olas

| Especificaciones Técnicas FI12, FI13 | | |
|--------------------------------------|----------------|--|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Sin datos |  |
| Modelo | Sin datos | |
| Fabricación | Sin datos | |
| Potencia | Sin datos | |
| Eficiencia | Sin datos | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Equipos que conforman el área de piscina 8

Los equipos de esta área se encargan de calentar y transportar el agua a la piscina 8, estos son: filtro (FI14) con características técnicas iguales a la tabla 12, bomba filtro (BOM12) con características similares de la tabla 9 y un intercambiador de calor de flujo cruzado (ITF) con características iguales de la tabla 6 (véase anexo 9). Los equipos mencionados en esta área poseen características similares a los equipos de otros cuartos por lo que no es necesario volver a mencionar sus especificaciones técnicas

Equipos que conforman el área de los juegos acuáticos

Esta área posee dos bombas filtro (BOT11 Y BOT12) que impulsan el agua por las tuberías plásticas para desembocar en las diferentes salidas de las válvulas de los juegos acuáticos (véase anexo 10).

Las características técnicas de estos equipos se describen a continuación en las tablas 19 y 20.

Tabla 19: Especificaciones técnicas bomba filtro 1 de los juegos acuáticos

| Especificaciones Técnicas BOT11 | | |
|---------------------------------|--------------------|--|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Baldor - Realiance |  |
| Modelo | EJMM12514T | |
| Potencia | 20Hp | |
| Voltaje | 230v | |
| Frecuencia | 60 Hz | |
| Revoluciones | 3510 rpm | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020**Tabla 20:** Especificaciones técnicas bomba filtro 2 de los juegos acuáticos

| Especificaciones Técnicas BOT12 | | |
|---------------------------------|----------------|--|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Weg |  |
| Modelo | W22 | |
| Potencia | 7,5 Hp | |
| Voltaje | 440v | |
| Frecuencia | 60 Hz | |
| Revoluciones | 3486 rpm | |
| Rodamientos | 6207 y 6309 | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Área de combustible 2

Dentro del cuarto de máquinas 4 se encuentra un tanque de combustible (TC2) que alimenta al caldero 3 con diésel tipo II. Al igual que el tanque de combustible 1, este equipo no posee datos técnicos, ni marca del fabricante como se aprecia en la tabla 21.

Tabla 21: Especificaciones técnicas del tanque de combustible 2

| Especificaciones Técnicas TC2 | | |
|-------------------------------|----------------|---|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| Marca | Sin datos |  |
| Modelo | Sin datos | |
| Fabricación | Sin datos | |
| Potencia | Sin datos | |
| Eficiencia | Sin datos | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Se adjunta un organizador gráfico que representa la identificación de los diferentes equipos del complejo “Termas de la Virgen” distribuidos en sus zonas y áreas correspondientes (véase anexo 12).

Evaluación del estado técnico los equipos

Una vez identificado y ubicado a los equipos dentro del complejo, se puede evaluar su estado técnico a partir de los componentes que cada máquina contiene. Este análisis está basado en el criterio del técnico encargado del mantenimiento; debido a que es el único dentro del complejo que tiene la competencia para emitir un criterio válido del estado de cada componente.

Para evaluar el estado técnico de un equipo es necesario tomar los siguientes aspectos:

Estado del equipo

- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy malo

Consideraciones

- Aspecto evaluado como “Bueno” se multiplican por la constante (1)
- Aspecto evaluado como “Regular” se multiplica por la constante (0.8)
- Aspecto evaluado como “Malo” se multiplica por la constante (0.6)
- Aspecto evaluado como “Muy malo” se multiplica por la constante (0.4)
- Se suman los valores y el resultado se divide para el número de componentes evaluados.
- El resultado se multiplica por 100% y se obtiene el índice para evaluarse.

Criterios para determinar el estado técnico

Tabla 22: Porcentajes basados al tipo de estado técnico para evaluar el estado técnico de un equipo

| Estado Técnico | Porcentaje |
|-----------------------|-------------------|
| Bueno | (90 - 100) % |
| Regular | (75 - 89) % |
| Malo | (50-74) % |
| Muy malo | Menor a 50% |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

La tabla 22 será el marco referencial que evaluará el estado técnico de cada equipo a partir del porcentaje que su análisis lo arroje.

Análisis del estado técnico de los calderos del complejo “Termas de la Virgen”

Caldero 1

Tabla 23: Análisis del estado técnico del caldero 1

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------|----------------|-------------|-----------------|
| CL1 | sistema de control | Mcdonell | x | | | |
| | | Presostato | x | | | |
| | Sistema Hidráulico | Ablandadores | x | | | |
| | sistema eléctrico | PLC | x | | | |
| | | Contactores | x | | | |
| | | Guardamotores | x | | | |
| | | Relé térmico | x | | | |
| Total | | | 7 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

La tabla 23 muestra los componentes que contiene el caldero, al igual que indica el tipo de estado que posee cada uno de ellos, a partir de esta tabla se elaborará para todos los equipos con los respectivos análisis.

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 7 * 1 = 7$$

$$\text{Malo } 0 * 0.6 = 0$$

$$\text{Regular } 0 * 0.8 = 0$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 7/7(\text{componentes}) = 1$$

$$1 * 100\% = 100$$

$$\text{TOTAL} = \mathbf{100\%}$$

En base al análisis realizado al caldero 1 muestra un estado técnico del 100%. Lo que indica que el equipo se encuentra funcionando en buenas condiciones.

Caldero 2

Tabla 24: Análisis del estado técnico del caldero 2

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------|--------------|-------|---------|------|----------|
| CL2 | sistema de control | Mcdonell | x | | | |
| | | Presostato | x | | | |
| | Sistema Hidráulico | Ablandadores | x | | | |
| | | PLC | x | | | |
| | sistema eléctrico | Contactores | x | | | |
| | | Guardamotors | x | | | |
| | | Relé térmico | x | | | |
| Total | | | 7 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $7 * 1 = 7$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $0 * 0.8 = 0$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $7/7(\text{componentes}) = 1$

$1 * 100\% = 100$

TOTAL = **100%**

En base al análisis realizado al caldero 2 muestra un estado técnico del 100%. Lo que indica que el equipo se encuentra funcionando en buenas condiciones.

Caldero 3

Tabla 25: Análisis del estado técnico del caldero 3

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------|--------------|-------|---------|------|----------|
| CL3 | sistema de control | Mcdonell | x | | | |
| | | Presostato | x | | | |
| | Sistema Hidráulico | Ablandadores | x | | | |
| | | PLC | x | | | |
| | sistema eléctrico | Contactores | x | | | |
| | | Guardamotors | x | | | |
| | | Relé térmico | x | | | |
| Total | | | 7 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $7 * 1 = 7$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $0 * 0.8 = 0$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $7/7 = 1$

$1 * 100\% = 100$

TOTAL = **100%**

En base al análisis realizado al caldero 3 muestra un estado técnico del 100%. Lo que indica que el equipo se encuentra funcionando en buenas condiciones.

Análisis del estado técnico de los quemadores del complejo “Termas de la Virgen”

Quemador 1

Tabla 26: Análisis del estado técnico del quemador 1

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-------|---------|------|----------|
| QE1 | Sistema de combustión | Ventilador | x | | | |
| | | Transformador de alto voltaje | x | | | |
| | | Módulo | x | | | |
| | | Electrodos | x | | | |
| | | Inyector | x | | | |
| | | Fotocelda de encendido | x | | | |
| | | Punta de salida o chicler | x | | | |
| Total | | | 7 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $7 * 1 = 7$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $0 * 0.8 = 0$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 7/7 = 1$$

$$1 * 100\% = 100$$

TOTAL = **100%**

En base al análisis realizado al quemador 1 muestra un estado técnico del 100%. Lo que indica que el equipo se encuentra funcionando en buenas condiciones.

Quemador 2

Tabla 27: Análisis del estado técnico del quemador 2

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-------|---------|------|----------|
| QE2 | Sistema de combustión | Ventilador | x | | | |
| | | Transformador de alto voltaje | x | | | |
| | | Módulo | x | | | |
| | | Electrodos | x | | | |
| | | Inyector | x | | | |
| | | Fotocelda de encendido | x | | | |
| | | Punta de salida o chicler | x | | | |
| Total | | | 7 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 7 * 1 = 7$$

$$\text{Malo } 0 * 0.6 = 0$$

$$\text{Regular } 0 * 0.8 = 0$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 7/7 = 1$$

$$1 * 100\% = 100$$

TOTAL = **100%**

En base al análisis realizado al quemador 2 muestra un estado técnico del 100%. Lo que indica que el equipo se encuentra funcionando en buenas condiciones.

Quemador 3

Tabla 28: Análisis del estado técnico del quemador 3

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-------|---------|------|----------|
| QE3 | Sistema de combustión | Ventilador | x | | | |
| | | Transformador de alto voltaje | | | x | |
| | | Módulo | | x | | |
| | | Electrodos | x | | | |
| | | Inyector | x | | | |
| | | Fotocelda de encendido | x | | | |
| | | Punta de salida o chicler | x | | | |
| Total | | | 5 | 1 | 1 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 5 * 1 = 5$$

$$\text{Malo } 1 * 0.6 = 0.6$$

$$\text{Regular } 1 * 0.8 = 0.8$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\text{SUMA TOTAL} = 6.4/7 = 0.91$$

$$0.91 * 100\% = 91$$

$$\text{TOTAL} = \mathbf{91\%}$$

En base al análisis realizado al quemador 3 muestra un estado técnico del 91% lo que dentro de la evaluación es considerado como bueno.

Análisis del estado técnico de las bombas monofásicas del complejo “Termas de la Virgen”

Bomba monofásica 1

Tabla 29: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 1

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOM1 | Sistema Hidráulico | Rodete | x | | | |
| | | Sellos | x | | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | x | | |
| | | Bobina | x | | | |
| | | Condensador | x | | | |
| Total | | | 4 | 1 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 4 * 1 = 4$$

$$\text{Malo } 0 * 0.6 = 0$$

$$\text{Regular } 1 * 0.8 = 0.8$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 4.8/5 = 0.96$$

$$0.96 * 100\% = 96$$

$$\text{TOTAL} = \mathbf{96\%}$$

En base al análisis realizado a la bomba monofásica 1 muestra un estado técnico del 96% lo que dentro de la evaluación es considerado como bueno.

Bomba monofásica 2

Tabla 30: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 2

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOM2 | Sistema Hidráulico | Rodete | x | | | |
| | | Sellos | x | | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | | x | |
| | | Bobina | x | | | |
| | | Condensador | x | | | |
| Total | | | 4 | 1 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 4 * 1 = 4$$

$$\text{Malo } 0 * 0.6 = 0$$

$$\text{Regular } 1 * 0.8 = 0.8$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 4.8/5 = 0.96$$

$$0.96 * 100\% = 96$$

$$\text{TOTAL} = \mathbf{96\%}$$

En base al análisis realizado a la bomba monofásica 2 muestra un estado técnico del 96% lo que dentro de la evaluación es considerado como bueno.

Bomba monofásica 3

Tabla 31: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 3

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOM3 | Sistema Hidráulico | Rodete | x | | | |
| | | Sellos | x | | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | x | | |
| | | Bobina | x | | | |
| | | Condensador | x | | | |
| Total | | | 4 | 1 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $4 * 1 = 4$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $1 * 0.8 = 0.8$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4.8/5 = 0.96$

$0.96 * 100\% = 96$

TOTAL = **96%**

En base al análisis realizado a la bomba monofásica 3 muestra un estado técnico del 96% lo que dentro de la evaluación es considerado como bueno.

Bomba monofásica 4

Tabla 32: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 4

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOM4 | Sistema Hidráulico | Rodete | x | | | |
| | | Sellos | x | | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | x | | |
| | | Bobina | x | | | |
| | | Condensador | x | | | |
| Total | | | 4 | 1 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $4 * 1 = 4$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $1 * 0.8 = 0.8$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 4.8/5 = 0.96$$

$$0.96 * 100\% = 96$$

TOTAL = **96%**

En base al análisis realizado a la bomba monofásica 4 muestra un estado técnico del 96% lo que dentro de la evaluación es considerado como bueno.

Bomba monofásica 5

Tabla 33: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 5

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOM5 | Sistema Hidráulico | Rodete | x | | | |
| | | Sellos | x | | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | x | | |
| | | Bobina | x | | | |
| | | Condensador | x | | | |
| Total | | | 4 | 1 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 4 * 1 = 4$$

$$\text{Malo } 0 * 0.6 = 0$$

$$\text{Regular } 1 * 0.8 = 0.8$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 4.8/5 = 0.96$$

$$0.96 * 100\% = 96$$

TOTAL = **96%**

En base al análisis realizado a la bomba monofásica 5 muestra un estado técnico del 96% lo que dentro de la evaluación es considerado como bueno.

Bomba monofásica 6

Tabla 34: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 6

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOM6 | Sistema Hidráulico | Rodete | x | | | |
| | | Sellos | x | | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | x | | |
| | | Bobina | x | | | |
| | | Condensador | x | | | |
| Total | | | 4 | 1 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $4 * 1 = 4$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $1 * 0.8 = 0.8$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL $= 4.8/5 = 0.96$

$0.96 * 100\% = 96$

TOTAL = **96%**

En base al análisis realizado al a la bomba monofásica 6 muestra un estado técnico del 96% lo que dentro de la evaluación es considerado como bueno.

Bomba monofásica 7

Tabla 35: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 7

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOM7 | Sistema Hidráulico | Rodete | | x | | |
| | | Sellos | | | x | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | x | | |
| | | Bobina | x | | | |
| | | Condensador | x | | | |
| Total | | | 2 | 2 | 1 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $2 * 1 = 2$

Malo $1 * 0.6 = 0.6$

Regular $2 * 0.8 = 1.6$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 4.2/5 = 0.84$$

$$0.84 * 100\% = 84$$

TOTAL = **84%**

En base al análisis realizado al a la bomba monofásica 7 muestra un estado técnico del 84% lo que dentro de la evaluación es considerado como regular.

Bomba monofásica 8

Tabla 36: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 8

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOM8 | Sistema Hidráulico | Rodete | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | x | | | |
| | | Bobina | x | | | |
| | | Condensador | x | | | |
| Total | | | 3 | 2 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 3 * 1 = 3$$

$$\text{Malo } 0 * 0.6 = 0$$

$$\text{Regular } 2 * 0.8 = 1.6$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 4.6/5 = 0.92$$

$$0.92 * 100\% = 92$$

TOTAL = **92%**

En base al análisis realizado al a la bomba monofásica 8 muestra un estado técnico del 92% lo que dentro de la evaluación es considerado como bueno.

Bomba monofásica 9

Tabla 37: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 9

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOM9 | Sistema Hidráulico | Rodete | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | x | | | |
| | | Bobina | x | | | |
| | | Condensador | x | | | |
| Total | | | 3 | 2 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $3 * 1 = 3$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $2 * 0.8 = 1.6$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4.6/5 = 0.92$

$0.92 * 100\% = 92$

TOTAL = **92%**

En base al análisis realizado al a la bomba monofásica 9 muestra un estado técnico del 92% lo que dentro de la evaluación es considerado como bueno.

Bomba monofásica 10

Tabla 38: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 10

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOM9 | Sistema Hidráulico | Rodete | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | x | | | |
| | | Bobina | x | | | |
| | | Condensador | x | | | |
| Total | | | 3 | 2 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $3 * 1 = 3$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $2 * 0.8 = 1.6$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4.6/5 = 0.92$

$0.92 * 100\% = 92$

TOTAL = **92%**

En base al análisis realizado al a la bomba monofásica 10 muestra un estado técnico del 96% lo que dentro de la evaluación es considerado como bueno.

Bomba monofásica 11

Tabla 39: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 11

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOM11 | Sistema Hidráulico | Rodete | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | x | | |
| | | Bobina | | x | | |
| | | Condensador | | x | | |
| Total | | | 0 | 5 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $0 * 1 = 0$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $5 * 0.8 = 4$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4/5 = 0.8$

$0.8 * 100\% = 80$

TOTAL = **80%**

En base al análisis realizado al a la bomba monofásica 11 muestra un estado técnico del 80% lo que dentro de la evaluación es considerado como regular.

Bomba monofásica 12

Tabla 40: Análisis del estado técnico de la bomba monofásica 12

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOM12 | Sistema Hidráulico | Rodete | | | x | |
| | | Sellos | | | x | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | | x | |
| | | Bobina | | | x | |
| | | Condensador | | | x | |
| Total | | | 0 | | 5 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 0 * 1 = 0$$

$$\text{Malo } 5 * 0.6 = 3$$

$$\text{Regular } 0 * 0.8 = 0$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\text{SUMA TOTAL} = 3/5 = 0.6$$

$$0.60 * 100\% = 60$$

$$\text{TOTAL} = \mathbf{60\%}$$

En base al análisis realizado al a la bomba monofásica 12 muestra un estado técnico del 60% lo que dentro de la evaluación es considerado como malo, es necesario tomar muy en cuenta a este equipo que ya presenta problemas dentro de su funcionamiento.

Análisis del estado técnico de las bombas trifásicas del complejo “Termas de la Virgen”

Bomba trifásica 1

Tabla 41: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 1

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOT1 | Sistema Hidráulico | Caracol | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | | Turbina | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | x | | |
| | | Bobina | x | | | |
| Total | | | 1 | 4 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 1 * 1 = 1$$

$$\text{Malo } 0 * 0.6 = 0$$

$$\text{Regular } 4 * 0.8 = 3.2$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\text{SUMA TOTAL} = 4.2/5 = 0.84$$

$$0.84 * 100\% = 84$$

$$\text{TOTAL} = \mathbf{84\%}$$

En base al análisis realizado al a la bomba trifásica 1 muestra un estado técnico del 84% lo que dentro de la evaluación es considerado como regular.

Bomba trifásica 2

Tabla 42: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 2

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOT2 | Sistema Hidráulico | Caracol | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | | Turbina | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | x | | |
| | | Bobina | x | | | |
| Total | | | 1 | 4 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 1 * 1 = 1$$

$$\text{Malo } 0 * 0.6 = 0$$

$$\text{Regular } 4 * 0.8 = 3.2$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 4.2/5 = 0.84$$

$$0.84 * 100\% = 84$$

TOTAL = 84%

En base al análisis realizado al a la bomba trifásica 2 muestra un estado técnico del 84% lo que dentro de la evaluación es considerado como regular.

Bomba trifásica 3

Tabla 43: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 3

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOT3 | Sistema Hidráulico | Caracol | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | | Turbina | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | x | | | |
| | | Bobina | x | | | |
| Total | | | 2 | 3 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 2 * 1 = 2$$

$$\text{Malo } 0 * 0.6 = 0$$

$$\text{Regular } 3 * 0.8 = 2.4$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 4.4/5 = 0.88$$

$$0.88 * 100\% = 88$$

TOTAL = 88%

En base al análisis realizado al a la bomba trifásica 3 muestra un estado técnico del 88% lo que dentro de la evaluación es considerado como regular.

Bomba trifásica 4

Tabla 44: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 4

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOT4 | Sistema Hidráulico | Caracol | | | | x |
| | | Sellos | | | x | |
| | | Turbina | | | | x |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | | x | |
| | | Bobina | | | | x |
| Total | | | 0 | 0 | 2 | 3 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $0 * 1 = 0$

Malo $2 * 0.6 = 1.2$

Regular $0 * 0.8 = 0$

Muy malo $3 * 0.4 = 1.2$

SUMA TOTAL = $2.4/5 = 0.48$

$0.48 * 100\% = 48$

TOTAL = 48%

En base al análisis realizado al a la bomba trifásica 4 muestra un estado técnico del 48% lo que dentro de la evaluación es considerado como muy malo, este equipo al estar en malas condiciones ha sido retirado para su respectiva reparación, sin embargo, el personal no cuenta con los recursos para realizar el mantenimiento respectivo.

Bomba trifásica 5

Tabla 45: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 5

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOT5 | Sistema Hidráulico | Caracol | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | | Turbina | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | x | | | |
| | | Bobina | x | | | |
| Total | | | 2 | 3 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $2 * 1 = 2$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $3 * 0.8 = 2.4$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4.4/5 = 0.88$

$0.88 * 100\% = 88$

TOTAL = **88%**

En base al análisis realizado al a la bomba trifásica 5 muestra un estado técnico del 88% lo que dentro de la evaluación es considerado como regular.

Bomba trifásica 6

Tabla 46: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 6

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOT6 | Sistema Hidráulico | Caracol | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | | Turbina | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | x | | | |
| | | Bobina | x | | | |
| Total | | | 2 | 3 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $2 * 1 = 2$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $3 * 0.8 = 2.4$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4.4/5 = 0.88$

$0.88 * 100\% = 88$

TOTAL = **88%**

En base al análisis realizado al a la bomba trifásica 6 muestra un estado técnico del 88% lo que dentro de la evaluación es considerado como regular.

Bomba trifásica 7

Tabla 47: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 7

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOT7 | Sistema Hidráulico | Caracol | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | | Turbina | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | x | | | |
| | | Bobina | x | | | |
| Total | | | 2 | 3 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $2 * 1 = 2$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $3 * 0.8 = 2.4$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4.4/5 = 0.88$

$0.88 * 100\% = 88$

TOTAL = **88%**

En base al análisis realizado al a la bomba trifásica 7 muestra un estado técnico del 88% lo que dentro de la evaluación es considerado como regular.

Bomba trifásica 8

Tabla 48: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 8

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOT8 | Sistema Hidráulico | Caracol | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | | Turbina | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | x | | | |
| | | Bobina | x | | | |
| Total | | | 2 | 3 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $2 * 1 = 2$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $3 * 0.8 = 2.4$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4.4/5 = 0.88$

$0.88 * 100\% = 88$

TOTAL = **88%**

En base al análisis realizado al a la bomba trifásica 8 muestra un estado técnico del 88% lo que dentro de la evaluación es considerado como regular.

Bomba trifásica 9

Tabla 49: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 9

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOT9 | Sistema Hidráulico | Caracol | | x | | |
| | | Sellos | x | | | |
| | | Turbina | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | x | | | |
| | | Bobina | x | | | |
| Total | | | 3 | 2 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $3 * 1 = 3$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $2 * 0.8 = 1.6$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4.6/5 = 0.92$

$0.92 * 100\% = 92$

TOTAL = **92%**

En base al análisis realizado al a la bomba trifásica 9 muestra un estado técnico del 92% lo que dentro de la evaluación es considerado como bueno.

Bomba trifásica 10

Tabla 50: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 10

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOT10 | Sistema Hidráulico | Caracol | | x | | |
| | | Sellos | x | | | |
| | | Turbina | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | x | | | |
| | | Bobina | x | | | |
| Total | | | 3 | 2 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $3 * 1 = 3$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $2 * 0.8 = 1.6$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4.6/5 = 0.92$

$0.92 * 100\% = 92$

TOTAL = **92%**

En base al análisis realizado al a la bomba trifásica 10 muestra un estado técnico del 92% lo que dentro de la evaluación es considerado como bueno.

Bomba trifásica 11

Tabla 51: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 11

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOT11 | Sistema Hidráulico | Caracol | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | | Turbina | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | x | | |
| | | Bobina | x | | | |
| Total | | | 1 | 4 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $1 * 1 = 1$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $4 * 0.8 = 3.2$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4.2/5 = 0.84$

$0.84 * 100\% = 84$

TOTAL = **84%**

En base al análisis realizado al a la bomba trifásica 11 muestra un estado técnico del 84% lo que dentro de la evaluación es considerado como regular.

Bomba trifásica 12

Tabla 52: Análisis del estado técnico de la bomba trifásica 12

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|--------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| BOT12 | Sistema Hidráulico | Caracol | | x | | |
| | | Sellos | | x | | |
| | | Turbina | | x | | |
| | Sistema electro-mecánico | Rodamientos | | x | | |
| | | Bobina | x | | | |
| Total | | | 1 | 4 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $1 * 1 = 1$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $4 * 0.8 = 3.2$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4.2/5 = 0.84$

$0.84 * 100\% = 84$

TOTAL = **84%**

En base al análisis realizado al a la bomba trifásica 12 muestra un estado técnico del 84% lo que dentro de la evaluación es considerado como regular.

Análisis del estado técnico de los filtros del complejo “Termas de la Virgen”

Filtros: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

Tabla 53: Análisis del estado técnico de los filtros 1-11 del complejo "Termas de la Virgen"

| Equipos | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--|---|-------------|-------|---------|------|----------|
| FI1, FI2, FI3, FI4, FI5, FI5, FI6, FI7, FI8, FI9, FI10, FI11 | Sistema de recirculación y lavado | Cabezal | | x | | |
| | | Empaques | | x | | |
| | | Araña | | x | | |
| | | Arena | | x | | |
| Total | | | 0 | 4 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $0 * 1 = 0$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $4 * 0.8 = 3.2$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $3.2/4 = 0.80$

$0.80 * 100\% = 80$

TOTAL = **80%**

En base al análisis realizado al a los filtros 1 – 11 muestran un estado técnico del 80% lo que dentro de la evaluación es considerado como regular.

En este caso la tabla 53 representa el análisis de los filtros FI1 hasta FI11, los componentes que poseen los filtros mencionados son iguales por lo que permite realizar el estudio basándose en una sola tabla, además, con ello se evita la aglomeración de información y ser más eficiente en la presentación de los resultados.

Filtro 12

Tabla 54: Análisis del estado técnico del filtro 12

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|-----------------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| FI12 | Sistema de recirculación y lavado | Cabezal | x | | | |
| | | Empaques | x | | | |
| | | Araña | x | | | |
| | | Arena | x | | | |
| Total | | | 4 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $4 * 1 = 4$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $0 * 0.8 = 0$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4/4 = 1$

$1 * 100\% = 100$

TOTAL = **100%**

En base al análisis realizado al filtro 12 muestra un estado técnico del 100% referente a bueno lo que indica que el equipo se encuentra funcionando correctamente.

Filtro 13

Tabla 55: Análisis del estado técnico del filtro 13

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|-----------------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| FI13 | Sistema de recirculación y lavado | Cabezal | x | | | |
| | | Empaques | x | | | |
| | | Araña | x | | | |
| | | Arena | x | | | |
| Total | | | 4 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $4 * 1 = 4$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $0 * 0.8 = 0$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $4/4 = 1$

$1 * 100\% = 100$

TOTAL = **100%**

En base al análisis realizado al filtro 13 muestra un estado técnico del 100% referente a bueno lo que indica que el equipo se encuentra funcionando correctamente.

Filtro 14

Tabla 56: Análisis del estado técnico del filtro 14

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|--------|-----------------------------------|-------------|-------|---------|------|----------|
| FI14 | Sistema de recirculación y lavado | Cabezal | x | | | |
| | | Empaques | x | | | |
| | | Araña | | x | | |
| | | Arena | | x | | |
| Total | | | 2 | 2 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

Bueno $2 * 1 = 2$

Malo $0 * 0.6 = 0$

Regular $2 * 0.8 = 1.6$

Muy malo $0 * 0.4 = 0$

SUMA TOTAL = $3.6/4 = 0.9$

$$0.9 * 100\% = 90$$

TOTAL = **90%**

En base al análisis realizado al filtro 14 muestra un estado técnico del 90% referente a bueno.

Análisis del estado técnico de los intercambiadores de calor del complejo “Termas de la Virgen”

Intercambiadores: A, B, C, D, DU, E, F

Tabla 57: Análisis del estado técnico de los intercambiadores de calor A, B, C, D, DU, E, F

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------|----------------|-------------|-----------------|
| ITA, ITB, ITC, ITD, ITDU, ITE, ITF | Sistema de transferencia de calor | Empaques | x | | | |
| | | Neplos | x | | | |
| | | Tubería de cobre | x | | | |
| Total | | | 3 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 3 * 1 = 3$$

$$\text{Malo } 0 * 0.6 = 0$$

$$\text{Regular } 0 * 0.8 = 0$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 3/3 = 1$$

$$1 * 100\% = 100$$

TOTAL = **100%**

Al igual que los filtros, se aplica el mismo análisis simplificado a los intercambiadores de calor debido a que sus componentes son iguales, el análisis muestra un estado técnico del 100% dando a conocer que los intercambiadores de calor se encuentran funcionando correctamente

Análisis del estado técnico de tanques de combustible del complejo “Termas de la Virgen”

Tanques de combustible: 1 y 2

Tabla 58: Análisis del estado técnico de tanques de combustible 1 y 2

| Equipo | Sistema | Componentes | Bueno | Regular | Malo | Muy malo |
|-------------|---|-------------|-------|---------|------|----------|
| TC1, TC2 | Sistema de alimentación de combustible | Racor | x | | | |
| | | Filtros | x | | | |
| Total | | | 2 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Aspectos a evaluar

$$\text{Bueno } 2 * 1 = 2$$

$$\text{Malo } 0 * 0.6 = 0$$

$$\text{Regular } 0 * 0.8 = 0$$

$$\text{Muy malo } 0 * 0.4 = 0$$

$$\underline{\text{SUMA TOTAL}} = 2/2 = 1$$

$$1 * 100\% = 100$$

$$\text{TOTAL} = \mathbf{100\%}$$

El análisis muestra un estado técnico del 100% dando a conocer que los tanques de combustible 1 y 2 se encuentran en buenas condiciones.

Resultados

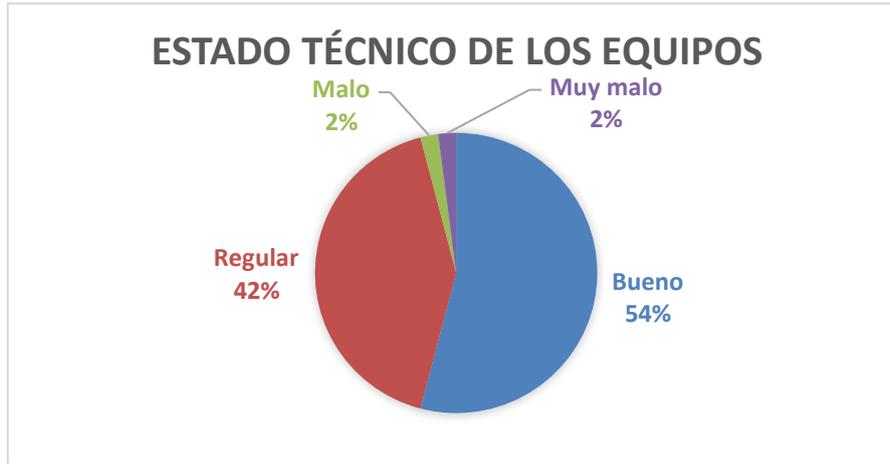


Figura 1: Porcentaje del estado actual de los equipos del complejo "Termas de la Virgen"

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Como se puede apreciar en la imagen 1, se representa el porcentaje del estado actual de los 53 equipos existentes en el complejo, de los cuales:

- El 54% tienen un estado técnico bueno, es decir, se encuentran en buenas condiciones operativas.
- El 42% tienen un estado técnico regular, los equipos aún pueden estar operativos, pero es necesario darles seguimiento y programar de mejor manera sus mantenimientos.
- El 2% indica que un equipo se encuentra con un estado técnico malo.
- El 2% refiere a un equipo que tiene un estado técnico muy malo, este equipo ya ha sido retirado de su lugar de trabajo.

El diagnóstico presentado muestra la realidad de los equipos actualmente, el 54% de todos los equipos del complejo presentan buenas condiciones operativas, aunque el 46% ya presenta irregularidades, el objetivo primordial del sistema de gestión de mantenimiento conlleva que todos los equipos presenten un estado técnico "bueno", es decir, que se encuentren en su mejor estado de funcionamiento.

Mantenimiento actual de los equipos del complejo “Termas de la Virgen”

Los encargados de mantenimiento no poseen herramientas que les permitan registrar y controlar las actividades de reparación de los equipos. Ciertos recursos que son necesarios para ejecutar las actividades no se encuentran disponibles en el complejo, esto provoca que el personal de mantenimiento tenga que conseguir dichos recursos fuera del complejo bajo su propia responsabilidad.

Las actividades de mantenimiento dentro del complejo si limitan a realizar ciertas actividades preventivas y corregir las fallas solamente cuando estas ya están presentes en las máquinas, además, ni siquiera cuentan con un lugar adecuado para ejecutar las actividades de mantenimiento de los equipos.

Debido a la falta de gestión de los repuestos para cada equipo, no son conseguidos de manera oportuna, mucho menos se encuentran disponibles en stock. No existe una relación eficiente entre los encargados de mantenimiento con la administración financiera del municipio de la ciudad de Baños de agua santa, los pedidos de cada repuesto tardan mucho tiempo en ser atendidos a pesar de que se necesiten de manera emergente.

Las actividades de mantenimiento que realizan a los equipos serán descritas en las tablas 59,60 y 61, adicional estas tablas poseen un resumen del estado técnico de los equipos evaluados en la sección anterior. Estas tablas complementan el diagnóstico del mantenimiento actual de los equipos del complejo.

Tabla 59: Diagnóstico del mantenimiento actual de los calderos, quemadores y bombas trifásicas del complejo "Termas de la Virgen"

| Equipo | Código | Estado Técnico | Tipo de mantenimiento | Actividades | Frecuencia |
|-----------------|--------|----------------|------------------------|--|------------|
| Caldero | CL1 | Bueno | Preventivo, correctivo | limpieza de hollín en la cámara de combustión | semestral |
| | CL2 | Bueno | | control visual de los gases provenientes de la chimenea | semanal |
| | CL3 | Bueno | | limpieza de mcdonell y tubo sifón del manómetro | semanal |
| | | | | Purgas | diario |
| Quemador | QE1 | Bueno | Preventivo, correctivo | limpieza de la punta de salida y verificación del ventilador | 3 meses |
| | QE2 | Bueno | | Cambio de transformador de voltaje, cambio de electrodos, cambio de módulo | 1 año |
| | | | | calibración de aire y combustible | mensual |
| | QE3 | Bueno | | limpieza de fotocelda | 3 meses |
| Bomba trifásica | BOT1 | Regular | Preventivo, correctivo | Limpieza general | semanal |
| | BOT2 | Regular | | Medición de amperaje | semanal |
| | BOT3 | Regular | | Cambio de componentes cuando se encuentran en mal estado | |
| | BOT4 | Muy malo | | Inspección visual | diaria |
| | BOT5 | Regular | | Comprobación de temperatura | diario |
| | BOT6 | Regular | | | |
| | BOT7 | Regular | | | |
| | BOT8 | Regular | | | |
| | BOT9 | Bueno | | | |
| | BOT10 | Bueno | | | |
| | BOT11 | Regular | | | |
| | BOT12 | Regular | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Tabla 60: Diagnóstico del mantenimiento actual de las bombas monofásicas y filtros del complejo “Termas de la Virgen”

| Equipo | Código | Estado Técnico | Tipo de mantenimiento | Actividades | Frecuencia |
|------------------|--------|----------------|------------------------|--|------------|
| Bomba Monofásica | BOM1 | Bueno | Preventivo, correctivo | Limpieza general | semanal |
| | BOM2 | Bueno | | Medición de amperaje | semanal |
| | BOM3 | Bueno | | Cambio de componentes cuando se encuentran en mal estado | |
| | BOM4 | Bueno | | | |
| | BOM5 | Bueno | | Inspección visual | diaria |
| | BOM6 | Bueno | | Comprobación de temperatura | diario |
| | BOM7 | Regular | | | |
| | BOM8 | Bueno | | | |
| | BOM9 | Bueno | | | |
| | BOM10 | Bueno | | | |
| | BOM11 | Regular | | | |
| | BOM12 | Malo | | | |
| Filtros | FI1 | Regular | Preventivo, correctivo | Limpieza o enjuague interno de los componentes | 3 días |
| | FI2 | Regular | | | |
| | FI3 | Regular | | Verificación de empaques y araña | 6 meses |
| | FI4 | Regular | | Inspección visual | semanal |
| | FI5 | Regular | | | |
| | FI6 | Regular | | | |
| | FI7 | Regular | | | |
| | FI8 | Regular | | | |
| | FI9 | Regular | | | |
| | FI10 | Regular | | | |
| | FI11 | Regular | | | |
| | FI12 | Bueno | | | |
| | FI13 | Bueno | | | |
| | FI14 | Bueno | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Tabla 61: Diagnóstico del mantenimiento actual de los intercambiadores de calor y tanques de combustible del complejo “Termas de la Virgen”

| Equipo | Código | Estado Técnico | Tipo de mantenimiento | Actividades | Frecuencia |
|-------------------------|--------|----------------|------------------------|------------------------------------|------------|
| Intercambiador de calor | ITA | Bueno | Preventivo, correctivo | Verificación de fugas de vapor | diario |
| | ITB | Bueno | | Cambio de serpentín | anual |
| | ITC | Bueno | | | |
| | ITD | Bueno | | | |
| | ITDU | Bueno | | | |
| | ITE | Bueno | | | |
| | ITF | Bueno | | | |
| Tanque de combustible | TC1 | Bueno | Preventivo, correctivo | Purga de racor e inspección visual | 15 días |
| | TC2 | Bueno | | cambio de filtros | 3 meses |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Cabe considerar que las tablas 50, 60 y 61 representan el primer registro de las actividades de mantenimiento que se realizan en el complejo “Termas de la Virgen”, el técnico y el operario de mantenimiento por su experiencia conocen las acciones que se deben hacer a los equipos y no llevan registro ni control de estas actividades, por lo que no pueden evaluar si las acciones realizadas mejoran o empeoran la disponibilidad de los equipos.

Área de estudio

- **Dominio:** Tecnología y Sociedad
- **Campo:** Ingeniería industrial
- **Área:** Gestión de Mantenimiento
- **Aspecto:** Desarrollo de Sistema de Gestión de Mantenimiento

Modelo Operativo

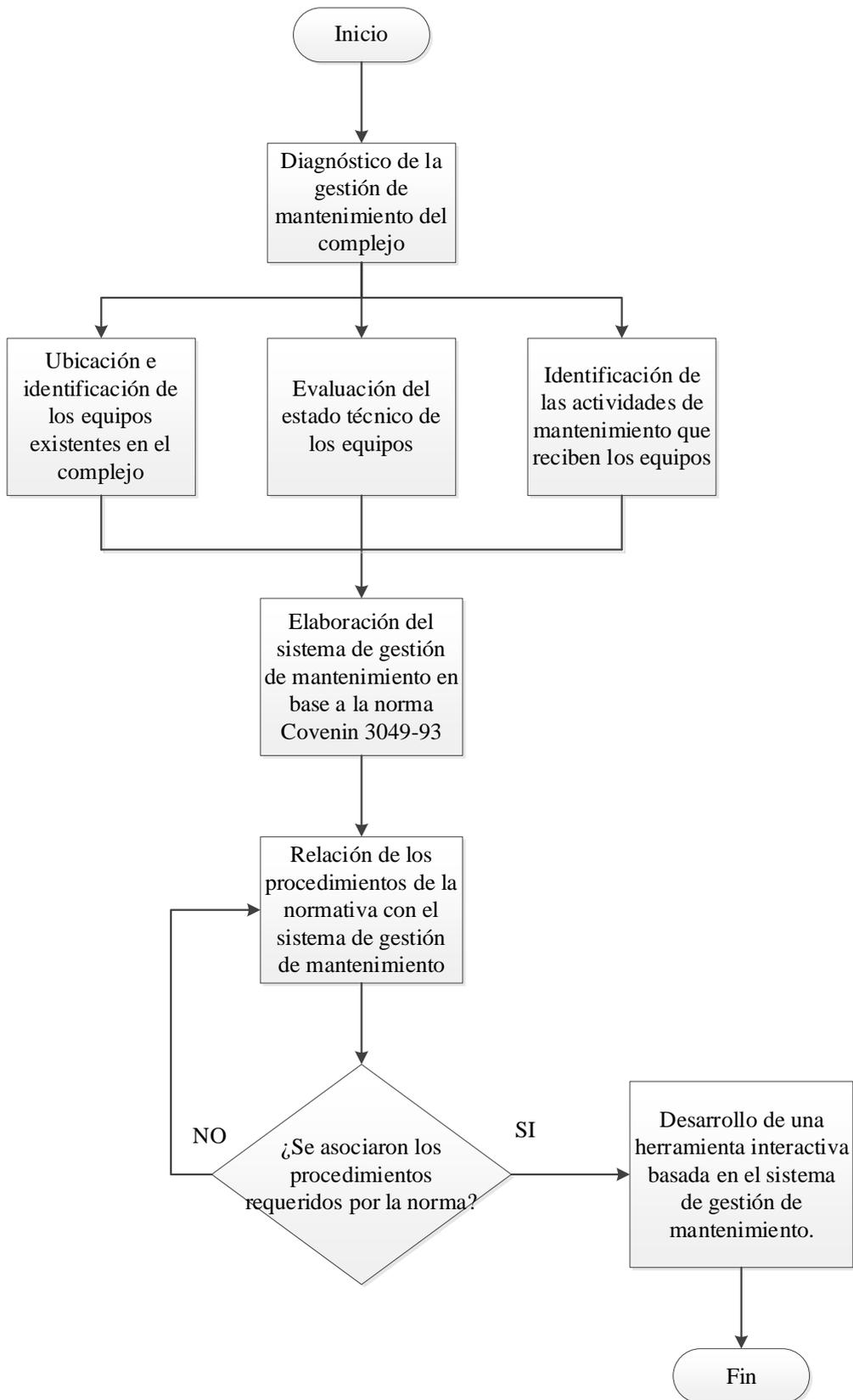


Figura 2: Modelo Operativo
Fuente: Marlon Portilla; 2020

Desarrollo del modelo operativo

El conjunto de actividades que contiene el diagrama de flujo presentado como modelo operativo tendrán como objetivo el desarrollo del sistema gestión de mantenimiento y estas serán descritas a continuación:

Diagnóstico de la gestión del mantenimiento del complejo

Este procedimiento ayuda a conocer cómo se encuentra el mantenimiento de los equipos, para la toma de decisiones cuando se desee implementar el sistema de gestión, para ello, es necesario:

- Ubicar e identificar a los equipos
- Evaluar su estado técnico
- Identificar sus actividades de mantenimiento

Ubicación e identificación de los equipos existentes en el complejo

El complejo será determinado en 3 zonas y cada una de ellas contiene ciertas áreas o cuartos donde se encuentran los equipos.

Los equipos serán identificados a partir de una codificación alfanumérica que diferencie a cada máquina, los códigos se forman a partir del nombre de la máquina adicional una posición con número para organizarlos consecutivamente, por ejemplo:

si el equipo es bomba trifásica el código es: BOT,

el complejo posee 12 bombas trifásicas, para ello cada bomba se diferencia con un número y serán ordenados, así:

bomba trifásica 1: BOT1

bomba trifásica 2: BOT2

Así será aplicado a los distintos calderos, quemadores, intercambiadores de calor, filtros, bombas monofásicas y tanques de combustible del complejo.

Evaluación del estado técnico de los equipos

Este punto del modelo operativo comprende un análisis de los distintos componentes que cada equipo posee, el técnico de mantenimiento es quien da el criterio competente del estado actual de cada componente.

Los parámetros de evaluación comprenden:

- “Bueno” se multiplica por constante (1).
- “Regular” se multiplica por constante (0.8).
- “Malo” se multiplica por constante (0.6).
- “Muy malo” se multiplica por constante (0.4).

En base al criterio dispuesto para cada componente de cada máquina, se suman sus valores referenciales y se divide para el número de componentes que posee el equipo, este resultado se multiplica por el 100% y el porcentaje obtenido comprendería el estado técnico actual del equipo. Cada porcentaje del mismo modo se relaciona a un parámetro establecido en la siguiente tabla:

Tabla 62: Parámetros para determinar el estado técnico de un equipo

| Estado técnico | Porcentaje |
|-----------------------|-------------------|
| Bueno | (90 - 100) % |
| Regular | (75-89) % |
| Malo | (50 - 74) % |
| Muy malo | Menor a 50% |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Identificación de las actividades de mantenimiento que reciben los equipos

Los equipos son reparados en base a la experiencia del técnico y estas actividades no se encuentran organizadas mucho menos registradas en algún documento. En esta parte se registran las actividades que el técnico como el ayudante de mantenimiento realizan a cada equipo.

Elaboración del sistema de gestión de mantenimiento en base a la norma Covenin 3049-93

Para este punto ya se desarrolla el sistema gestión como tal, estará regido únicamente a lo que la normativa venezolana Covenin 3049-93 lo solicite. El sistema de gestión como tal ayudará a la identificación de los equipos, aumentar su vida útil de servicio y a optimizar los recursos del complejo.

Relación de los procedimientos de la normativa con el sistema de gestión de mantenimiento

La normativa es la protagonista para la determinación del sistema de gestión de mantenimiento propuesta al complejo “Termas de la Virgen” de la ciudad de baños, la norma establece el marco conceptual del mantenimiento para la comprensión de criterios y principios que permitan la toma de decisiones en beneficio de una mayor disponibilidad de los equipos.

Cada procedimiento que contiene la norma COVENIN 3049-93 estará propuesto en plantillas o formatos a fin de que cada procedimiento sea cumplido como tal, estos son los siguientes:

- Inventario de los objetos
- Codificación de los objetos de mantenimiento
- Registro de objetos de mantenimiento
- Instrucciones técnicas de mantenimiento
- Procedimiento de ejecución
- Programación de mantenimiento
- Ticket de trabajo
- Chequeo de mantenimiento rutinario
- Recorrido de inspección
- Chequeo de mantenimiento circunstancial
- Inspección de instalaciones y edificaciones
- Registro semanal de fallas

- Orden de trabajo
 - Orden de salida de materiales y/o repuestos
 - Requisición de materiales y/o repuestos
 - Requisición de trabajo
 - Historia de fallas
 - Acumulación de consumo de materiales, repuestos y horas-hombre.
 - Presupuesto anual de mantenimiento
 - Subsistemas que componen el sistema de información de mantenimiento.
- (COVENIN, 2001)

Desarrollo de una herramienta interactiva basada en el sistema de gestión de mantenimiento

Esta herramienta se realiza con la ayuda del software Excel, el programa ayuda a la elaboración de los formatos de cada procedimiento que posee la normativa. Dentro de esta herramienta se puede dar seguimiento y registro a cada proceso, además, se pueden modificar los formatos como el técnico o los equipos lo requieran.

CAPITULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

Sistema de Gestión de Mantenimiento

Dentro de este capítulo se elabora el sistema de gestión de mantenimiento como tal. El alcance por cada procedimiento que conforma el SGM, será adaptado acorde a las necesidades que presenten los equipos del complejo. Las plantillas propuestas son una representación a escala para darle estética al proyecto, sin embargo, las plantillas podrán ser modificadas acorde el técnico de mantenimiento lo requiera.

Procedimientos del sistema de gestión de mantenimiento

Inventario de objetos del SP: (M-01)

La tabla 63 ayuda a reconocer las características más relevantes para cada equipo, que será el factor importante para ejecutar de manera eficaz las actividades de mantenimiento. Ciertos equipos no poseen marca ni datos del fabricante, por lo cual no se utilizaría este formato, sin embargo, existe un registro de compra de cada máquina donde se puede contactar con el fabricante quien podrá proveer información del equipo.

Tabla 63: Propuesta para la identificación de los datos técnicos de los equipos

| Especificaciones Técnicas "Código asignado al equipo" | | |
|---|----------------|--------|
| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | IMAGEN |
| | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Codificación de los objetos de mantenimiento: (M-02)

La codificación permite una ubicación rápida de los equipos. Es muy importante establecer esta simbología porque ayuda al técnico a identificarlos de manera rápida y oportuna. Se propone utilizar esta codificación para identificar a los equipos presentes en el complejo. Los códigos asignados pueden ser modificados por el técnico encargado en caso de que lo desee.

Tabla 64: Codificación propuesta para los equipos del complejo "Termas de la Virgen"

| Maquinaria | |
|--|---------------------------|
| TC | Tanque de combustible |
| BOT | Bomba trifásica |
| BOM | Bomba monofásica |
| QE | Quemador |
| CL | Caldero |
| FI | Filtro |
| IC | Intercambiadores de calor |
| Elaborado por: Marlon Portilla | |
| Revisado por: Mg. Myriam Cumbajín | |
| Aprobado por: Ing. Luis Varela | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Tabla 65: Codificación propuesta para las zonas y áreas del complejo "Termas de la Virgen"

| Ubicación | |
|--|-------------------------|
| TV | Termas de la Virgen |
| Z1 | Zona 1 |
| Z2 | Zona 2 |
| Z3 | Zona 3 |
| CM1 | Cuarto de máquinas 1 |
| CM2 | Cuarto de máquinas 2 |
| CM3 | Cuarto de máquinas 3 |
| CM4 | Cuarto de máquinas 4 |
| ACB2 | Área de combustible 2 |
| AC1 | Área de calderos |
| ACB1 | Área de combustible 1 |
| APO | Área de piscina de olas |
| ACB2 | Área de combustible 2 |
| AP8 | Área de piscina 8 |
| JA | Juegos acuáticos |
| Elaborado por: Marlon Portilla | |
| Revisado por: Mg. Myriam Cumbajín | |
| Aprobado por: Ing. Luis Varela | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Las tablas 64 y 65 detallan el tipo de combinaciones alfanuméricas propuestos tanto para determinar las zonas del complejo como para identificar los equipos. Para identificar los equipos de un solo tipo (bombas, quemadores, calderos, intercambiadores de calor, filtros) se adiciona un número al código para asignarle un orden secuencial, así:

“BOT1”, “QE3”

Para poder ubicar un equipo en el complejo, tan solo basta en combinar los códigos propuestos en referencia a las zonas- áreas o cuartos que le correspondan, por ejemplo:

“TV-Z1-CM1-BOT1”

este código de ubicación indica a la bomba trifásica 1 del cuarto de máquinas 1 ubicada en la zona 1 del complejo “Termas de la Virgen”.

Además, dentro de este procedimiento se pide una desagregación a cada equipo del complejo. El objetivo comprende asignar los componentes críticos de los equipos (componentes que vitales en el funcionamiento de cada máquina).

Tabla 66: Propuesta para la desagregación de los equipos

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | |
|---|--------|---------|---------------------------------------|
| Ubicación | Equipo | Sistema | Componentes críticos |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela |
| Revisado por: Mg. Miryam Cumbajín | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Mediante la tabla 66 se registrarán los distintos componentes críticos de cada equipo, estos componentes estarán sujetos a los procedimientos de ejecución (M-04).

Los equipos serán identificados en esta plantilla por cada área y aquellos que poseen iguales características a otros del mismo tipo, se puede tomar como referencia uno solo y designarle los componentes críticos correspondientes.

Cada equipo puede ser descrito por sistemas (mecánico, eléctrico, hidráulico, etc..) y estos estarán descritos por los componentes críticos.

Registro de objetos de Mantenimiento (M-03)

El registro de los objetos se plasma en la tabla 67 donde se debe detallar la información elemental para cada máquina existente. Esta tabla permitirá ubicar y reconocer a los equipos de manera más clara y precisa plasmada en un solo formato.

Tabla 67: Propuesta para registrar los objetos sustentos al mantenimiento del complejo "Termas de la Virgen"

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------|-------------------|------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|----------------------------------|---------------------------------|
| Complejo "Termas de la Virgen" | | | | | | | | | |
| REGISTRO DE OBJETOS DE MANTENIMIENTO (M-03) | | | | | | | | | |
| Nombre | Descripción del Objeto | Código | Costo (\$) | Vida Útil | Fecha de arranque | Código de ubicación | Características y especificaciones técnicas | Manejo y cuidado (Básico) | Desagregación de objetos |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | | | |
| Revisado por: Mg. Myriam Cumbajín | | | | | | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Instrucciones técnicas de mantenimiento (M-04)

La tabla 68 permite recabar información para ejecutar las acciones de mantenimiento a cada componente crítico identificado en la desagregación de los equipos del complejo (M-02). De esta forma el encargado de mantenimiento podrá ser más eficiente y competente para realizar las actividades de mantenimiento.

Con la ayuda del servicio de contratación pública (SEERCOP) se podrá contar con los materiales y recursos necesarios para la ejecución oportuna del mantenimiento de los equipos.

Tabla 68: Propuesta para designar instrucciones técnicas de mantenimiento

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | | | |
|---|--------------------------------|---------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------|
| Nombre del equipo: | | | | | |
| Código: | | | | | |
| Código de Instrucciones técnicas | Descripción de la tarea | Tiempo | Frecuencia | Personal | Tipo de Mantenimiento |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | | |
| Revisado por: Mg. Myriam Cumbajín | | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Esta plantilla debe ser generada de la mejor manera, para que su gestión sea la más adecuada y permita brindar una mejor durabilidad a cada componente crítico de los equipos del complejo.

Los códigos de las instrucciones técnicas pueden ser generados dependiendo del tipo de tarea que conlleve el componente crítico.

Programación de mantenimiento (M-06)

Su objetivo es dar a conocer cuando se deben ejecutar las instrucciones técnicas (M0-5) de cada equipo del complejo.

La planificación está basada en la información del procedimiento (M-04) y se recomienda realizarla para un año, la plantilla presentada en la tabla 70 representa solo el mantenimiento para un mes, de todos modos, en la herramienta interactiva se puede apreciar el desarrollado del plan de mantenimiento como tal dividido en 2 semestres. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se determinen en los días lunes y martes que son ocupados para dar mantenimiento a los equipos.

Tabla 70: Plantilla propuesta para realizar el plan de mantenimiento

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-----------|------------|--------------------------------------|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---------------------------------------|---|----------|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|
| Equipo | Código del equipo | Código IT | Frecuencia | PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO (M-06) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | "Mes" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Semana 1 | | | | | | Semana 2 | | | | | | Semana 3 | | | | | | Semana 4 | | | | | |
| | | | | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | | | | | | | | | | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | | | | | | | | | | | | | |
| Revisado por: Mg. Myriam Cumbajín | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Cuantificación de personal de mantenimiento (M-07)

El presente apartado identifica el tipo y cantidad de personal que se requiere para las acciones de mantenimiento de cada equipo. La tabla 71 propone registrar a los encargados competentes que puedan gestionar un equipo de la mejor manera.

Tabla 71: Propuesta para cuantificar el personal de mantenimiento

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | |
|---|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| CUANTIFICACIÓN DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO (M-07) | | | |
| Nombre del equipo | Código de ubicación | Cantidad de Personal | Tipo de personal |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | |
| Revisado por: Mg. Miryam Cumbajín | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Hay que tomar en cuenta que los equipos existentes no son complejos o no requieren de una intervención especial para que puedan funcionar, sin embargo, este formato podría estar publicado con el registro del técnico y ayudante quienes son los únicos que se encargan el mantenimiento de los equipos.

Al igual se puede excluir este procedimiento si se lo considera necesario.

Ticket de trabajo (M-08)

El procedimiento de la tabla 72 permite al operario registrar las actividades de mantenimiento para ser tomados en cuenta cuando se realice una evaluación del sistema de gestión, cabe resaltar que el ticket de trabajo se relaciona con el procedimiento (M-06), es decir, habrá cada ticket de trabajo por cada actividad programada en el plan de mantenimiento.

Tabla 72: Ticket de trabajo

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | | |
|---|-----------|---------------------------------------|--------|-------------|
| TICKET DE TRABAJO (M-08) | | N° Orden | | |
| Nombre del equipo: | | Fecha: | | |
| Código de ubicación: | | | | |
| Código IT | Actividad | Repuestos o materiales | Tiempo | Responsable |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | | |
| Revisado por: Mg. Miryam Cumbajín | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Chequeo Rutinario (M-09)

La importancia de mantener la funcionalidad e inclusive el poder predecir las posibles fallas que puedan presentar los equipos del complejo son identificados mediante este procedimiento con la ayuda de la tabla 73. Aunque se trate de una inspección rápida, se puede obtener información adicional para mantener la funcionalidad de cada equipo.

Tabla 73: Formato para el chequeo rutinario de los equipos

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------|--------------------------------|---|----|---|---|-------------------------------|---|--|-------------|---------------|
| CHEQUEO RUTINARIO (M-09) | | | | | | | | N° de Orden | | | | |
| | | | | | | | | 1/1 | | | | |
| | | | | | | | | Período de chequeo | | | | |
| | | | | | | | | ___/___/___ hasta ___/___/___ | | | | |
| Código | Estado | Código IT | Días | | | | | | | | Responsable | Observaciones |
| | | | L | M | Mi | J | V | S | D | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | | | | | | | | | |
| Revisado por: Mg. Miryam Cumbajín | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Recorrido de inspección (M-10)

En muchas de las ocasiones la falta de atención por parte de los trabajadores, ha provocado que las fallas de los equipos no sean atendidas oportunamente.

En base al formato establecido en la tabla 74, cada cierto período de tiempo se debe analizar de manera rápida y eficaz los problemas de cada equipo, calificando su condición de funcionalidad; en caso de que esta sea mala se califica su prioridad de atención para su respectivo mantenimiento. La inspección va dedicada a las instrucciones técnicas del procedimiento (M-04) de cada equipo.

Tabla 74: Propuesta formato para la inspección de equipos del complejo

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | | | | | | |
|---|--------|-----------|--|---------------------------------------|-----------|---------------------|--|---------------|
| RECORRIDO DE INSPECCIÓN (M-10) | | | | | | N° Orden | | |
| | | | | | | 1/1 | | |
| | | | | | | Fecha de inspección | | |
| | | | | | | | | |
| Área | Código | Condición | | | Prioridad | | | Observaciones |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | | | | |
| Revisado por: Mg. Miryam Cumbajín | | | | | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

La inspección debe darse por cada área del complejo analizando los respectivos equipos que lo contengan.

Tabla 75: Colorimetría asignada para dar condición y prioridad a los equipos

| Condición | Prioridad |
|--------------------|--------------|
| Aceptable | Esperar mtto |
| Próximo a revisión | Planificar |
| Crítica | Primordial |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

La tabla 75 corresponde a las consideraciones que se deben tomar en cuenta para calificar el estado de los equipos del complejo en este procedimiento. Tomando como el color rojo a la condición de un equipo que debe ser reparado inmediatamente, el color amarillo indica que el equipo está próximo a recibir mantenimiento y el color verde señala que el equipo no requiere mantenimiento.

Chequeo de Mantenimiento circunstancial (M-11)

La plantilla que se propone en la tabla 76, ayuda de igual forma al control del funcionamiento de los equipos, pero este formato será utilizado siempre y cuando los equipos se encuentren expuestos a estar operando por más tiempo e inclusive si son utilizados para un trabajo especial.

Tabla 76: Propuesta formato para gestionar actividades adicionales que se apliquen a los equipos

| | | | |
|--|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | |
| CHEQUEO DE MANTENIMIENTO CIRCUNSTANCIAL (M-11) | | | |
| Nombre del equipo: | | | Fecha: |
| Código de Ubicación: | | | Responsable: |
| Tiempo: | | | |
| Código IT | Actividad a realizar | ¿Se identificó una falla? | Propuesta de solución |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Observaciones | | | |
| | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | |
| Revisado por: Ing. Myriam Cumbajín | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Inspección de instalaciones y edificaciones (M-12)

Es de suma importancia poder conocer regularmente el estado del lugar y conexiones de cada equipo para garantizar la funcionabilidad y condiciones óptimas del sistema productivo, a partir de la tabla 77 se ejecuta la inspección a cada una de las áreas del complejo, verificando el estado tanto de conexiones eléctricas de cada equipo, las tuberías de distribución de agua y la propia estructura de cada cuarto.

Tabla 77: Propuesta para la inspección de instalaciones y edificaciones del complejo

| Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES E INSTALACIONES (M-12) | | | | | N° Orden 1/1 | |
| | | | | | Fecha de inspección: | |
| Áreas del complejo | Edificación | | Instalaciones | | Observaciones Ed. | Observaciones Ins. |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | |
| Revisado por: Mg. Miryam Cumbajín | | | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

La inspección debe realizarse por áreas marcando una cruz en la casilla de color rojo o verde para calificar el estado tanto la estructura del cuarto a inspeccionar como las conexiones presentes en esa área y dejar una breve descripción de lo que está ocurriendo.

Registro semanal de fallas (M-13)

Al registrar cada una de las fallas de los equipos se puede planificar de mejor manera su reparación e inclusive se podría prever que esta suceda. La tabla 78 recoge las fallas de los procedimientos (M-08, M-09, M-10, M-11, M-12).

Tabla 78: Propuesta para registrar periódicamente los fallos de los equipos

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | | | |
|---|---------------------|---------------|-----|---------------------------------------|----------------------------------|
| REGISTRO SEMANAL DE FALLAS (M-13) | | | | | N° Orden 1/1 |
| | | | | | Desde __/__/__ hasta __/__/__ |
| Equipo | Código de Ubicación | Tipo de Falla | Día | Hora | Observaciones |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | |
| Revisado por: Mg. Miryam Cumbajín | | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Orden de trabajo (M-14)

Cuando las fallas ya se encuentran identificadas se procede a la reparación de las mismas con el uso del formato establecido en la tabla 79.

La orden de trabajo pretende alcanzar objetivos que permitan optimizar la gestión del mantenimiento, desde conocer el tipo de falla, el tiempo que toma en repararla e inclusive nos permite conocer el estado actual del equipo después de ser intervenido.

Tabla 79: Formato para realizar una actividad de mantenimiento

|  | | Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | |
|---|------------------------|---|--------------------------------------|
| ORDEN DE TRABAJO (M-14) | | N.º Orden | |
| Nombre del equipo: | | Fecha: | |
| Código de ubicación: | | Tiempo (min): | Condiciones actuales y observaciones |
| Actividad | Repuestos o materiales | Responsable | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | |
| Revisado por: Mg. Miryam Cumbajín | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Orden de salida de materiales y/o repuestos (M-15)

Este procedimiento viene de añadidura junto a la orden de trabajo (M-14), el objetivo de este procedimiento es llevar el registro de los materiales o repuestos utilizados en una actividad de mantenimiento. El formato que ayuda a la ejecución de este procedimiento se encuentra en la tabla 80.

Tabla 80: Propuesta para solicitar repuestos o materiales

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | | |
|---|------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| ORDEN DE SALIDA DE MATERIALES Y/O REPUESTOS (M-15) | | | | |
| Orden N.º | | Fecha de petición: | | |
| Materiales o repuestos a solicitar | ¿Disponible en bodega? | Cantidad requerida | Cantidad entregada | Nombre y firma del solicitante |
| | | | | _____ |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Justificación de la solicitud | | | | |
| | | | | |
| Observaciones | | | | |
| | | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | |
| Revisado por: Mg. Myriam Cumbajín | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Requisición de materiales y/o repuestos (M-16)

Al igual que el procedimiento (M-15) este paso también mantiene relación con la orden de trabajo (M-14), debido a que ciertos materiales o repuestos que son solicitados no se encuentran en bodega de mantenimiento, por lo tanto, mediante la tabla 81 se puede dirigir una solicitud a la administración del complejo y requerir los materiales o repuestos necesarios para cumplir con los objetivos de mantenimiento.

Tabla 81: Propuesta para requerir repuestos o materiales

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | | |
|---|------------------------|---------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| REQUISICIÓN DE MATERIALES Y/O REPUESTOS (M-16) | | | | |
| Orden de trabajo N.º | | Fecha de solicitud: | | |
| Materiales o repuestos a solicitar | ¿Disponible en bodega? | Cantidad requerida | Necesidad | Nombre y firma del solicitante |
| | | | Urgente | 5 |
| | | | Planificar | 3 |
| | | | Recomendar | 1 |
| | | | | _____ |
| Detalle | | | | |
| | | | | |
| Observaciones | | | | |
| | | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | |
| Revisado por: Mg. Myriam Cumbajín | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Requisición de trabajo (M-17)

Ciertas actividades de mantenimiento no pueden ser atendidas por el técnico o ayudante debido a que estas son especiales y/o complejas, para ello, mediante la tabla 82 se puede solicitar personal externo que sea competente en las acciones de mantenimiento que tornen desconocidas o muy complicadas para el personal de mantenimiento.

Tabla 82: Propuesta formato para solicitar personal externo del complejo

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | | |
|---|--|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| REQUISICIÓN DE TRABAJO (M-17) | | | | |
| Orden N.º | | Fecha de solicitud: | | |
| Personal o entidad requerida | Materiales, equipos, herramientas a utilizar | Tiempo de requerimiento del personal o entidad | Necesidad | Nombre y firma del solicitante |
| | | | Urgente | 5 |
| | | | Planificar | 3 |
| | | | Recomendar | 1 |
| | | | | _____ |
| Actividad a realizar | | | Equipos del complejo involucrados | |
| | | | | |
| Observaciones | | | | |
| | | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | Aprobado por: Ing. Varela | |
| Revisado por: Mg. Myriam Cumbajín | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Historia de fallas (M-18)

Este procedimiento tiene por objetivo el registrar todos los fallos que se presenten en los equipos basándose en las ordenes de trabajo (M-14), el formato que se presenta en la tabla 83 es de mucha importancia porque gracias a este registro se podrá determinar los parámetros de mantenimiento para cada equipo y darles un mejor seguimiento de manera preventiva.

Tabla 83: Formato para registrar el historial de fallas

| | | | | | |
|---|------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
|  | | Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | |
| | | HISTORIA DE FALLAS (M-18) | | | |
| Orden N.º | | Período de registro: | | Desde ___/___/___ hasta ___/___/___ | |
| Código de equipo | Repuestos solicitados | Tiempo entre falla | Tiempo inactivo | Tipo de falla | Que se logró reparar |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Observaciones | | | | | |
| | | | | | |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | | |
| Revisado por: Mg. Myriam Cumbajín | | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Acumulación de consumo de materiales, repuestos y horas-hombre (M-19)

En esta sección se pretende acumular la información del consumo de los procedimientos (M-8, M-14, M-15, M-16 y M-17) y con ello poder dar seguimiento del sistema de gestión.

El formato establecido en la tabla 43 ayudará a determinar la cantidad de repuestos, materiales y horas hombre utilizados, al igual que la cantidad de ordenes utilizadas cuando se realizaban las respectivas actividades de mantenimiento.

Tabla 84: Propuesta para el registro acumulado de los procedimientos (M-08, M-14, M-15, M-16, M-17)

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|---|---|------------------------|-------|
| ACUMULACIÓN DE CONSUMO DE MATERIALES, REPUESTOS Y HORAS-HOMBRE (M-19) | | | | | | |
| Período de registro: Desde ____/____/____ hasta ____/____/____ | | | | | Responsable: | |
| Cantidad Utilizada | Tickets de trabajo | Ordenes de trabajo | Ordenes de salida de materiales y/o repuestos | Requisición de materiales y/o repuestos | Requisición de trabajo | Total |
| Cantidad de materiales utilizados | | | | | | 0 |
| Cantidad de repuestos utilizados | | | | | | 0 |
| Horas-hombre utilizadas | | | | | | 0 |
| Ordenes ejecutadas | | | | | | 0 |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | | |
| Revisado por: Mg. Myriam Cumbajín | | | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Presupuesto anual de mantenimiento (M-20)

El procedimiento que se muestra a continuación en la tabla 44, propone la cantidad necesaria de repuestos, materiales y herramientas que requiera el equipo para cumplir sus objetivos de mantenimiento durante un año.

Tabla 85: Propuesta para generar el presupuesto anual de mantenimiento a los equipos del complejo

|  Gobierno Autónomo Descentralizado Baños de Agua Santa Complejo "Termas de la Virgen" | | | | |
|---|----------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|
| PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO (M-20) | | | | N.º Orden |
| Nombre del equipo: | | Fecha de inicio: | | |
| Código de ubicación: | | Fecha de finalización: | | |
| Repuestos, materiales, herramientas a presupuestar | Cantidad | Motivo de ser presupuestado | Valor Unitario (\$) | Total (\$) |
| | | | | 0 |
| | | | | 0 |
| | | | | 0 |
| | | | | 0 |
| | | | | 0 |
| Responsable: | | | Total | 0 |
| Elaborado por: Marlon Portilla | | | Aprobado por: Ing. Luis Varela | |
| Revisado por: Mg. Myriam Cumbajín | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Herramienta interactiva del sistema de gestión de mantenimiento



Imagen 5: Portada de la herramienta interactiva del sistema de gestión de mantenimiento

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Como parte del registro y control del sistema de gestión de mantenimiento se desarrolla una herramienta interactiva que ayude en la optimización de estos procesos, la imagen 5 muestra la portada de esta herramienta que fue elaborada con ayuda del programa Excel, además, esta contiene cada uno de los 20 procedimientos de la norma Covenin 3049-93 que son los distintos formatos o plantillas descritos en el capítulo III de este trabajo de investigación.

La implementación del sistema de gestión de mantenimiento viene muy ligada con esta herramienta interactiva, porque cada formato se irá llenando con los datos que arrojen las distintas actividades que se realicen para cada procedimiento de la norma.



Imagen 6: Selección de un procedimiento en la herramienta interactiva

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Como lo muestra la imagen 6, cada procedimiento se encuentra vinculado a su respectivo formato, con la ayuda de un clic se puede dirigir hasta la plantilla solicitada para realizar las distintas actividades que se requiera, del mismo modo, existe un botón de retorno hacía la portada principal para seguir navegando a los demás procedimientos como lo muestra la imagen 7.

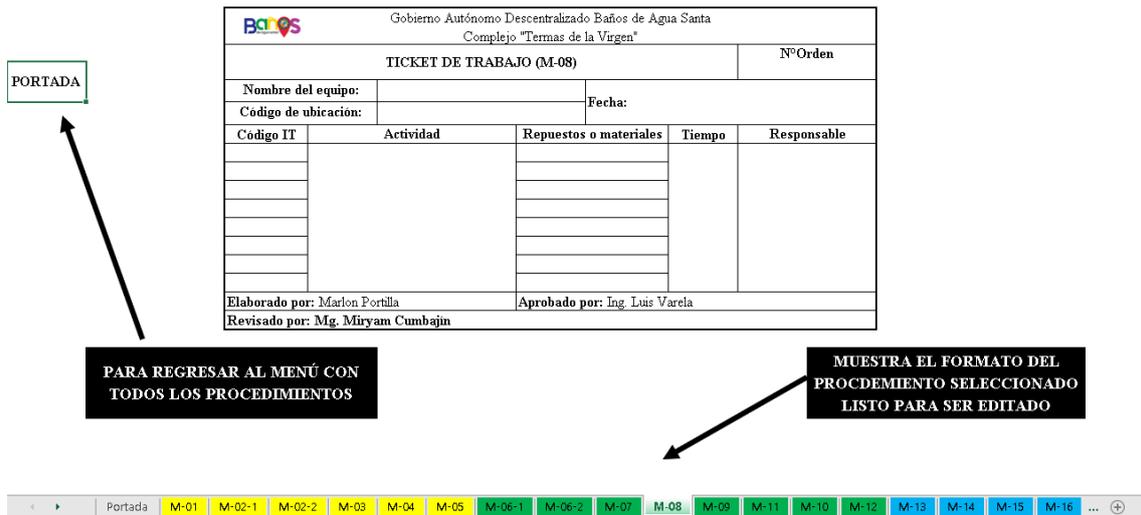


Imagen 7: Visualización del procedimiento seleccionado con su botón de retorno al menú

Fuente: Marlon Portilla;2020

La dinámica de esta herramienta comprende el ir llevando la información del sistema de gestión de mantenimiento de una forma más ordenada y controlada, los formatos ya utilizados se pueden ir generando y guardando en cada pestaña de cada procedimiento y evitar sus pérdidas.

Cabe resaltar que los formatos presentados en esta herramienta pueden ser adaptados conforme el complejo lo requiera, es decir, se puede modificar su tamaño, aumentar o disminuir casillas, todo lo que necesite modificar el técnico de mantenimiento. Esto resulta muy útil para el mejoramiento continuo del sistema de gestión.

Resultados esperados

Si el sistema de gestión es implementado en el complejo “Termas de la Virgen” será muy beneficioso debido ayudará a aumentar la vida útil de los equipos, se atenderán de manera más oportuna y eficientes sus reparaciones, se encontrarán a los equipos de forma de más fácil y ordenada, los formatos permitirán llevar un registro y control de los recursos empleados para las actividades de mantenimiento.

La implementación del sistema de gestión prestaría las condiciones para ser evaluado y posterior brindar mejoras en beneficio de los equipos del complejo.

Cronograma de actividades

Tabla 86: Cronograma de actividades para la realización del proyecto de tesis

| Cronograma de actividades | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------|---------|-------|
| Actividades | Pérido para la realización del proyecto de tesis | | | | | | | | | | | |
| | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Enero | Febrero | Marzo |
| Búsqueda de una empresa para realizar el proyecto de tesis | | | | | | | | | | | | |
| Solicitud de la carta de la empresa | | | | | | | | | | | | |
| Primera clase de titulación 1 | | | | | | | | | | | | |
| Realización de la lluvia de ideas, problema focal y objetivos | | | | | | | | | | | | |
| Presentación del primer borrador (lluvia de ideas, problema focar y objetivos) | | | | | | | | | | | | |
| Segunda clase de titulación 1 | | | | | | | | | | | | |
| Presentación del borrador del perfil de proyecto | | | | | | | | | | | | |
| Defensa del perfil de proyecto | | | | | | | | | | | | |
| Desarrollo del capítulo 2 | | | | | | | | | | | | |
| Presentación del primer borrador del capítulo 2 | | | | | | | | | | | | |
| Tercera clase de titulación 1 | | | | | | | | | | | | |
| Defensa del capítulo 2 | | | | | | | | | | | | |
| Primera clase de titulación 2 | | | | | | | | | | | | |
| Presentación de la primera parte del capítulo 3 | | | | | | | | | | | | |
| Presentación de la segunda parte del capítulo 3 | | | | | | | | | | | | |
| Segunda clase de titulación 2 | | | | | | | | | | | | |
| Presentación de la tercera parte del capítulo 3 | | | | | | | | | | | | |
| Presentación del capítulo 4 | | | | | | | | | | | | |
| Sustento del trabajo final | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

El cronograma de actividades de la tabla 45 ayuda al desarrollo del proyecto de tesis, cada actividad descrita construye el aprendizaje de la correcta realización de todos los puntos que conforma el proyecto.

Análisis de costos

La tabla presentada a continuación refleja los costos que requirieron para el desarrollo del proyecto de tesis.

Tabla 87: Costos utilizados para el desarrollo del proyecto de tesis

| GASTOS | | | |
|---------------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTO UNIDAD | COSTO TOTAL |
| Impresiones | 95 | \$ 0,10 | \$ 9,50 |
| Copias (borradores) | 190 | \$ 0,02 | \$ 3,80 |
| Alimentación | 20 | \$ 1,50 | \$ 30,00 |
| Empastados | 2 | \$ 15,00 | \$ 30,00 |
| Transporte | 40 | \$ 1,10 | \$ 44,00 |
| Resma de hojas | 1 | \$ 11,00 | \$ 11,00 |
| Horas de internet | 150 | \$ 0,50 | \$ 75,00 |
| TOTAL | | | \$ 203,30 |

Fuente: Marlon Portilla; 2020

Desde la impresión de las hojas que contiene el proyecto de tesis hasta el costo de uso de transporte para llegar al complejo se encuentra plasmado en la tabla 46, dicho esto, cada recurso que fue utilizado influye indirectamente al desarrollo y presentación del proyecto.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ✓ El complejo “Termas de la Virgen” no posee una organización ni unidad de mantenimiento definidos, no hay registros ni controles para las actividades de mantenimiento, además, estas actividades de reparación de los equipos son de tipo correctivo en su gran mayoría. Los repuestos son reemplazados cuando estos se encuentran en malas condiciones y cuando son solicitados toman cierto tiempo en llegar.

- ✓ El sistema de gestión de mantenimiento ayudará a organizar, registrar y controlar de forma más eficiente las actividades de mantenimiento como tal, se disminuirán los paros por problemas en los equipos y esto a su vez garantiza un aumento de la vida útil de los mismos.

- ✓ El software propuesto es el anfitrión del sistema de gestión, debido a que contiene las plantillas que fueron propuestas en este proyecto de tesis y serán utilizadas cuando este se implemente, los formatos pueden ser mejorados con el transcurso del tiempo siempre y cuando mantengan el mismo propósito que rige la norma para cada procedimiento.

Recomendaciones

- Se recomienda la implementación del sistema de gestión por las oportunidades de mejora que este presenta.
- La administración gerencial del complejo debe ser más consciente en las actividades de mantenimiento de los equipos, es decir, dejar a un lado las actividades básicas de reparación y fomentar la optimización de estos con la ayuda del proyecto propuesto.
- Se recomienda el uso de la herramienta interactiva para llevar los registros y controles del sistema de gestión, evitando el uso desmedido de papel y más aún evitar pérdidas físicas de estos formatos.
- Se recomienda disponer un área de mantenimiento con los recursos necesarios para que el técnico y ayudante puedan ejecutar las actividades de forma más efectiva.

Bibliografía

Aguirre, Oscar. 2019. Diseño de un Plan de mantenimiento preventivo para equipos e infraestructura de la Empresa Metal industrial José Campuzano S.A de la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas. Guayaquil : Universidad Indoamérica, 2019.

Alvarez, Mário. 2019. Estudio de la gestión del mantenimiento y la disponibilidad de las unidades de reinyección de agua de la estación shaura del campo libertadores de la empresa Petroamazonas E.P. Ambato : Universidad Indoamérica, 2019.

Barrera, Cristina. 2018. Aspectos básicos relacionados con el funcionamiento de una caldera. Valencia : s.n., 2018.

Cabrera, Vinicio. 2015. Implementación de un modelo de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para el parque acuático los Elenes cantón Guano. Riobamba. Riobamba : s.n., 2015.

Choque, Miguel. 2015. Guía de mantenimiento de calderas pirotubulares. La Paz : s.n., 2015.

Colmenarez, Carmen. 2013. Modelo de Planificación y Gestión de Mantenimiento en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo . Carabobo : s.n., 2013.

COVENIN. 2001. Norma covenin 3049-93. Venezuela : s.n., 2001.

García, Santiago. 2016. Renovetec. [En línea] 2016. [Citado el: 02 de 08 de 2019.] <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>.

IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial. 2018. Gestión y planificación del mantenimiento industrial. s.l. : Grupo América Factorial S.A.C, 2018. ISBN 9781370710768.

Jaramillo, Oscar. 2007. Intercambiadores de Calor. México : UNAM, 2007.

La Hora. 2018. Se queman los calderos de las Termas de la Virgen en Baños de Agua Santa. Baños de agua santa : La Hora, 2018.

La hora. 2019. Termas de la Virgen, obra paralizada y con problemas. Baños de Agua Santa, Tungurahua, Ecuador : s.n., 12 de junio de 2019.

Ocque, Carlos. 2004. Elaboración del plan de mantenimiento para las máquinas de rotomoldeo de una empresa del sector industrial. Caracas : s.n., 2004.

Pinto, Wilson. 2017. Baños de Agua Santa ofrece nueva opción turística a los visitantes. El universo. 2017.

Rodriguez, Margarita. 2015. Tipos y principio de funcionamiento de las calderas pirotubulares. funcionamiento y pérdidas en calderas pirotubulares estudios de casos. Cienfuegos : "Universo Sur", 2015.

Seijas, Daniel. 2014. "Estudio de las condiciones operativas y de mantenimiento de la maquinaria minera de la cantera carayaca para agosto de 2014. Caracas : Universidad central de Venezuela, 2014.

Vásquez, Ing. José Renato Rodríguez. 2006. Desarrollo de un Sistema de Control Avanzado de la Presión del Vapor en una Caldera de Tubos de Fuego. Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2006.

Zapata, Adolfo. 2017. Estudio de la gestión de mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de los equipos en la mina de caliza de la planta otavalo. Otavalo : s.n., 2017.

Anexos

Anexo 1: Tanque de combustible 1



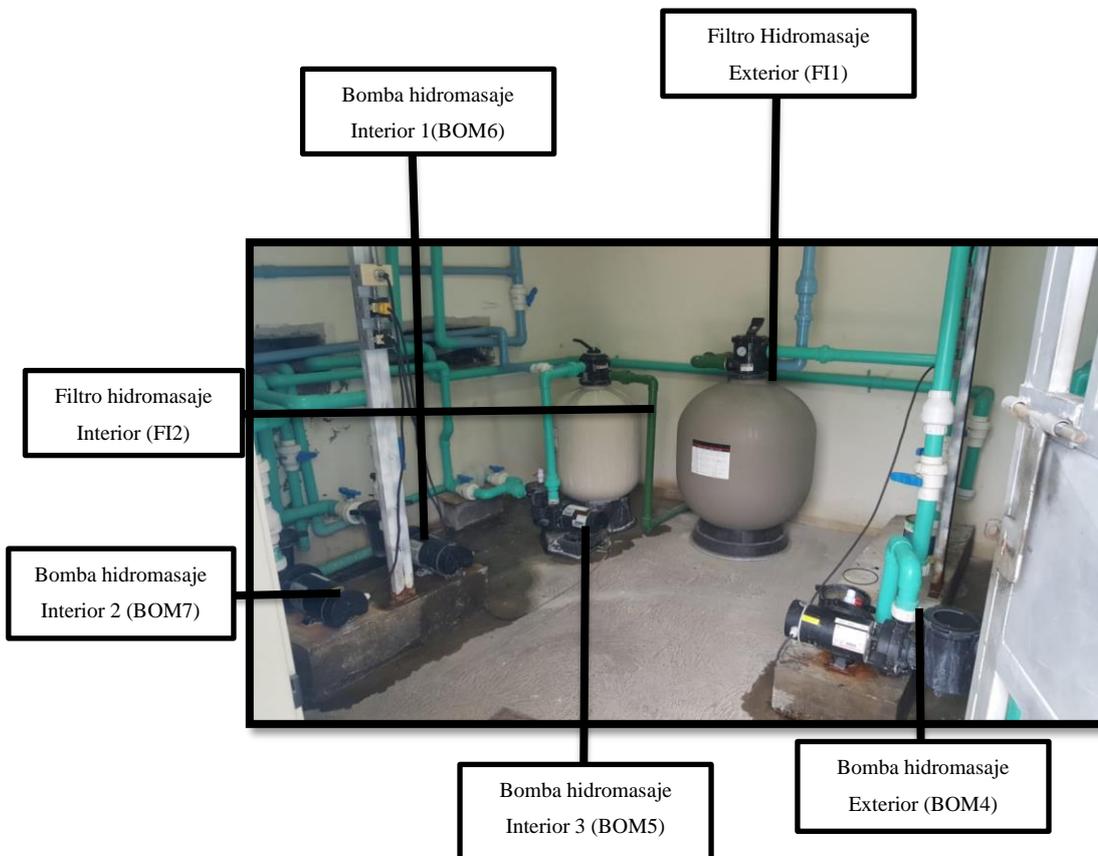
Anexo 2: Equipos que conforman el área de calderos



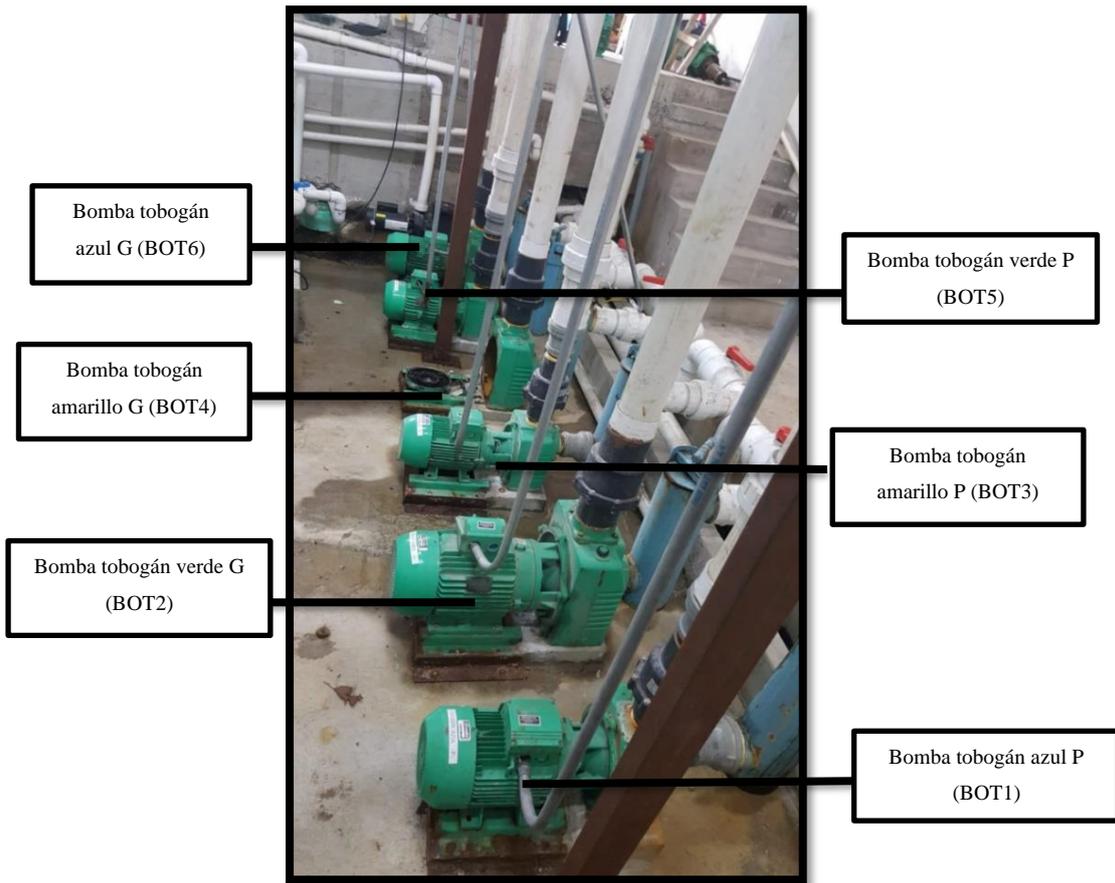
Anexo 3: Intercambiadores de calor del cuarto de máquinas 1



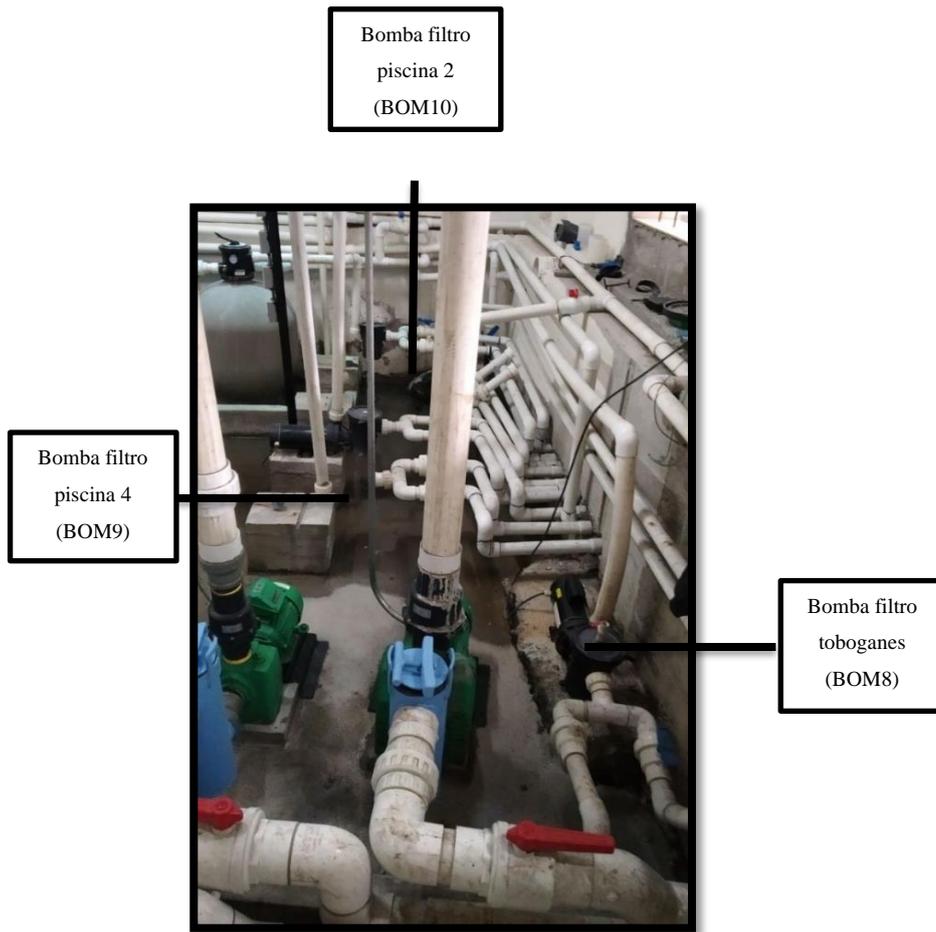
Anexo 4: Equipos que conforman el cuarto de máquinas 2



Anexo 5: Equipos que conforman el cuarto de máquinas 3



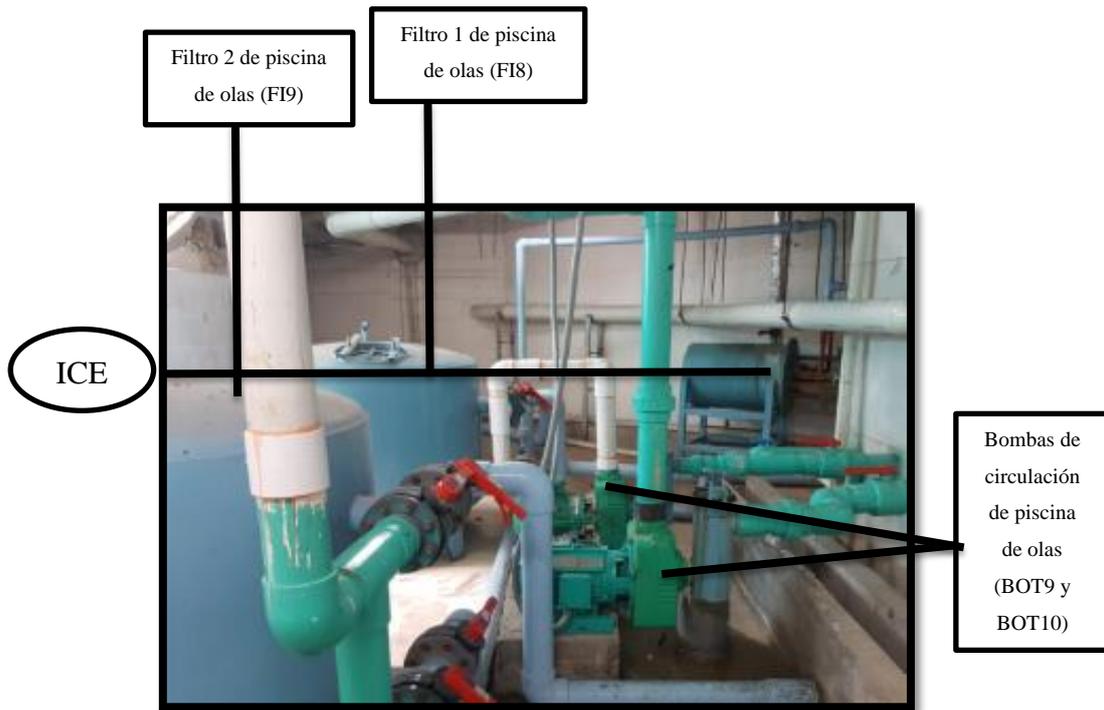
Anexo 6: Equipos que conforman el cuarto de máquinas 3



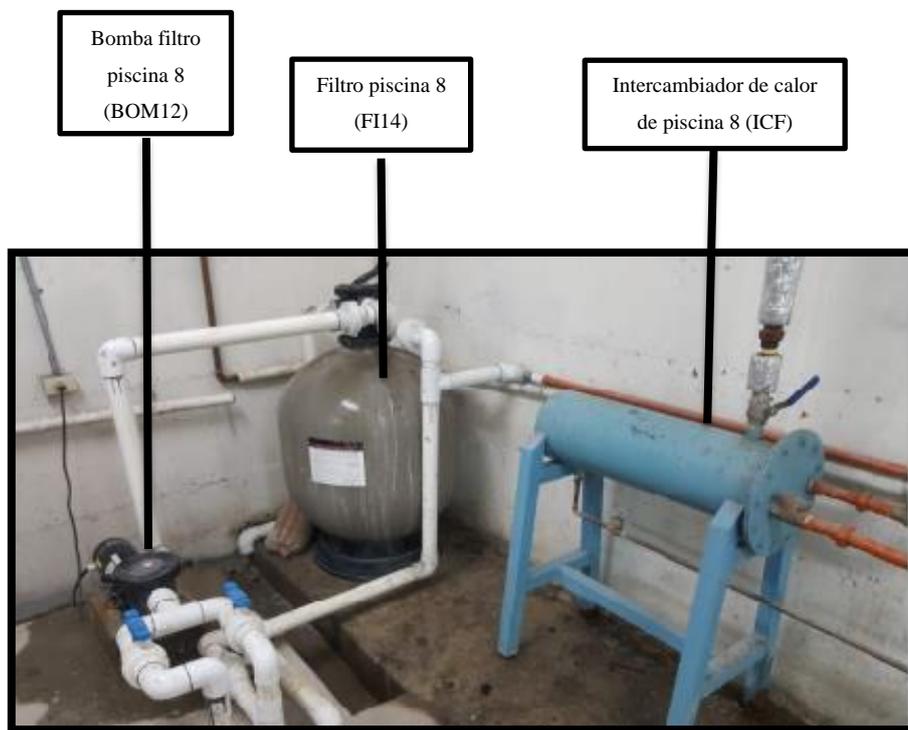
Anexo 7: Equipos que conforman el cuarto de máquinas 4



Anexo 8: Equipos que conforman el área de piscina de olas



Anexo 9: Equipos que conforman el área de piscina 8



Anexo 10: Equipos que conforman el área de juegos acuáticos

Bomba filtro 2 juegos
acuáticos (BOT11)



Bomba filtro 1 juegos
acuáticos (BOT12)

Anexo 11: Tanque de combustible 2



Anexo 12: Procedimientos del sistema de gestión de mantenimiento de la norma Covenin 3049-93

3.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO NORMA COVENIN 3049-93

Es un conjunto de procedimientos interrelacionados, formales e informales, que permite la captura, procesamiento y flujo de la información requerida en cada uno de los niveles de la organización para la toma posterior de decisiones. Los procedimientos que conforman el sistema de información serán enumerados para luego ubicarlos según su uso en los diferentes subsistemas Y sólo se describirá su objetivo, ya que su contenido depende del SP en estudio.

El sistema de información se describirá en forma general, este puede ser reducido o ampliado, dependiendo de las necesidades de cada SP.

El común de los SP del parque industrial nacional, requieren de los procedimientos que se propondrán para la planificación, programación, control y evaluación, supervisión y dirección de las actividades de mantenimiento, así como también para el registro de datos de fallas para posteriores análisis y el registro de información financiera a tomar en cuenta en futuros planes, programas y presupuestos de la Organización de mantenimiento y de la organización del SP como un todo.

A continuación, se presentan los procedimientos que contiene el sistema de información de mantenimiento propuesto y su uso en los subsistemas de mantenimiento programado, rutinario, de reparación, correctivo, circunstancial y preventivo, y registro de información financiera.

3.4.1 Procedimientos del sistema de información

3.4.1.1 Inventario de los objetos del SP: (M-01)

Constituye el punto de partida del sistema de información de mantenimiento, ya que aquí se listan los componentes (Equipos, Instalaciones, Edificaciones, u otros), objeto de mantenimiento y consiste este instrumento en una descripción muy superficial de cada objeto sujeto a acciones de mantenimiento dentro del SP.

3.4.1.2 Codificación de los objetos de mantenimiento: (M-02)

Es la asignación de combinaciones alfa-numéricas cada objeto de mantenimiento, para una ubicación rápida dentro del SP. Con este instrumento además de proporcionar una ubicación rápida, secuencial y lógica dentro del SP, permite su automatización o mecanización mediante el computador para el registro de la información referida a cada objeto.

También facilita, por medio de la desagregación de los objetos de mantenimiento, registrar la información de cada elemento sujeto a acciones de mantenimiento. Un esquema general para la desagregación de los objetos, puede ser:

- Elementos de cada componente
- Componentes de cada subsistema
- Subsistemas de cada objeto
- Objeto de cada Subproceso Productivo
- Subprocesos del Sistema Productivo
- Sistemas Productivos de un Sistema Total

El basamento de este procedimiento es el inventario de los objetos del SP (M 01).

3.4.1.3 Registro de objetos de mantenimiento: (M-03)

Su objetivo es el de registrar la información necesaria para el conocimiento de cada objeto sujeto a acciones de mantenimiento. Dicha información generalmente está constituida por: descripción del objeto; código asignado al objeto común el procedimiento M-02; costo, vida útil y fecha de arranque; datos sobre el fabricante, distribuidor o proveedor, así como su localización con su dirección, teléfono, télex o fax; características y especificaciones técnicas; manejo y cuidado; observaciones referidas al mejor uso y tendentes a la prevención de fallas; y la desagregación de cada subsistema del objeto hasta el nivel de elementos resaltando las características más importantes de estos últimos a fin de tener un mayor conocimiento de los mismos para facilitar su ubicación en casos o ante la presencia de fallas.

3.4.1.4 Instrucciones técnicas de mantenimiento: (M-04)

Este procedimiento lo constituye la lista de acciones de mantenimiento a ejecutar sobre cada objeto de mantenimiento. Este instrumento contiene la información sobre el objeto registrado según el procedimiento M-03 y básicamente la lista de acciones está dirigida a cada elemento de cada componente de cada subsistema de dicho objeto. Cada instrucción técnica debe señalar el tipo de actividades de mantenimiento a ejecutar, la codificación o numeración secuencial para cada instrucción y para cada tipo de actividad, la descripción generalizada de la actividad a realizar, el tipo y cantidad de personal involucrado en la ejecución, la frecuencia con qué debe realizarse la acción y el tiempo necesario para realizar la actividad. Para facilitar la utilización de Instrucciones Técnicas, debe ir creándose paralelamente un índice de instrucciones técnicas para cada tipo de actividad de mantenimiento con los datos referidos a cada una de ellas y así reducir la cantidad de las mismas, pues una Instrucción Técnica puede ser utilizada en más de un elemento o en más de un subsistema o en más de un objeto.

3.4.1.5 Procedimiento de ejecución: (M-05)

El procedimiento en cuestión es un complemento del M-04, ya que aquí se describen los pasos a seguir en la ejecución de cada una de las Instrucciones Técnicas, estableciéndose en forma paralela una lista de los equipos, instrumentos, herramientas, materiales y repuestos, necesarios para la ejecución de dicha acción, así como la cantidad y el tipo de personal involucrado, y el tiempo estimado para su realización.

Con este instrumento, se evitan pérdidas de tiempo por desconocimiento del procedimiento de ejecución de cualquier acción y se tiende a eliminar al " hombre indispensable" en la organización de mantenimiento.

3.4.1.6 Programación de mantenimiento: (M-06)

Su objetivo es el de señalar cuándo se deben realizar las diferentes Instrucciones Técnicas de cada objeto de mantenimiento componente del SP, según la lista levantada en él M-04 y cuyo procedimiento de ejecución se describió en el M-05.

La programación puede ser para periodos anuales, semestrales, mensuales, semanales o diarios, dependiendo de la dinámica del proceso y del conjunto de actividades a ser programadas. En el caso de planificación de mantenimiento programado, generalmente los programas cubren periodos de un año. Este tipo de programas son ejecutados por el personal de la Organización de mantenimiento o por entes foráneos en el caso de actividades cuya ejecución es por contrato y los tipos de frecuencia más comunes son: quincenal, mensual, bimensual, trimestral, semestral y anual.

En el caso de Mantenimiento Circunstancial, como no existe una fecha fija de arranque, se programa un ciclo completo de ejecución de las actividades para los objetos de mantenimiento tratados bajo este régimen y el punto de arranque del programa lo indica la fecha de la puesta en marcha de dichos objetos.

En el caso del Mantenimiento Rutinario, los programas cubre hasta periodos de una semana ya que están compuestos por instrucciones simples que típicamente deben ser

ejecutados por el mismo operario, dichas instrucciones las porta el operario en su carpeta de trabajo o son adheridas al objeto a mantener o son colocadas en una cartelera próxima a una serie de objetos, sus frecuencias comunes son: cada X hora de trabajo, cada X piezas producidas, cada turno, cada jornal diario, interdiario, cada X días y semanal.

3.4.1.7 Cuantificación de personal de mantenimiento: (M-07)

Es tal vez el procedimiento más importante dentro del Sistema de Información de Mantenimiento, pues de él se obtienen los datos necesarios para saber cuándo y qué tipo de personal satisface las necesidades de la Organización de Mantenimiento. Semana a semana se van acumulando los tiempos para cada tipo de frecuencia y cada tipo de actividad de mantenimiento según lo programado en el M-06 para luego obtener los siguientes resultados:

- Tiempo total semanal por tipo de frecuencia de mantenimiento.
- Tiempo total semanal por tipo de actividad de mantenimiento.
- Tiempo total semanal por tipo de frecuencia para cada objeto, para cada proceso o para todo el SP.
- Tiempo total semanal por tipo de actividad de mantenimiento para cada objeto, para cada proceso o para todo el SP.
- Tiempo total anual por tipo de frecuencia de mantenimiento.
- Tiempo total anual por tipo de actividad de mantenimiento.
- Tiempo total anual de ejecución de programas de mantenimiento por objeto, por subsistema, por proceso o para todo el SP.
- Sabiendo las necesidades para la ejecución de los programas de mantenimiento semana a semana, se pueden adelantar o posponer acciones.
- Se tienen datos para la ubicación de personal ante la aparición de fallas o contingencias.

- Como se sabe cuánto personal es requerido, se sabe también Cuál es su costo y se puede estructurar una Organización de Mantenimiento partiendo desde su base, es decir, de las necesidades.

3.4.1.8 Ticket de trabajo: (M-08)

Es una orden de trabajo programada y es utilizado cada vez que los programas de mantenimiento (M-06) indiquen la ejecución de una instrucción técnica, por tanto, habrá un ticket de trabajo para cada instrucción de cada objeto del SP.

Este instrumento describe la acción a realizar sobre el objeto en cuestión, así como la fecha de realización, los materiales, repuestos y horas hombre utilizados y el responsable de la ejecución. Estos datos son utilizados cuando se evalúa el sistema para su retroalimentación, ya que los planes y programas iniciales pueden contener errores en cuanto a tiempo de ejecución, cantidad y tipo de personal ejecutor frecuencia de ejecución u otros.

Es un procedimiento mediante el cual se pueden detectar fallas, ya que paralelamente a la ejecución de la acción programada, se produce la observación de otros subsistemas cercanos o interconectados al intervenido. Funciona también como procedimiento de registro de información de costos y como mecanismo de control de ejecución de los programas de mantenimiento.

3.4.1.9 Chequeo de mantenimiento rutinario: (M-09)

En los SP generalmente las instrucciones técnicas de mantenimiento rutinario son ejecutadas por los operarios de los objetos y este personal pertenece a la Organización de Producción entonces debe existir dentro de la Organización de Mantenimiento una unidad que se encargue de chequear la ejecución de este tipo de mantenimiento, asegurándose que las labores asignadas a los operarios sean cumplidas, lográndose un mejor funcionamiento, minimización de las paradas, mantener y hasta alargar la vida útil de dichos objetos.

El objetivo de este procedimiento es chequear el funcionamiento de los objetos, inspeccionando el estado de los diferentes componentes de una manera rápida y prestando atención a las acciones de mantenimiento que debe realizar el operario para lograr operatividad en los sistemas.

Este chequeo se realiza sobre las instrucciones técnicas de mantenimiento rutinario creadas para cada objeto según el M-04, semana a semana o en forma aleatoria o según las políticas del SP, sobre cada objeto de cada línea o proceso del SP.

Este instrumento funciona también como mecanismo de detección de fallas, ya que paralelamente al chequeo se produce la observación para determinar si el objeto presenta fallas, recomendándose inmediatamente la posible solución al problema.

3.4.1.10 Recorrido de inspección: (M-10)

Muchas veces los objetos de mantenimiento presentan fallas que no son reportadas inmediatamente, tal vez por negligencia de los operarios, o porque el nivel de ruidos no hace posible su detección, o porque no han sido bien intervenidos, entonces debe existir dentro de la Organización de Mantenimiento una unidad específica que se encargue de hacer recorridos ya sean trimestrales, o semestrales, o según las políticas implantadas en el SP, para detectar las posibles fallas que presentan los sistemas.

En este procedimiento se van registrando los objetos que presentan fallas, realizándose un chequeo rápido de su funcionamiento y una verificación de las acciones que han debido ejecutarse según la descripción de las instrucciones técnicas de la lista del M-04 y cuando se detectan falla se procede inmediatamente a la recomendación para la solución de la misma.

3.4.1.11 Chequeo de mantenimiento circunstancial: (M-11)

Los objetos de mantenimiento que funcionan de manera alterna, o como auxiliares y cuyos programas de mantenimiento no tienen una fecha de inicio, porque su arranque depende de exigencias no contempladas dentro de la Organización de Mantenimiento, ameritan para su puesta en marcha ciertas pruebas o chequeo de funcionamiento de los diferentes componentes, según las instrucciones técnicas creadas para tal fin en el M-04.

La organización de mantenimiento tiene que tener listo este procedimiento para que cuando se indique el arranque de dichos objetos, se realicen los chequeos y ajustes necesarios, asegurándose de esta forma la entrega de estos sistemas en buenas condiciones al equipo de operaciones.

Este instrumento funciona también como un mecanismo de detección de averías, ya que paralelamente al chequeo requerido se pueden detectar fallas, indicándose inmediatamente la recomendación para la solución.

3.4.1.12 Inspección de instalaciones y edificaciones: (M-12)

Las instalaciones y edificaciones son parte importante del SP, por tanto dentro de la Organización de Mantenimiento, debe existir una unidad que se encargue de realizar inspecciones de dichos objetos con frecuencia, ya sean trimestrales o cuando lo dictaminen las políticas implantadas por la organización, a fin de detectar las fallas que presentan los sistemas, recomendándose la solución de las mismas.

La inspección se realiza sobre los componentes de cada uno de los objetos y atendiendo las instrucciones técnicas creadas para tal fin según la lista originada en M-04.

3.4.1.13 Registro semanal de fallas: (M-13)

Inmediatamente después que sucede o se detecta una falla, este debe reportarse y registrarse para tomar los correctivos o las acciones necesarias para su solución. Este procedimiento se utiliza semanalmente y sirve como mecanismo de control de ejecución de acciones de reparación; justificación de la Organización de Mantenimiento ante los demás entes del SP, ya que falla reportada y registrada debe ser atendida; comparación de fallas reportadas y atendidas semana a semana; evaluación en los diferentes períodos;

punto de partida para la planificación de las actividades prioritarias y de actividades que requieran otro tipo de mantenimiento.

El registro depende de las fallas detectadas en los procedimientos M-08, M-09, M-10, M-11, M-12 y así cómo de las fallas detectadas por cualquier componente o miembro del SP.

3.4.1.14 Orden de trabajo: (M-14)

Luego de ser reportada y registrada una avería en el M-13, se emite la respectiva orden de trabajo para ejecutar las acciones necesarias y subsanar dicha falla.

Este instrumento no es sólo la transmisión de una acción por escrito, porque no tendría ningún sentido; su objetivo debe estar enfocado hacia el logro de metas tales como: registro de información sobre el tipo y causa de las fallas; materiales, repuestos y horas hombre utilizados en ejecución de las acciones, estado en que quedó el objeto después de su intervención a otro.

Constituye el soporte más importante para el historial de fallas de los diferentes objetos de mantenimiento.

3.4.1.15 Orden de salida de materiales y/o repuestos: (M-15)

Al ejecutar una orden de trabajo (M-14), generalmente se requiere materiales y/o repuestos, los cuales son solicitados al almacén de mantenimiento o del SP mediante este instrumento.

El procedimiento funciona como mecanismo de registro referente a los renglones existentes dentro del SP y que se consumen por cada orden de trabajo.

3.4.1.16 Requisición de materiales y/o repuestos (M-16)

Cuando se ejecuta una orden de trabajo (M-14) se necesitan generalmente materiales y/o repuestos y en algunos casos, estos no se encuentran en el almacén de mantenimiento o

del SP, por tanto, se deben adquirir fuera del SP, entonces debe generarse este instrumento dirigido a la administración del SP para poder cumplir con la acción encomendada.

El procedimiento funciona como mecanismo de registro referente a los renglones adquiridos fuera del SP y que se consumen por cada orden de trabajo.

3.4.1.17 Requisición de trabajo: (M-17)

Ciertas acciones de mantenimiento no pueden ser ejecutadas por la Organización de Mantenimiento, ya sea por; no contar con el personal especializado; porque son trabajos sofisticados; porque no se encuentran los materiales, repuestos, equipos, herramientas e instrumentos necesarios para su ejecución u otro, entonces se deben realizar dichos trabajos fuera del SP, por contrato mediante este instrumento que es dirigido a la administración del SP para que tome la decisión y se logre la ejecución de la acción.

El procedimiento funciona como mecanismo de registro referente a las acciones del mantenimiento que se realizan fuera del SP.

3.4.1.18 Historia de fallas (M-18)

Es la recopilación de la información referida a las averías sucedidas a cada objeto de mantenimiento y obtenida de los registros de las diferentes órdenes de trabajo (M-14) ejecutadas al objeto en cuestión. Este procedimiento es muy importante ya que cada cierto período, los datos registrados se someten análisis para su clasificación y determinación de los parámetros de mantenimiento necesarios en la retroalimentación del sistema y la tendencia al mantenimiento preventivo en corto plazo.

3.4.1.19 Acumulación de consumo de materiales, repuestos y horas-hombre: (M-19)

Este procedimiento se utiliza para registrar la información referida al consumo de los diferentes renglones necesarios en la ejecución de las acciones de mantenimiento.

Los acumulados periódicos pueden prepararse para cada unidad ejecutora, cada división de mantenimiento o para toda la organización del SP; sirven como mecanismo de control y evaluación de los gastos ocasionados por cada componente estructural; y se basan en la información registrada en los procedimientos M-08, M-14, M-15, M-16 y M-17.

3.4.1.20 Presupuesto anual de mantenimiento: (M-20)

Se basa en los acumulados entre (M-19) y constituye la previsión para el próximo periodo de mantenimiento. Aquí se describen la cantidad y tipos de renglones a solicitar para poder cumplir el objetivo y metas de la función mantenimiento.

Anexo 13: Máquinas existentes en el complejo "Termas de la Virgen"

