



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO PARA LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS PERTENECIENTES
A CASA DE MÁQUINAS II DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA
“ANTONIO JOSÉ DE SÚCRE”**

ASESORES:

**TUTOR ACADÉMICO:
MSc.Ing Iván Turmero.**

**TUTOR INDUSTRIAL:
Ing. Alejandro Herrera.**

**AUTOR:
Boada Daniel.**

CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE DE 2014

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO
PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS
PERTENECIENTES A CASA DE MÁQUINAS II DE LA
CENTRAL HIDROELÉCTRICA “ANTONIO JOSÉ DE SÚCRE”**

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO PARA LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS PERTENECIENTES
A CASA DE MÁQUINAS II DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA
“ANTONIO JOSÉ DE SÚCRE”**

Trabajo de investigación que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial como requisito académico para aprobar la práctica profesional.

MSc.Ing Iván Turmero

Tutor Académico.

Ing. Alejandro Herrera

Tutor Industrial.

CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE DE 2014

DANIEL ENRIQUE BOADA ARREAZA

“Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo para la Planta de Tratamiento de Aguas Negras perteneciente a Casa de Máquinas II de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre”

123 Pág.

Informe de práctica profesional.

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Vice- Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: MSc.Ing Iván Turmero

Tutor Industrial: Ing. Alejandro Herrera.

Capítulos: I. El Problema. II. Generalidades de la empresa. III Marco Teórico. IV. Marco Metodológico. V. Situación Actual. VI Resultados Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía. Apéndices. Anexos.

Ciudad Guayana, Octubre de 2014.

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del jurado evaluador designados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vicerrectorado Puerto Ordaz, para examinar el Informe de Práctica Profesional presentado por el ciudadano: **Daniel Enrique Boada Arreaza** portador de la Cédula de Identidad N° **V-15.065.336**, titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS PERTENECIENTE A CASA DE MÁQUINAS II DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE**”, consideramos que dicho informe cumple con los requisitos exigidos. A tal efecto, lo declaramos **APROBADO**.

En Ciudad Guayana, a los 27 días del mes de octubre de dos mil catorce.

MSc.Ing Iván Turmero

Tutor Académico.

Ing. Alejandro Herrera

Tutor Industrial.

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi ayudador, mi guía y refugio.

A mi Madre por ser mi apoyo incondicional.

A mis hermanos por su ayuda incondicional

A mis hermanos en la fe

A mis amistades y profesores de la UNEXPO

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Gracias Señor Omnipotente por todas las bendiciones que le has dado a mi vida, por la gran familia que cuento y el gran amor que me has otorgado. Tú has obrado en mí de muchas maneras enseñándome a levantarme después de cada caída y aprender que cada fracaso es un peldaño para el éxito. A ti y sobre todas las cosas a ti gracias mi Señor Jesucristo.

A mis Padres Regulo y Delvalle

A ustedes por que sencillamente no hubiera existido sin ustedes. Son mi modelo de vida, mi mayor ejemplo, mis más grandes amigos.

A mis hermanos:

A ustedes por su apoyo incondicional

A mis amigos y hermanos en Cristo

A ustedes por sus consejos y ayuda en momentos difíciles

A mi profesor y tutor académico MSc.Ing Iván Turmero

Gracias comando por tu apoyo y conocimientos cuando siempre los he necesitado, también eres ejemplo de vida.

A mi tutor industrial Ing. Alejandro Herrera

Por prestarme su valiosa orientación en la realización de este trabajo

Al personal de Ingeniera de mantenimiento

Por brindarme su valiosa colaboración en la elaboración de este trabajo

A todos gracias!!!

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS PERTENECIENTE A CASA DE MÁQUINAS II
DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE.**

Autor: Boada Arreaza Daniel Enrique.
Tutor Académico: MSc.Ing Iván Turmero
Tutor Industrial: Ing. Alejandro Herrera

RESUMEN

El presente trabajo consistió en la elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo asociado a la Planta de Tratamiento de Aguas Negras perteneciente a la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre” CORPOELEC, S.A; este estudio fue realizado basado en una investigación del tipo proyecto factible, con un diseño de campo no experimental. La recolección de la información se realizó empleando técnicas como la observación directa y entrevistas no estructuradas; con estos datos se identificó la situación actual del mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras con la finalidad de proponer un Plan de mejoras, que a través de la utilización indicadores de Gestión, permita optimizar las distintas etapas involucradas en el mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

PALABRAS CLAVE: Procedimiento, Aguas Negras, Sistema de Gestión, Mantenimiento.

CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE DE 2014

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULOS.....	PÁGINA
ACTA DE APROBACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGARADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA.....	3
Antecedentes del problema.....	4
Justificación.....	4
Limitaciones.....	4
Objetivo General.....	5
Objetivos específicos.....	5
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	
Identificación de la empresa.....	6
Historia de CORPOELEC, SA.....	6
Misión.....	8
Visión.....	8
Valores Corporativos.....	9
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	11

Antecedentes.....	11
Bases Teóricas.....	12
Mantenimiento predictivo.....	12
Metodología de las inspecciones.....	12
Técnicas aplicadas al mantenimiento predictivo.....	13
Mantenimiento Preventivo.....	19
Indicadores de Gestión.....	21
Criterios para establecer indicadores de gestión.....	21
Ventajas de registrar los indicadores de gestión.....	22
Metodología para definir indicadores.....	23
Análisis FODA Y FLOR.....	32
Matriz TOWS.....	33
CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO.....	34
Tipo de estudio.....	35
Diseño de la investigación.....	36
Población y muestra.....	36
Técnicas e instrumentos para la recolección de Datos.....	36
Metodología para definir indicadores.....	37
Procedimiento metodológico.....	38
CAPÍTULO V. SITUACIÓN ACTUAL.....	40
Diagnóstico de la situación Actual.....	40
Etapas en el mantenimiento de la Planta de Aguas Negras.....	46
Análisis FODA a las etapas del mantenimiento de la PTAN.....	55
CAPÍTULO VI. SITUACIÓN PROPUESTA.....	57
Análisis de la situación Propuesta	57

Definición de indicadores para las etapas del mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.....	57
Identificación de Procesos del Mantenimiento de la PTAN.....	58
Identificación de Actividades Críticas a ser Medidas.....	62
Establecimiento de Objetivos y Metas del Desempeño.....	70
Establecimiento de Mediciones del Desempeño.....	71
Asignación de Responsables.....	75
Establecimiento de un Plan de Mantenimiento.....	78
CONCLUSIONES.....	86
RECOMENDACIONES.....	88
BIBLIOGRAFÍA.....	90
APÉNDICE.....	92
ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINA
Fig.2.1 Mapa de regionalización de CORPOELEC, S.A.....	8
Fig.4.1 Metodología para Definir Indicadores.....	24
Fig.3.2 Matriz TOWS.....	34
Fig.5.1 Diagrama causa efecto del retraso en el Mantenimiento de la PTAN	
Fig.5.2 Informe de mantenimiento de la PTAN.....	41
Fig.5.3 Programación semestral del mantenimiento de la PTAN.....	44
Fig.5.4 Informe del control de ejecución de la PTAN.....	50
Fig.5.6 Matriz FODA de la Etapa de Planificación para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.....	53
Fig.5.6 Matriz FODA de la Etapa de Programación para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.....	54
Fig.5.7 Matriz FODA de la Etapa de Ejecución para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.....	55
Fig.5.8 Matriz FODA de la Etapa de Control para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.....	56
Fig.6.1 Procesos Identificados para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.....	58
Fig.6.2 Diagrama de programa de inspección.....	78
Fig.6.3 Actividades generales de Mantenimiento Mecánico.....	79
Fig.6.4 Actividades generales de Mantenimiento Eléctrico.....	80
Fig.6.4 Actividades generales de Planta Física.....	81
Fig.6.2 Flujo de aire del soplador.....	82
Fig.6.4 <i>Lubricación de engranajes del soplador</i>	83
Fig.6.5 Partes externas del motor.....	84
Fig.6.6 Sistema de acople del motor y soplador.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

FIGURAS	PÁGINA
Tabla 5.1 Actividades realizadas por Departamento de Planta Física a la PTAN.....	45
Tabla 5.2 Actividades realizadas por el Departamento de Mecánica a la PTAN.....	46
Tabla 5.3 Actividades realizadas por el Departamento de Electricidad a la PTAN.....	47
Tabla 6.1 Identificación de actividades de la Etapa de Planificación del Mantenimiento de la PTAN.....	56
Tabla 6.2 Identificación de actividades de la Etapa de Programación del Mantenimiento de la PTAN.....	57
Tabla 6.3 Identificación de actividades de la Etapa de Control del Mantenimiento de la PTAN.....	58
Tabla 6.4 Identificación de actividades de la Etapa de Control del Mantenimiento de la PTAN.....	59
Tabla 6.5 Resultados de la Encuesta para la Etapa de Planificación del Mantenimiento de la PTAN.....	60
Tabla Nº 6.6 Resultados de la Encuesta para la Etapa de Programación del Mantenimiento de la PTAN.....	61
Tabla Nº 6.7 Resultados de la Encuesta para la Etapa de ejecución del Mantenimiento de la PTAN.....	63
Tabla 6.8. Resultados de la Encuesta para la Etapa de Programación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.....	65
Tabla 6.9 Objetivo y Meta de Desempeño del Indicador propuesto en la Etapa de Planificación del Mantenimiento de la PTAN.....	66
Tabla 6.10 Objetivo y Meta de Desempeño del Indicador propuesto en la Etapa de Planificación del Mantenimiento de la PTAN.....	66

Tabla 6.11 Objetivo y Meta de Desempeño del Indicador propuesto en la Etapa de Ejecución del Mantenimiento de la PTAN.....	67
Tabla 6.12 Objetivo y Meta de Desempeño del Indicador propuesto en la Etapa de Ejecución del Mantenimiento de la PTAN.....	67
Tabla 6.13 Mediciones del Desempeño del Indicador de Cumplimiento de la Planificación del Mantenimiento de la PTAN.....	68
Tabla 6.14 Mediciones del Desempeño del Indicador de Oportunidad de entrega de programación de mantenimiento de la PTAN.....	69
Tabla 6.15 Mediciones del Desempeño del Indicador de eficacia de ejecución de programación de mantenimiento de la PTAN.....	70
Tabla 5.16 Mediciones del Desempeño del Indicador de Oportunidad en la Implementación de Acciones Preventivas y predictivas sobre la gestión del Mantenimiento de la PTAN.....	71
Tabla 6.17 Responsables del Indicador Propuesto en la Etapa de Planificación del Mantenimiento de la. PTAN.....	72
Tabla 6.18 Responsables del Indicador Propuesto en la Etapa de Programación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.....	72
Tabla 6.19 Responsables del Indicador Propuesto en la Etapa de ejecución del Mantenimiento de la PTAN.....	73
Tabla 6.20 Responsables del Indicador Propuesto en la Etapa de Control del Mantenimiento de la PTAN.....	73

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA	PÁGINA
Grafica 6.1 Representación Gráfica de los resultados de la encuesta en la Etapa de Planificación.....	60
Grafica 6.2 Representación Gráfica de los resultados de la encuesta en la Etapa de Programación.....	62
Grafica 6.3 Representación Gráfica de los resultados de la encuesta en la Etapa de Ejecución.....	64
Grafica 6.4 Representación Gráfica de los resultados de la encuesta en la Etapa de Control.....	65

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento preventivo y predictivo de cualquier planta industrial es necesario para mantener en condiciones óptimas de operación cada uno de los equipos con el fin de evitar retrasos en la producción y minimizar costos de avería y reparación de los mismos; de esta misma manera la operatividad de una Planta de Tratamiento de Aguas Negras es de vital importancia así como su mantenimiento para impedir que este tipo de aguas se introduzca a las fuentes como ríos, lagos, manantiales y evitar de esta forma la contaminación ambiental .

En este sentido, en la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC), específicamente en la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre” en Casa de Máquinas II consciente en su compromiso de mantener el medio ambiente y el estado ecológico, a través del control de las aguas residuales de esta Casa de Máquinas, se encuentra en la necesidad de documentar un plan de mantenimiento preventivo y predictivo que permita mantener en condiciones operativas todos los equipos de la Planta de Aguas Negras.

Este programa de mantenimiento se desarrollará mediante la participación de los Departamentos de Operaciones, Mantenimiento Mecánico, Eléctrico, Servicios Generales e Ingeniería de Mantenimiento, adscritos a Casa de Maquinas II ubicados en la central hidroeléctrica “Antonio José de Sucre”.

Estos departamentos aportan información mediante entrevistas no estructuradas, para identificar la situación actual de la planta, con el propósito de proponer el programa de mantenimiento a cumplir, con el fin de implementar mejoras, igualmente dar a conocer un indicador para evaluar la gestión del mantenimiento preventivo y predictivo a la Planta de Aguas Negras ubicada en dicha Casa de Máquinas.

De acuerdo con la finalidad del estudio, la investigación está estructurada de la

siguiente manera:

Capítulo I. El Problema: Donde se explica la situación actual existente, se formulan los objetivos, se delimita y justifica la investigación. **Capítulo II. Generalidades de la empresa.** Presenta una breve descripción de la empresa, misión, visión, valores, ubicación geográfica y las funciones donde se desarrolla la investigación. **Capítulo III. Marco Teórico:** Contiene los antecedentes de las investigaciones así como también aspectos teóricos utilizados como herramienta y sustento del estudio realizado. **Capítulo IV. Marco Metodológico:** En este capítulo se describen el tipo y diseño de la investigación así como las técnicas e instrumentos utilizados.

Finalmente se presento el cuadro de actividades donde se visualizó las acciones a seguir para desarrollar la investigación

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En este capítulo se describe la situación existente en la Planta de tratamientos de Aguas Negras perteneciente a Casa de Máquinas II de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre”.

1.1. Antecedentes del problema

La Corporación Eléctrica Nacional, S.A. (CORPOELEC), se encarga de garantizar y proveer Energía Eléctrica, por medio de tres Procesos Medulares, los cuales son: Generación, Transmisión, Distribución/Comercialización. En el proceso de Generación están involucradas un significativo número de infraestructuras, localizadas en su mayoría, en la región de Guayana, donde funcionan los complejos hidroeléctricos más grandes del país, entre ellos se encuentra la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre -Macagua” la cual produce un voltaje de generación de 400KV.

En la Planta de Negras de Casa de Máquinas II de la Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre se viene presentando inconvenientes en la ejecución del mantenimiento debido a que existen retrasos para ejecutar las operaciones que cada uno de los Departamentos responsables debe aplicar, esta situación puede deberse a muchos factores, entre los cuales se pueden mencionar :

- a) Mano de obra, la cual podría ser insuficiente para ejecutar el mantenimiento, poca capacitación o bajo interés por las actividades asociadas a la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.
- b) Material, otro factor a considerar como causa del problema es que el personal no este dotado de los materiales y equipos de protección personal para realizar las labores de mantenimiento ò el formulario de trabajo este desactualizado.
- c) Métodos, este es un posible motivo en el retraso de la ejecución de las actividades asociadas a la Planta que tal vez implique la ausencia de un

procedimiento o no hayan indicadores, controles o una correcta gestión para el mantenimiento. La situación antes descrita esta ocasionando retrasos y fallas en los equipos de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras haciendo que las aguas no tratadas lleguen al río produciendo la contaminación del mismo causando daños en el equilibrio ecológico.

La importancia de Diseñar un Plan para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, radica en la necesidad existente en la Gerencia de Operaciones de Planta Macagua II en hacer cumplir las políticas de la empresa para mantener el medio ambiente y los recursos naturales, ya que si esta Planta no esta en condiciones óptimas las aguas negras caerían al río causando la contaminación del mismo sabiendo que de esta fuente de agua dulce se toma para el consumo de la ciudad y poblaciones cercanas a la represa también tienen actividades pesqueras aguas abajo del embalse, considerando esta situación tan delicada es necesario restablecer estrategias e indicadores que permitan medir el desempeño y optimizar de manera eficiente cada una de las actividades que conforman la realización del Mantenimiento de la Planta de Aguas Negras, con la finalidad de brindar a la Gerencia una oportunidad de mejora en la ejecución de sus actividades.

Las limitaciones para realizar el Plan de Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, radican en la poca información de las unidades responsables de llevar a cabo el mantenimiento y la disponibilidad de los supervisores para validar la información obtenida.

El estudio estará dirigido a desarrollar estrategias que permitan poner en marcha las actividades pertenecientes a cada una de las etapas, Planificar, Programar y Procurar, Ejecutar y Controlar, llevadas a cabo para la ejecución del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

1.2 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un Plan de mantenimiento preventivo y predictivo para la Planta de Tratamiento de Aguas Negras perteneciente a Casa de Máquinas II de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre”.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Diagnosticar la situación actual del Mantenimiento de la planta de Aguas Negras perteneciente a Casa de Máquinas II de la Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre.
- 2.- Identificar las etapas y actividades involucradas en el Mantenimiento de la Planta de Aguas Negras.
- 3.- Analizar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la Gestión actual del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.
- 5.- Definir indicadores de Gestión del Mantenimiento de la Planta de Aguas Negras
- 6.- Normalizar indicadores que justifiquen la evaluación del desempeño y seguimiento de las actividades Planificar, Programar y Procurar, Ejecutar y Controlar del Mantenimiento del la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.
- 7.- Proponer oportunidades de mejora a través de un Programa que logre integrar los distintos departamentos que permita optimizar el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

A continuación se presenta una breve descripción de la empresa, la cual contiene la identificación, historia, ubicación geográfica, misión, visión, valores corporativos, la estructura jerárquica del proceso de Transmisión, así como también el objetivo y funciones del área donde se realiza la investigación.

2.1. Aspectos generales de la empresa

CORPOELEC, Empresa Eléctrica Socialista, adscrita al Ministerio del Poder Popular de Energía Eléctrica, es una institución que nace con la visión de reorganizar y unificar el sector eléctrico venezolano a fin de garantizar la prestación de un servicio eléctrico confiable, incluyente y con sentido social.

CORPOELEC, se encarga de realizar tres procesos sustantivos:

- **Generación**
- **Transmisión**
- **Distribución/Comercialización**

2.1.1. Historia de CORPOELEC, S.A.

CORPOELEC se crea, mediante decreto presidencial N° 5.330, en julio de 2007, cuando el Presidente de la República, Hugo Rafael Chávez Frías, establece la reorganización del sector eléctrico nacional con el fin de mejorar el servicio en todo el país. En el Artículo 2º del documento se define a CORPOELEC como una empresa operadora estatal encargada de la realización de las actividades de Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de potencia y energía eléctrica. Desde que

se publicó el decreto de creación de CORPOELEC, todas las empresas del sector: EDELCA, La EDC, ENELVEN, ENELCO, ENELBAR, CADAPE, GENEVAPCA, ELEBOL, ELEVALL, SENECA, ENAGEN, CALEY, CALIFE Y TURBOVEN, trabajan en sinergia para atender el servicio y avanzar en el proceso de integración para garantizar y facilitar la transición armoniosa con el sector. Ante la creciente demanda y las exigencias del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), el Ejecutivo Nacional crea al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica MPPEE, el 21 de octubre de 2009. En el decreto 5.330 el ente rector de la política eléctrica era el Ministerio del Poder Popular para la Energía y el Petróleo, MENPET. Ahora CORPOELEC está bajo la tutela del Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, MPPEE. El 12 de julio del 2010, en la Gaceta Oficial 39.463, se aprueban las modificaciones a este decreto que enfatiza la necesidad de dar un mayor impulso a la fusión de las filiales de CORPOELEC en una persona jurídica única. Allí se establece el 30 de diciembre de 2011 como la fecha tope para la integración definitiva.

2.1.2. Ubicación geográfica

CORPOELEC, S.A, se encuentra ubicada a lo largo del territorio nacional, debido a la unión de todas las filiales eléctricas que se disponen a lo largo y ancho del país, lo cual facilita el cumplimiento de sus procesos: Generación, Transmisión, Distribución/Comercialización

Ante la creciente demanda y las exigencias del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), el Ejecutivo Nacional crea al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica MPPEE, el 21 de octubre de 2009. En el decreto 5.330 el ente rector de la política eléctrica era el Ministerio del Poder Popular para la Energía y el Petróleo, MENPET. Ahora CORPOELEC está bajo la tutela del Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, MPPEE. El 12 de julio del 2010, en la Gaceta Oficial 39.463, se aprueban las modificaciones a este decreto que enfatiza la necesidad de dar un mayor impulso a la fusión de las filiales de CORPOELEC en una persona jurídica única. Allí se establece el 30 de diciembre de 2011 como la fecha tope para la integración definitiva.



Fig. 2.1 Mapa de regionalización de CORPOELEC, S.A

Fuente. Portal de CORPOELEC.

2.1.3 Misión

Desarrollar, proporcionar y garantizar un servicio eléctrico de calidad, eficiente, confiable, con sentido social y sostenibilidad en todo el territorio nacional, a través de la utilización de tecnología de vanguardia en la ejecución de los procesos de generación, transmisión, distribución y comercialización del sistema eléctrico nacional, integrando a la comunidad organizada, proveedores y trabajadores calificados, motivados y comprometidos con valores éticos socialistas, para contribuir con el desarrollo político, social y económico del país.

2.1.4. Visión

Ser una Corporación con ética y carácter socialista, modelo en la prestación de servicio público, garante del suministro de energía eléctrica con eficiencia, confiabilidad y sostenibilidad financiera. Con un talento humano capacitado, que promueve la

participación de las comunidades organizadas en la gestión de la Corporación, en concordancia con las políticas del Estado para apalancar el desarrollo y el progreso del país, asegurando con ello calidad de vida para todo el pueblo venezolano.

2.1.5. Valores Corporativos

- Ética Socialista
- Responsabilidad
- Autocrítica
- Respeto
- Honestidad
- Eficiencia
- Compromiso

2.2. Descripción del área de pasantía

2.2.1. División Planta Macagua

Esta división es una unidad de línea que se define como área operativa, su estructura interna orientada a la operación y al mantenimiento correctivo y preventivo de todas las áreas y partes que conforman las Casas de Maquinas, patios de distribución, aliviaderos y presas de la central, contribuyendo de esta manera con la producción de energía en forma confiable y en condiciones de eficiencia y rentabilidad.

2.2.2. Unidad de Operaciones Macagua.

La unidad de operaciones Macagua tiene como misión gestionar la operación de los equipos, sistemas e instalaciones de producción asociadas a la central Hidroeléctrica Macagua, coordinando con la división de operaciones las acciones necesarias para garantizar un suministro seguro y confiable, en concordancia con los parámetros de calidad de los servicios establecidos por la empresa.

Entre las principales funciones de la unidad de operaciones se tiene:

- ✓ Supervisar y controlar las condiciones de operación de la central hidroeléctrica Macagua.
- ✓ Planificar la operación de la central.
- ✓ Planificar y coordinar la permisología de trabajos para la intervención de los equipos de la central.
- ✓ Mantener el control estadístico de los reportes de anomalías y permisos de trabajo.
- ✓ Ejecutar las acciones de recepción de equipos nuevos e instalaciones.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se plantean los antecedentes de trabajos similares relacionados con la investigación y las bases teóricas que sustentan la ejecución del estudio.

3.1. Antecedentes

Para el desarrollo de la investigación fue necesario la revisión de trabajos previos, relacionados con la situación objeto planteada, entre estos se tiene: CABELLO (2004), Realizó una investigación con el propósito de elaborar las rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos auxiliares eléctricos de la central hidroeléctrica 23 DE Enero “MACAGUA” C.V.G EDELCA. La investigación realizada fue de tipo no experimental, aplicada, documental, descriptiva y de campo .para esto se realizó un estudio de la filosofía de funcionamiento de cada uno de los equipos auxiliares eléctricos, se recolecto información sobre diagramas unifilares, característicos de placa de los equipos, manuales de operación y mantenimiento. Se estableció como objetivo general elaborar las rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos auxiliares eléctricos del complejo hidroeléctrico 23 de Enero “ Macagua “ CVG EDELCA, los resultados obtenidos en relación a las características de los equipos fueron introducidos a una herramienta computacional en la cual se podía localizar con facilidad la ubicación física del equipo para un mejor control de estos, además sirvió como base para la implementación del proyecto GEMA (Sistema de Gestión de Mantenimiento) en Planta Macagua, usando la plataforma SAP PLM 300 modulo de mantenimiento.

Por otro lado Barcelo (2013), realizó un trabajo con la finalidad de elaborar una propuesta de plan de mantenimiento preventivo y predictivo para motores de los equipos eléctricos auxiliares de Casa de Maquinas II de la central hidroeléctrica Macagua. Para ello fue necesaria la revisión documental de manuales de fabricante, estándares de NEMA, de la IEEE y de la ISO, Además de la realización de mediciones

que permitan elaborar un análisis del estado actual de los motores. Como resultado a estos análisis, se estableció una serie de procedimientos adecuados al estado de los motores y que cumplen con la necesidad de incluir a los futuros programas de mantenimiento la medición de temperatura y vibraciones.

Los trabajos anteriores al ser del área de mantenimiento son un punto de apoyo para la investigación que se desarrollará en este trabajo ya que contienen conceptos, teorías que serán útiles para el análisis y presentación de resultados.

3.1.2 Bases teóricas

A continuación se presentan los principales conceptos y teorías necesarias para el desarrollo de la siguiente investigación:

3.2. Mantenimiento Predictivo

El **mantenimiento predictivo** que está basado en la determinación del estado de la máquina en operación. El concepto se basa en que las máquinas darán un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones. Se trata de realizar ensayos no destructivos, como pueden ser análisis de aceite, análisis de desgaste de partículas, medida de vibraciones, medición de temperaturas, termografías.

El mantenimiento predictivo permite que se tomen decisiones antes de que ocurra el fallo: cambiar o reparar la máquina en una parada cercana, detectar cambios anormales en las condiciones del equipo y subsanarlos, etc.

3.2.1. Metodología de las Inspecciones.

Una vez determinada la factibilidad y conveniencia de realizar un mantenimiento predictivo a una máquina o unidad, el paso siguiente es determinar la o las variables físicas a controlar que sean indicativas de la condición de la máquina. El objetivo de esta parte es revisar en forma detallada las técnicas comúnmente usadas en el monitoreo según condición, de manera que sirvan de guía para su selección general. La finalidad del monitoreo es obtener una indicación de la condición (mecánica) o estado

de salud de la máquina, de manera que pueda ser operada y mantenida con seguridad y economía.

3.2.1.1. Por monitoreo, se entendió en sus inicios, como la medición de una variable física que se considera representativa de la condición de la máquina y su comparación con valores que indican si la máquina está en buen estado o deteriorada. Con la actual automatización de estas técnicas, se ha extendido la acepción de la palabra monitoreo también a la adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos. De acuerdo a los objetivos que se pretende alcanzar con el monitoreo de la condición de una máquina debe distinguirse entre vigilancia, protección, diagnóstico y pronóstico.

3.2.1.2. Vigilancia de máquinas. Su objetivo es indicar cuándo existe un problema. Debe distinguir entre condición buena y mala, y si es mala indicar cuán mala es.

3.2.1.3. Protección de máquinas. Su objetivo es evitar fallas catastróficas. Una máquina está protegida, si cuando los valores que indican su condición llegan a valores considerados peligrosos, la máquina se detiene automáticamente.

3.2.1.4 Diagnóstico de fallas. Su objetivo es definir cuál es el problema específico. Pronóstico de vida la esperanza a. Su objetivo es estimar cuánto tiempo más Podría funcionar la máquina sin riesgo de una falla catastrófica.

En el último tiempo se ha dado la tendencia a aplicar mantenimiento predictivo o sintomático, sea, esto mediante vibroanálisis, análisis de aceite usado, control de desgastes, etc.

3.3. TÉCNICAS APLICADAS AL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Existen varias técnicas aplicadas para el mantenimiento preventivo entre las cuales tenemos las siguientes:

3.3.1. Análisis de vibraciones.

El interés de de las Vibraciones Mecánicas llega al Mantenimiento Industrial de la mano del Mantenimiento Preventivo y Predictivo, con el interés de alerta que significa un elemento vibrante en una Máquina, y la necesaria prevención de las fallas que traen las vibraciones a medio plazo. El interés principal para el mantenimiento deberá ser la identificación de las amplitudes predominantes de las vibraciones detectadas en el elemento o máquina, la determinación de las causas de la vibración, y la corrección del problema que ellas representan. Las consecuencias de las vibraciones mecánicas son el aumento de los esfuerzos y las tensiones, pérdidas de energía, desgaste de materiales, y las más temidas: daños por fatiga de los materiales, además de ruidos molestos en el ambiente laboral.

3.3.2. Análisis de lubricantes.

Estos se ejecutan dependiendo de la necesidad, según:

3.3.2.1 Análisis Iniciales: se realizan a productos de aquellos equipos que presenten dudas provenientes de los resultados del Estudio de Lubricación y permiten correcciones en la selección del producto, motivadas a cambios en condiciones de operación

3.3.2.2. Análisis Rutinarios: aplican para equipos considerados como críticos o de gran capacidad, en los cuales se define una frecuencia de muestreo, siendo el objetivo principal de los análisis la determinación del estado del aceite, nivel de desgaste y contaminación entre otros

3.3.2.3. Análisis de Emergencia: se efectúan para detectar cualquier anomalía en el equipo y/o Lubricante, según:

- Contaminación con agua
- Sólidos (filtros y sellos defectuosos).
- Uso de un producto inadecuado

Equipos

- Bombas de extracción
- Envases para muestras
- Etiquetas de identificación
- Formatos

3.3.2.4 Análisis por ultrasonido.

Este método estudia las ondas de sonido de baja frecuencia producidas por los equipos que no son perceptibles por el oído humano.

Ultrasonido pasivo: Es producido por mecanismos rotantes, fugas de fluido, pérdidas de vacío, y arcos eléctricos. Pudiéndose detectarlo mediante la tecnología apropiada.

El Ultrasonido permite:

- Detección de fricción en máquinas rotativas.
- Detección de fallas y/o fugas en válvulas.
- Detección de fugas de fluidos.
- Pérdidas de vacío.
- Detección de "arco eléctrico".
- Verificación de la integridad de juntas de recintos estancos.

Se denomina Ultrasonido Pasivo a la tecnología que permite captar el ultrasonido producido por diversas fuentes.

El sonido cuya frecuencia está por encima del rango de captación del oído humano (20- a-20.000 Hertz) se considera ultrasonido. Casi todas las fricciones mecánicas, arcos

eléctricos y fugas de presión o vacío producen ultrasonido en un rango aproximado a los 40 Khz Frecuencia con características muy aprovechables en el Mantenimiento Predictivo, puesto que las ondas sonoras son de corta longitud atenuándose rápidamente sin producir rebotes. Por esta razón, el ruido ambiental por más intenso que sea, no interfiere en la detección del ultrasonido. Además, la alta direccionalidad del ultrasonido en 40 Khz. permite con rapidez y precisión la ubicación de la falla. La aplicación del análisis por ultrasonido se hace indispensable especialmente en la detección de fallas existentes en equipos rotantes que giran a velocidades inferiores a las 300 RPM, donde la técnica de medición de vibraciones se transforma en un procedimiento ineficiente.

3.3.4. Termografía.

La Termografía Infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión. Los ojos humanos no son sensibles a la radiación infrarroja emitida por un objeto, pero las cámaras termográficas, o de termovisión, son capaces de medir la energía con sensores infrarrojos, capacitados para "ver" en estas longitudes de onda. Esto nos permite medir la energía radiante emitida por objetos y, por consiguiente, determinar la temperatura de la superficie a distancia, en tiempo real y sin contacto.

La gran mayoría de los problemas y averías en el entorno industrial - ya sea de tipo mecánico, eléctrico y de fabricación - están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de temperatura con sistema de Termovisión por Infrarrojos. Con la implementación de programas de inspecciones termográficas en instalaciones, maquinaria, cuadros eléctricos, etc. es posible minimizar el riesgo de una falla de equipos y sus consecuencias, a la vez que también ofrece una herramienta para el control de calidad de las reparaciones efectuadas. El análisis mediante Termografía infrarroja debe complementarse con otras técnicas y sistemas de ensayo conocidos, como pueden ser el análisis de aceites lubricantes, el análisis de

vibraciones, los ultrasonidos pasivos y el análisis predictivo en motores eléctricos. Pueden añadirse los ensayos no destructivos clásicos: ensayos, radiográfico, el ultrasonido activo, partículas magnéticas, etc.

El análisis mediante Cámaras Termográficas Infrarrojas, está recomendado para:

- Instalaciones y líneas eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Cuadros, conexiones, bornes, transformadores, fusibles y empalmes eléctricos.
- Motores eléctricos, generadores, bobinados, etc.
- Reductores, frenos, rodamientos, acoplamientos y embragues mecánicos.
- Hornos, calderas e intercambiadores de calor.
- Instalaciones de climatización.
- Líneas de producción, corte, prensado, forja, tratamientos térmicos.

3.3.5. Análisis por árbol de fallas.

El Análisis por Árboles de Fallos (AAF), es una técnica deductiva que se centra en un suceso accidental particular (accidente) y proporciona un método para determinar las causas que han producido dicho accidente. Nació en la década de los años 60 para la verificación de la fiabilidad de diseño del cohete Minuteman y ha sido ampliamente utilizado en el campo nuclear y químico. El hecho de su gran utilización se basa en que puede proporcionar resultados tanto cualitativos mediante la búsqueda de caminos críticos, como cuantitativos, en términos de probabilidad de fallos de componentes.

Para el tratamiento del problema se utiliza un modelo gráfico que muestra las distintas combinaciones de fallos de componentes y/o errores humanos cuya ocurrencia simultánea es suficiente para desembocar en un suceso accidental.

La técnica consiste en un proceso deductivo basado en las leyes del Álgebra de Boole, que permite determinar la expresión de sucesos complejos estudiados en función de los fallos básicos de los elementos que intervienen en él.

Consiste en descomponer sistemáticamente un suceso complejo (por ejemplo rotura de un depósito de almacenamiento de amoníaco) en sucesos intermedios hasta llegar a sucesos básicos, ligados normalmente a fallos de componentes, errores humanos, errores operativos, etc. Este proceso se realiza enlazando dichos tipos de sucesos mediante lo que se denomina puertas lógicas que representan los operadores del álgebra de sucesos.

Cada uno de estos aspectos se representa gráficamente durante la elaboración del árbol mediante diferentes símbolos que representan los tipos de sucesos, las puertas lógicas y las transferencias o desarrollos posteriores del árbol.

3.3.6. Análisis FMECA.

Otra útil técnica para la eliminación de las características de diseño deficientes es el análisis de los modos y efectos de fallos (FMEA); o análisis de modos de fallos y efectos críticos (FMECA)

La intención es identificar las áreas o ensambles que es más probable que den lugar a fallos del conjunto.

El FMEA define la función como la tarea que realiza un componente --por ejemplo, la función de una válvula es abrir y cerrar-- y los modos de fallo son las formas en las que el componente puede fallar. La válvula fallará en la apertura si se rompe su resorte, pero también puede tropezar en su guía o mantenerse en posición de abierta por la leva debido a una rotura en la correa de árbol de levas.

La técnica consiste en evaluar tres aspectos del sistema y su operación:

- Condiciones anticipadas de operación, y el fallo más probable.
- Efecto de fallo en el rendimiento.
- Severidad del fallo en el mecanismo.

La probabilidad de fallos se evalúa generalmente en una escala de 1 a 10, con la criticidad aumentando con el valor del número. Esta técnica es útil para evaluar soluciones alternativas a un problema pero no es fácil de usar con precisión en nuevos diseños. El FMEA es útil para evaluar si hay en un ensamble un número innecesario de componentes puesto que la interacción de un ensamble con otro multiplicará los efectos de un fallo. Es igualmente útil para analizar el producto y el equipo que se utiliza para producirlo.

El FMEA, ayuda en la identificación de los modos de fallo que es probable que causen problemas de uso del producto. Ayuda también a eliminar debilidades o complicaciones excesivas del diseño, y a identificar los componentes que pueden fallar con mayor probabilidad.

3.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En las operaciones de mantenimiento, el **mantenimiento preventivo** es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

Algunos de los métodos más habituales para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.

En Mantenimiento Preventivo se realizan reparaciones y cambios de elementos en el momento que se ha cumplido un período de tiempo prefijado. Esto se hace así con el fin de disminuir la posibilidad de producirse una avería.

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo requiere de los siguientes pasos:

- 1.- Sistema de órdenes de trabajo
- 2.- Levantamiento de inventario de equipos
- 3.- Elaboración de procedimientos de trabajo
- 4.- Historiales de equipos
- 5.- Control de materiales y refacciones
- 6.- Elaboración de programación de actividades

3.4.1. El mantenimiento preventivo se puede realizar según distintos criterios:

3.4.1.1 El **mantenimiento programado**, donde las revisiones se realizan por tiempo, kilometraje, horas de funcionamiento, etc. Así si ponemos por ejemplo un automóvil, y determinamos un mantenimiento programado, la presión de las ruedas se revisa cada quince días, el aceite del motor se cambia cada 10.000 km, y la cadena de distribución cada 50.000 km.

3.4.1.2. El **mantenimiento predictivo**, trata de determinar el momento en el cual se deben efectuar las reparaciones mediante un seguimiento que determine el período máximo de utilización antes de ser reparado.

3.4.1.3. El **mantenimiento de oportunidad** es el que se realiza aprovechando los períodos de no utilización, evitando de este modo parar los equipos o las instalaciones cuando están en uso. Volviendo al ejemplo de nuestro automóvil, si utilizamos el auto solo unos días a la semana y pretendemos hacer un viaje largo con él, es lógico realizar las revisiones y posibles reparaciones en los días en los que no necesitamos el coche, antes de iniciar el viaje, garantizando de este modo su buen funcionamiento durante el mismo.

3.4.2 Fines del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo constituye una acción, o serie de acciones necesarias, para alargar la vida útil del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos. Tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se evitan reparaciones de emergencia. Un mantenimiento planificado mejora la productividad hasta en 25%, reduce 30% los costos de mantenimiento y alarga la vida útil de la maquinaria y equipo hasta en un 50%. Los programas de mantenimiento preventivo tradicionales, están basados en el hecho de que los equipos e instalaciones funcionan ocho horas laborables al día y cuarenta horas laborables por semana. Si las máquinas y equipos funcionan por más tiempo, los programas se deben modificar adecuadamente para asegurar un mantenimiento apropiado y un equipo duradero. El área de actividad del mantenimiento preventivo es de vital importancia en el ámbito de la ejecución de las operaciones en la industria de cualquier tamaño.

De un buen mantenimiento depende no sólo un funcionamiento eficiente de las instalaciones y las máquinas, sino que además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como el hacer que los equipos tengan periodos de vida útil duraderos, sin excederse en lo presupuestado para el mantenimiento.

Las estrategias convencionales de "reparar cuando se produzca la avería" ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora si se quiere ser productivo se tiene que ser consciente de que esperar a que se produzca la avería es incurrir en unos costos excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, tiempos muertos y pérdida de ganancias).

3.5. INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para determinar el éxito de un proyecto o una organización. Los indicadores de gestión suelen establecerse por los

líderes del proyecto u organización, y son posteriormente utilizados continuamente a lo largo del ciclo de vida, para evaluar el desempeño y los resultados.

3.5.1. CRITERIOS PARA ESTABLECER INDICADORES DE GESTIÓN

Para que un indicador de gestión sea útil y efectivo, tiene que cumplir con una serie de características, entre las que destacan: Relevante (que tenga que ver con los objetivos estratégicos de la organización), Claramente Definido (que asegure su correcta recopilación y justa comparación), Fácil de Comprender y Usar, Comparable (se pueda comparar sus valores entre organizaciones, y en la misma organización a lo largo del tiempo), Verificable y Costo-Efectivo (que no haya que incurrir en costos excesivos para obtenerlo).

3.5.2. VENTAJAS DE REGISTRAR LOS INDICADORES DE GESTIÓN

1.- Para el Equipo de Trabajo

- ⊕ Motivar a los miembros del equipo para alcanzar metas retadoras y generar un proceso de mejoramiento continuo que haga que su proceso sea líder.
- ⊕ Estimar y promover el trabajo en equipo.
- ⊕ Contribuir al desarrollo y crecimiento tanto personal como del equipo dentro de la organización.
- ⊕ Generar un proceso de innovación y enriquecimiento del trabajo diario.

2.- Para el Negocio y Actividades

- ⊕ Impulsar la eficiencia, eficacia y productividad de las actividades de cada uno de los negocios.
- ⊕ Disponer de una herramienta de información sobre la gestión del negocio, para determinar que también se están logrando los objetivos propuestos.

- ⊕ Identificar oportunidades de mejoramiento en actividades que por su comportamiento requisen reforzar o reorientar esfuerzos.
- ⊕ Identificar fortalezas en las diversas actividades, que pueden ser utilizadas para reforzar comportamientos positivos.
- ⊕ Contar con información que permita priorizar actividades basados en la necesidad de cumplimiento de objetivos a corto, mediano y largo plazo.

3.- Para la Organización

- ⊕ Disponer de información corporativa, que permita contar con parámetros para establecer prioridades de acuerdo con los factores críticos de éxito y las necesidades y expectativas de los clientes de la organización.
- ⊕ Establecer una gerencia basada en datos y hechos.
- ⊕ Evaluar y visualizar periódicamente el comportamiento de las actividades claves de la organización y la gestión general de la empresa con respecto al cumplimiento de su misión y objetivos.
- ⊕ Reorientar políticas y estrategias, con respecto a la gestión de la organización.

3.5.3. METODOLOGIA PARA DEFINIR INDICADORES

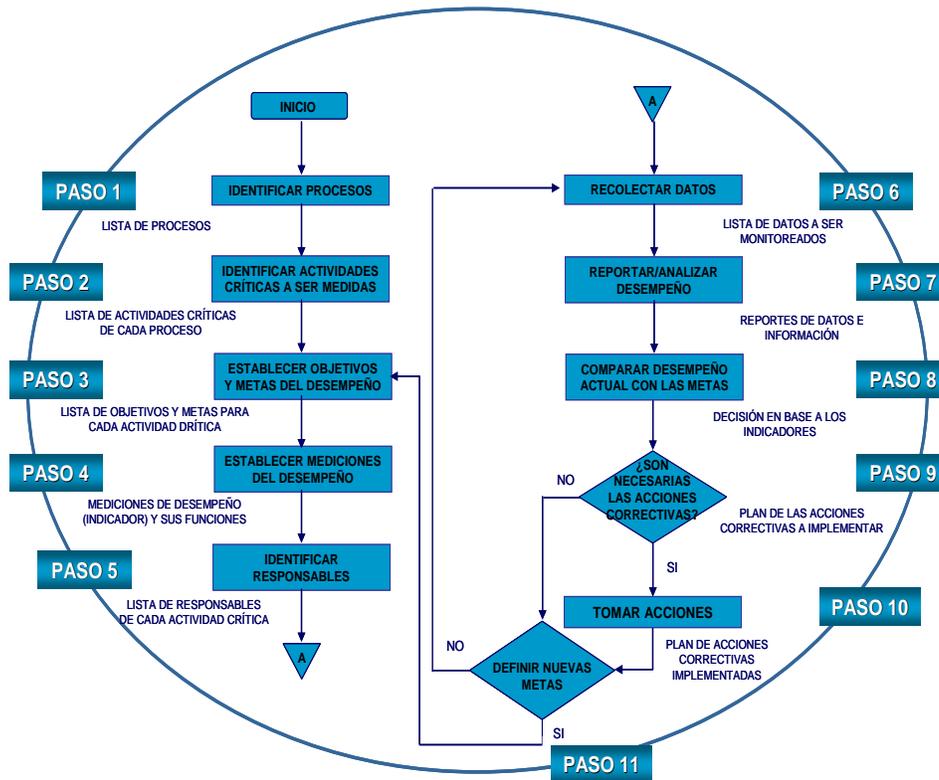


Fig. 3.1. Metodología para Definir Indicadores

Fuente: *Cómo medir el Rendimiento, Manual de Técnicas y Herramientas.*

3.5.3.1. PASO 1: IDENTIFICAR PROCESOS

En el proceso de identificación, la comprensión de lo que se quiere medir es de importancia crítica. Generalmente, hay muchos procesos y funciones, cada uno de ellos posiblemente necesiten medidas de la ejecución. Si hay múltiples procesos, examinar el impacto de negocios, y seleccionar aquellos procesos que son más importantes para los clientes (internos y externos) para satisfacer sus necesidades y / o con los procesos

de las áreas problemáticas identificadas por la dirección. Estos se convierten en los principales (o importantes) procesos.

Un proceso tiene que ser manejable en tamaño. Una gran cantidad de esfuerzo puede ser inútil si no comienza con un proceso bien definido. Se debe preguntar lo siguiente:

- A. ¿Qué producto o servicio que producimos?
- B. ¿Quiénes son nuestros clientes (s)?
- C. ¿Qué comprende nuestro proceso?
 - ¿Qué hacemos?
 - ¿Cómo lo hacemos?
 - ¿Qué comienza nuestro proceso?
 - ¿Qué termina nuestro proceso?

Salida: Una lista de procesos.

3.5.3.2. PASO 2: IDENTIFICAR ACTIVIDADES CRÍTICAS A SER MEDIDAS

Es importante elegir sólo la(s) actividad(es) crítica(s) que se desean medir. Controlar o mantener las cosas en curso, no es algo que se hace fácilmente. El Control se aplica a una actividad crítica específica. Al hacer su selección, se debe enfocar en las áreas y procesos claves, más que en las personas. Examine cada una de las actividades en el proceso e identificar a los que son críticos. Críticos de actividades son las que inciden significativamente en el proceso total de la eficiencia, eficacia, calidad, oportunidad, la productividad, o la seguridad. A nivel de gestión, las actividades de gestión de impactos críticos prioridades, los objetivos de la organización, los objetivos y el cliente externo.

Pregunte lo siguiente: ¿se refieren, directa o indirectamente, con el objetivo final de la satisfacción del cliente? Cada actividad debe crítica. Por ejemplo, el tiempo de entrega está directamente relacionado con la satisfacción del cliente. Utilice herramientas de

calidad, como el principio de Pareto, de ideas, o examen de los datos para ayudar a priorizar las actividades críticas.

Confirmar que la actividad es crítica. ¿Todos los interesados de acuerdo en que esta actividad debe ser estrechamente vigilado y actuado sobre si su rendimiento es inferior a la deseable? ¿Es algo que debe ser mejorado continuamente? ¿El beneficio superará el costo de la adopción de la medida? Si la respuesta es "no" a alguna de estas preguntas, usted debería reevaluar la razón por la cual consideramos que es fundamental.

Es en este paso donde se empieza a pensar en lo que se quiere saber o entender acerca de la actividad crítica y/o proceso. Tal vez el paso más fundamental en el establecimiento de cualquier sistema de medición es responder a la pregunta, "¿Qué es lo que quiero saber?" La cuestión clave entonces pasa a ser, "¿Cómo podemos generar información útil?" Aprender a formular las preguntas clave es una habilidad eficaz en la recopilación de datos. Es fundamental ser capaz de indicar con precisión qué es lo que desea saber sobre la actividad que se va a medir. Sin este conocimiento, no hay base para hacer las mediciones.

Salida: Una lista de actividades críticas de cada proceso.

3.5.3.3. PASO 3: ESTABLECER OBJETIVOS Y METAS DEL DESEMPEÑO

Los objetivos y las normas son necesarias, de otra forma no hay ninguna base lógica para elegir qué medir, qué decisiones a hacer, o qué medidas adoptar. Los objetivos pueden ser una gestión directiva o pueden ajustarse en respuesta a las necesidades de los clientes o quejas. Para cada actividad crítica seleccionada para la medición, es necesario establecer un objetivo de rendimiento o calidad. El concepto de establecimiento de objetivos de desempeño y las normas no se limita a los números, cantidades, el presupuesto, las entregas. Tampoco es limitado a "las cosas". El

concepto de normas se extiende a las prácticas comerciales, las rutinas, los métodos y los procedimientos.

Las metas o estándares con buen rendimiento son:

- ⊕ Alcanzables: En caso de que se cumplan con los esfuerzos razonables en las condiciones que se espera que prevalezca.
- ⊕ Económicas: el costo de establecimiento y la administración debe ser bajo en relación con el cubrimiento de la actividad.
- ⊕ Aplicables: En el caso de que se ajusten a las condiciones bajo las cuales se van a utilizar. Si las condiciones varían, debe contener una función de flexibilidad para hacer frente a estas variables.
- ⊕ Coherentes: En caso de que contribuirá a unificar las comunicaciones y las operaciones en todas las funciones de la empresa.
- ⊕ Completas: Debe abarcar todas las actividades interrelacionadas. De lo contrario, las normas se cumplen a expensas de las actividades para las cuales las normas no se han sido establecidas.
- ⊕ Comprensibles: En caso de que se exprese de manera sencilla y clara, a fin de evitar interpretaciones erróneas o vaguedad. Las instrucciones de uso deben ser concretas y completas.
- ⊕ Mensurables: Deberían ser capaces de comunicarse con precisión.
- ⊕ Estables: Deberían tener una vida lo suficientemente larga como para garantizar la previsibilidad y para amortizar el esfuerzo de su preparación.
- ⊕ Adaptables: Deben diseñarse de modo que los elementos se pueden agregar, cambiar, y ponerse al día sin que rehacer toda la estructura.
- ⊕ Legítimas: Deberían ser aprobadas oficialmente.
- ⊕ Equitativas: Deberían ser aceptadas como una buena base para la comparación de las personas que tienen la tarea de alcanzar la meta o estándar.
- ⊕ Enfocadas al Cliente: Deberían abordar las áreas importantes para el cliente (interno y externo), como el tiempo de ciclo, calidad, costo calendario de ejecución, y la satisfacción del cliente.

Salida: Una lista de objetivos y metas para cada actividad crítica.

3.5.3.4. PASO 4: ESTABLECER MEDICIONES DEL DESEMPEÑO

Este paso implica la realización de varias actividades que continuarán construyendo el sistema de medición del rendimiento. Cada medición de la ejecución consiste en una unidad de medida definida (la medida de la ejecución propiamente dicha), un sensor para medir o grabar los datos primarios, y una frecuencia con que se realizan las mediciones.

3.5.3.5. PASO 5: ASIGNAR RESPONSABLES

Para continuar el proceso de medición del desempeño, deben definirse, el trabajador responsable de medir el indicador y el responsable que toma decisiones. (En algunos casos, una persona puede ser responsable de todo el sistema). Es el momento adecuado para determinar quién debe:

- ⊕ Recoger los datos.
- ⊕ Analizar y reportar los resultados reales.
- ⊕ Comparar los resultados reales con las metas o estándar.
- ⊕ Determinar si es necesario adoptar medidas correctivas.
- ⊕ Realizar cambios.

Salida: Una lista de personas de cada actividad crítica.

3.5.3.6. PASO 6: COLECTAR DATOS

La determinación de la conformidad depende de los datos significativos y válidos. Antes de empezar a recopilar una gran cantidad de nuevos datos, siempre es prudente observar los datos que ya se tienen para hacer que se ha extraído toda la información que se pueda de ellos.

Salida: Una lista de datos a ser monitoreados.

3.5.3.7. PASO 7: REPORTAR / ANALIZAR DESEMPEÑO

Una vez que los datos son recogidos y verificados, es el momento para el análisis. En la mayoría de los casos, los datos registrados no son necesariamente los resultados reales en la medición. Las mediciones de rendimiento suelen ser formuladas sobre la base de uno o más datos. Por lo tanto, se tendrán que reunir los datos en una medición del rendimiento.

El siguiente paso en el análisis de datos es decidir cómo va a presentar o mostrar los datos. Por lo general, el grupo de datos se presenta en una forma que hace que sea más fácil sacar conclusiones. Esta agrupación puede adoptar varias formas: la tabulación, gráficos, o comparaciones estadísticas. A veces, la única agrupación de datos será suficiente a los efectos de la toma de decisiones. En casos más complejos, y, especialmente, cuando grandes cantidades de datos deben tratarse, múltiples agrupaciones son esenciales para la creación de una base clara para el análisis.

Tras resumir los datos, se debe desarrollar el informe. Entre las herramientas más utilizadas se encuentran las hojas de cálculo y bases de datos, según proceda, para organizar y clasificar los datos y para mostrar gráficamente las tendencias. Esto mejorará en gran medida la facilidad y calidad de la interpretación. Algunas de las más comunes son presentaciones gráficas histogramas, gráficos de barras, gráficos circulares, diagramas de dispersión, gráficos de control y hacer el informe comparativo de los objetivos. También se puede hacer uso de resúmenes. El objetivo común es el de presentar un único importante total en lugar de muchos subtotaes. A través de este resumen, el lector es capaz de comprender lo suficiente como para juzgar si entrar en detalles o saltar a la siguiente síntesis.

Salida: Reportes de datos e información.

3.5.3.8. PASO 8: COMPARAR DESEMPEÑO CON LAS METAS

Dentro de su espacio de control, los trabajadores responsables comparan los resultados reales con la meta o estándar. Si la diferencia justifica la actuación, el responsable hace un informe de la toma de decisiones.

Una vez que se hace la comparación con la meta o el estándar establecido inicialmente, se tienen varias alternativas disponibles para posibles acciones. Se puede decidir:

- ⊕ Olvidar la meta o estándar, si la diferencia no es significativa.
- ⊕ Fijar la meta o estándar.
- ⊕ Cambiar la meta o estándar.

Salida: Decisión en base a los indicadores.

3.5.3.9 PASO 9: DETERMINAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR ACCIONES CORRECTIVAS

Se puede cambiar el proceso de cambio o la meta. Si la diferencia es grande, es posible que tenga un problema con su proceso y tendrá que hacer las correcciones para que el rendimiento esté de nuevo en consonancia con el objetivo deseado o estándar. Para hacer frente a estos posibles problemas, se puede formar un equipo de mejora de la calidad o hacer una de las causas fundamentales de análisis para evaluar. Considere, también, que el objetivo pudo haber sido poco realista.

Si la diferencia es pequeña, su proceso probablemente esté en buena forma. Sin embargo, usted debería considerar la posibilidad de que vuelva a evaluar sus metas para que sean más difíciles. Además, si lo hace realizar cambios en el proceso, tendrá que reevaluar las metas para asegurar que todavía son viables.

Los objetivos principales de corrección son los siguientes:

1. Para quitar los defectos, en muchos casos se trata de trabajadores controlables.
2. Para eliminar la causa de los defectos. Depende de la causa defecto, este puede ser un trabajador o de gestión controlables.
3. Para alcanzar un nuevo estado de ejecución del proceso.
4. Para mantener o mejorar la eficiencia y eficacia del proceso. Esta es una condición fundamental para el proceso continuo de mejora y, en definitiva, aumentar la competitividad y la rentabilidad de la propia empresa.

Salida: Plan de las acciones correctivas a implementar.

3.5.3.10. PASO 10: TOMAR ACCIONES

Este es el último paso en el cierre de la cadena de reacciones: Hacer cambios para que el proceso regrese en línea con la meta o estándar. Los cambios comprenden un número de acciones que se llevan a cabo para lograr una o más de la corrección de los objetivos enumerados en el Paso 9.

El primer resultado de estas acciones correctivas deben ser la eliminación de todas las causas de los defectos identificados, resultando en un mejor o un nuevo proceso.

Salida: Plan de acciones correctivas implementadas.

3.5.3.11 PASO 11: DEFINIR NUEVAS METAS

La decisión de crear nuevos objetivos o medidas de la ejecución dependerá de tres factores principales:

1. El grado de éxito en el logro de los objetivos anteriores.
2. El alcance de cualquier cambio en el ámbito de aplicación de los procesos de trabajo.
3. La adecuación de las actuales medidas para mejorar la condición de comunicar en relación con los procesos de trabajo críticos.

Las metas tienen que ser desafiantes, pero también realistas. Si los objetivos fijados anteriormente se han logrado con gran dificultad, o no se alcanzaron todos, entonces puede ser razonable volver a ajustar las expectativas.

Esto también se aplica a los objetivos que se cumplen con demasiada facilidad. Para ampliar el alcance de los procesos de trabajo se requerirá también el establecimiento de nuevas medidas de la ejecución y metas. Los cambios en la medición del desempeño y las metas deben ser considerados anualmente y se integran en la planificación y presupuesto de actividades.

3.6 ANÁLISIS FODA Y FLOR

Estos dos análisis se encargan del estudio del contexto interno y externo de la empresa para el momento de la elaboración de planes estratégicos.

Misión: es la razón de ser de la empresa. Identifica el alcance de las operaciones de una empresa en los aspectos del producto y del mercado, revela el concepto de una organización, su principal producto o servicio y las principales necesidades del cliente que la empresa se propone satisfacer.

3.6.1. Ámbito Interno

Se analizan las debilidades y fortalezas de la empresa. Recurso humano, aspecto financiero, mercadeo, índice de rotación de empleados, si existe descripción de cargo, antigüedad de empleados, políticas de remuneración, sueldo con respecto a la competencia, maquinaria, tecnologías, rentabilidad, producción, capacidad instalada de la empresa y cual ha sido la capacidad utilizada.

Fortalezas y Debilidades. Se refiere a actividades internas de una organización que se llevan a cabo especialmente bien. Las funciones de gerencia, mercadeo, finanzas, producción, investigación y desarrollo de un negocio deben auditarse o examinarse con el objeto de evaluar o identificar fortalezas internas de especial importancia. Las segundas se refieren a actividades de gerencia, mercadeo, finanzas, producción, investigación y desarrollo que limitan el éxito general de una organización.

3.6.2 Ámbito Externo

Para detectar las oportunidades y amenazas de la empresa. Los aspectos mas importantes son los económicos: Inflación, saber cual es el plan del estado, control de cambio, política tributaria, interese, políticas de salarios, aspectos legales, políticos y sociales.

Oportunidades: Se refieren a las tendencias económicas, sociales, políticas, tecnológicas y competitivas, así como a hechos que podrían en forma significativa beneficia a una organización en el futuro.

Amenazas: Consiste en tendencias económicas, políticas, tecnológicas y competitivas, así como a hechos que son potencialmente dañinos para la posición competitiva, presente o futura de una organización.

3.7 MATRIZ TOWS

En la actualidad, los diseñadores de estrategias cuentan con la ayuda de varias matrices que muestran las relaciones entre las variables decisivas, entre ellas la matriz TOWS para análisis situacional.

La matriz TOWS, (Threats = Amenazas, Opportunities = Oportunidades, Weaknesses = Debilidades, Strengths = Fortalezas), tiene un alcance amplio, es una estructura conceptual para un análisis sistemático que facilita la adecuación de las amenazas y oportunidades externas con las fortalezas y debilidades internas de la organización.

Por lo común se recomienda que las compañías identifiquen sus fortalezas y debilidades, así como las oportunidades y amenazas existentes en el ambiente externo.

<p>Factores Internos</p>	<p>Fortalezas Internas (S)</p> <p>Por ejemplo, las fortalezas en administración, operación, finanzas, mercadotecnia, investigación y desarrollo, ingeniería.</p>	<p>Debilidades Internas (S)</p> <p>Por ejemplo, debilidades en las áreas que aparecen en el cuadro de “fortalezas”.</p>
<p>Factores Externos</p> <p>Oportunidades Externas (O)</p> <p>(Consideren también los riesgos) Por ejemplo: condiciones económicas actuales y futuras, cambios políticos y sociales, nuevos productos y tecnologías.</p>	<p>Estrategia SO: Maxi-Maxi</p> <p>Probablemente la estrategia más exitosa, que utilizan los puntos fuertes de la organización para aprovechar las oportunidades.</p>	<p>Estrategia WO: Mini-Maxi</p> <p>Por ejemplo, estrategia de desarrollo para superar las debilidades con el fin de aprovechar las oportunidades.</p>
<p>Amenazas Externas (T)</p> <p>Por ejemplo, carencia de energía, competencia y áreas similares a las que aparecen más arriba en el cuadro de “oportunidades”.</p>	<p>Estrategia ST: Maxi-Mini</p> <p>Por ejemplo, uso de los puntos fuertes para hacer frente a las amenazas o evitarlas.</p>	<p>Estrategia WT: Mini-Mini</p> <p>Por ejemplo, atrincheramiento, liquidación o conversión.</p>

Figura3.2: Matriz TOWS

Fuente: Internet

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En el desarrollo del presente trabajo de investigación será necesario realizar un estudio metodológico que permitirá establecer el tipo de estudio, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, materiales y equipos y el procedimiento a seguir para interpretar la situación que presenta la gestión del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

4.1. TIPO DE ESTUDIO

Según el tipo de estudio, la investigación es descriptiva, aplicada y evaluativa:

- Exploratoria: dado que se investigará lo que está pasando y cuáles son los factores que están afectando el mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.
- Descriptiva: debido a que permitirá describir todas las actividades que conforman las etapas del Mantenimiento de la Planta de Aguas Negras.
- Aplicada: debido a que se aplicarán todos los conocimientos adquiridos para realizar el Diseño de un Plan para la Planta de Aguas Negras.
- Evaluativa: debido a que permitirá definir indicadores que midan el desempeño del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras con respecto al programado.

4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- El tipo de diseño de investigación es de campo, debido a que, la información necesaria para la elaboración de este proyecto se obtendrá directamente del personal involucrado en el Mantenimiento de la Planta de Aguas Negras.

4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

- En este estudio de investigación la población y la muestra están representadas por todas las actividades que conforman el Mantenimiento de la Planta de Aguas Negras en lo cual ambas son coincidentes.

4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para obtener la información necesaria para la recolección de datos se emplearan instrumentos como los que siguen a continuación:

4.4.1. Entrevista

- Se aplicaran entrevistas al personal de Ingeniería de Mantenimiento, Mantenimiento Eléctrico, Mantenimiento Mecánico y Servicios Generales con el objetivo de determinar la situación actual de la Gestión del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento Aguas Negras.

4.4.2. Encuestas

- Se realizarán encuestas al personal, con la finalidad de determinar los factores claves de éxito de cada una de las etapas del Mantenimiento de la Planta de Aguas Negras.

Metodología para Definir Indicadores

- Para definir los Indicadores que permitirán Evaluar la Gestión del Mantenimiento de Planta de Tratamiento Aguas Negras se empleará una Metodología tomada del Libro “*How to Measure Performance, A Handbook of Techniques and Tools*” (Cómo medir el Rendimiento, Manual de Técnicas y Herramientas), que consta de once (11) pasos estructurados para construir detalladamente los indicadores que se van a emplear para medir el desempeño de las etapas del mantenimiento.

4.4.3. Consultas Bibliográficas

Para el desarrollo de este estudio de investigación fueron empleados textos de consulta, que rigen la elaboración del Plan para Evaluar de Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

4.4.4. Materiales y equipos a utilizar

Recursos Humanos:

- Tutor Industrial.
- Tutor Académico.
- Personal de las Unidades involucradas en el mantenimiento.
- Personal que realiza las actividades para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Recursos Físicos:

- Papel.
- Lápices y Bolígrafos.

- Computadora.
- Pen Drive.
- Impresora.

4.5. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.

El procedimiento que se utilizará para Diseñar el Plan de Mantenimiento de la Planta de Tratamientos de Aguas Negras es el siguiente:

4.5.1. Recolección de datos e información acerca de la gestión actual del mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras. Las técnicas utilizadas para la recolección de datos se realizarán mediante la observación no estructurada, discreta, indirecta e individual y la obtención por medio de recursos tales como: encuestas, cuestionarios y entrevistas al personal de los distintos departamentos encargados del mantenimiento de la Planta así como revisión de documentos tales como informes de mantenimiento, manuales de operación, normas de seguridad asociadas a la Planta.

4.5.2. Formulación de los objetivos General y Específicos del proyecto. El objetivo general es el fin último de la investigación; los objetivos específicos consisten en establecer los pasos o fines parciales que deben cumplirse para lograr el objetivo general.

4.5.3. Elaboración del plan de mantenimiento; el cual se basará en técnicas, procedimientos y normas tales como la COVENIN 2634 relativo a Plantas de Tratamiento de Aguas Negras así como también se Identificarán las etapas y actividades en su período correspondiente que deberán realizar cada uno de los departamentos responsables en el Mantenimiento de la Planta.

4.5.4. Revisión y análisis para la formación del marco teórico; en este paso se realizará la revisión de materiales tales como el manual de mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, conceptos sobre el mantenimiento preventivo y predictivo, informes anuales de mantenimiento y testimonios orales.

4.5.5. Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la Gestión del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

4.5.6. Identificación los indicadores requeridos para medir cada etapa de la ejecución del Mantenimiento.

4.5.7. Tabulación de datos, se realizará de forma mecánica a través de computadoras utilizando programas como Word y Excel.

4.5.8. Técnica para el análisis de datos, esta se realizará con base a los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos (encuestas, entrevistas y visitas) y análisis documental basado en libros, archivos y monografías.

4.5.9. Elaboración de tablas, después de haber cumplido las etapas anteriores se elaboraran las tablas donde se verá reflejado los equipos que conforman la Planta de Aguas Negras así como también la fecha y el período en la cual le corresponde su mantenimiento y el departamento responsable de ejecutarlo.

4.5.10. Propuesta de oportunidades de mejora que permitirán controlar la Gestión del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, a través de una herramienta de control de calidad como FODA se determinará una propuesta que va a incidir en un mejor funcionamiento del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

5.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN

El Departamento de Ingeniería de Mantenimiento tiene como objetivo elaborar la planificación de los equipos, sistemas e instalaciones de la Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre-Macagua, entre los cuales se encuentra la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, este Departamento trabaja en coordinación con las demás unidades de mantenimiento como lo son Planta Física, Mecánica y Electricidad. Cada uno de estos Departamentos elabora por separado la programación de los equipos de la Planta de Aguas Negras y lo reporta a Ingeniería de Mantenimiento para que lo integre a la planificación general. No obstante, estas actividades se llevan a cabo en ausencia de indicadores que permitan medir su desempeño y evitar desviaciones en el desarrollo de cada una de las mismas, trayendo como consecuencia diferencias en el mantenimiento ejecutado con respecto al programado, por lo cual, se ha visto en la necesidad de establecer una serie de estrategias que permitan mejorar continuamente la ejecución de las labores de mantenimiento.

Para realizar la propuesta de la normalización de los modelos para los programas y rutinas de mantenimiento se hace indispensable comprobar como se llevan a cabo las actividades.

La ejecución del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras se realiza a través de la elaboración de un Plan de Actividades que rigen las siguientes etapas Planificación, Programación, Ejecución Y Control considerando la definición, duración y responsable de cada actividad necesaria para llevar a cabo el mantenimiento a cada departamento involucrado

Para observar los factores o causas que influyen en la ejecución de los trabajos de mantenimiento preventivos programados se elaboró un diagrama causa efecto que se presenta a continuación:

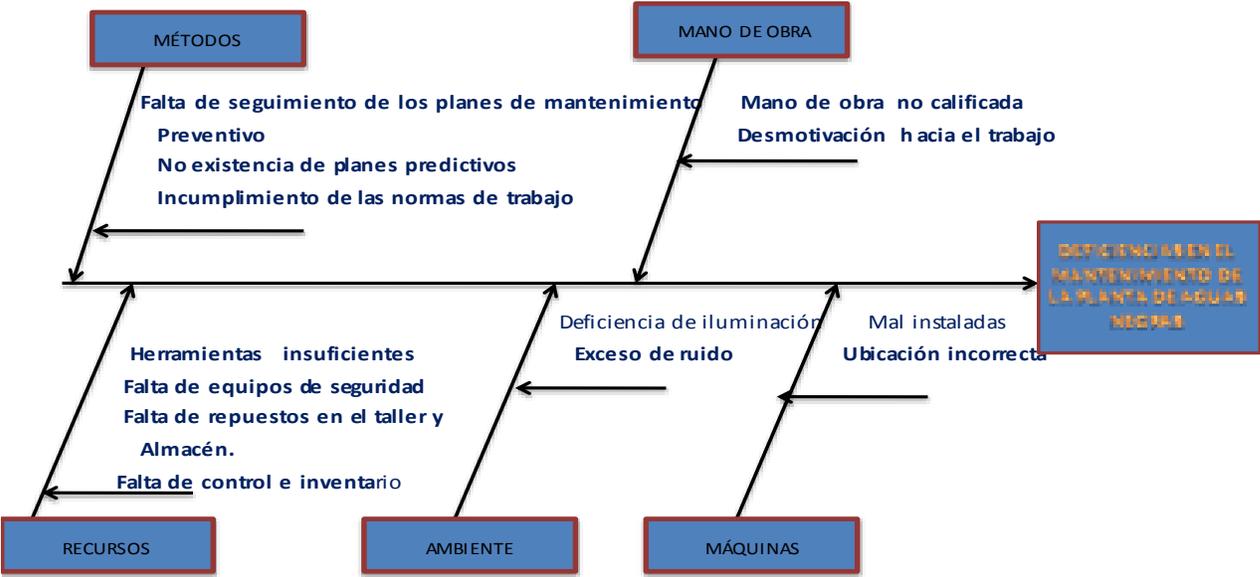


Fig. 5.1 Diagrama causa efecto del retraso en el Mantenimiento de la PTAN

Fuente: Elaboración propia

5.1.1. Instrucciones de trabajo

Aunque se cuenta con instrucciones de trabajo algunas de ellas necesitan ser verificadas y actualizadas bajo la supervisión de los responsables del área donde se realiza el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras con el objetivo de optimizar las actividades que allí se ejecutan.

La mano de obra asociada al mantenimiento presento una serie de deficiencias como son:

- Mano de obra no calificada
- Desmotivación hacia el trabajo
- No cumplen los procedimientos y las normas

Coordinación de Recursos para el mantenimiento.

Los equipos de protección personal (EPP) constituyen uno de los conceptos más básicos en cuanto a la seguridad en el lugar de trabajo y son necesarios cuando los peligros no han podido ser eliminados por completo o controlados por otros medios como por ejemplo: Controles de Ingeniería.

La Ley 16.744 sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, en su Artículo nº 68 establece que: “las empresas deberán proporcionar a sus trabajadores, los equipos e implementos de protección necesarios, no pudiendo en caso alguno cobrarles su valor”.

Se logro observar insuficiencia de equipos de protección personal (guantes, mascarillas, lentes, entre otros.)

5.1.2. Condiciones ambientales

Según las diferentes observaciones de los trabajos de Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras se determinaron los siguientes riesgos potenciales:

- Riesgo por contacto eléctrico de los equipos asociados a la Planta de Tratamiento de Aguas Negras
- Caída de un mismo nivel y de diferente nivel debido a los trabajos de revisión de tableros, motores eléctricos, mediciones de nivel de espuma, entre otros mantenimientos planificados y no planificados.

- Con respecto a la exposición de factores de riesgo físicos tales como el ruido, las mediciones realizadas al momento de la asesoría arrojaron como resultado un valor comprendido entre 89 y 90 DbA.
- Otros riesgos a considerar es la exposición de gases y vapores orgánicos tales como hipoclorito de calcio en pequeñas cantidades y otras sustancias químicas, espacios limitados y factores de riesgo biológico.

Programación de los mantenimientos: se usa como base para la ejecución de los trabajos de mantenimiento.

5.1.3. % Demora: el tiempo del ciclo del proceso de mantenimiento preventivo esta retrasado por algunas demoras, ejemplo de ello es el remplazo de piezas que no se encuentran en almacén y necesitan ser compradas, esto trae como consecuencia la paralización del equipo mientras dura el proceso de compra. Otro tipo de demora es la paralización de las actividades por algunos departamentos debido a la falta de equipos de protección personal.

Los tiempos de retraso en la ejecución del mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras se asocian con la falta de coordinación de los Departamentos encargados, además la coordinación de seguridad integral no dota a tiempo los implementos de seguridad ocasionando demoras en la ejecución del mantenimiento. Una vez realizada la evaluación de riesgos y normativas de seguridad por el personal de Departamento de Protección Integral para los trabajadores que atienden la Planta de Tratamiento de Aguas Negras se realizan una serie de gestiones administrativas por parte del Departamento solicitante para la adquisición y ubicación de los equipos de protección personal referidos en la asesoría técnica, tales como:

- Tapones auditivos 110
- Fonos para casco 1450
- Respirador 8246 (R95)
- Respirador 8247(R95)

Todos estos materiales se deben gestionar con tiempo, sin embargo, los trámites administrativos son lentos ocasionando demoras y retrasos en la planificación programada para el mantenimiento.

En el siguiente desarrollo de un informe de mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras se puede observar las causas de retraso en la ejecución de las actividades.



Proceso Generar Energía Eléctrica

INFORME DE MANTENIMIENTO

Dpto.	N° Orden	N° Permiso	Descripción de la Actividad.	Fecha Inicio	Programada		Ejecutada		Duración Programada	Duración Real	Observación
					Si	No	Si	No			
MEM	---	357556	Mantenimiento Semestral a la Planta de Tratamiento de Aguas Negras CM2.	12/06/12	X			X	2h	---	Actividad No Ejecutada por falta de Equipos de Protección Personal
MEM	---	359096	Mantenimiento Semestral a la Planta de Tratamiento de Aguas Negras CM3.	12/06/12	X			X	2h	---	Actividad No Ejecutada por falta de Equipos de Protección Personal
MMM	---	354406	Mantenimiento Semestral CM2.	31/05/12	X			X	4h	3,18 h	Falta de Iluminación en el área de Trabajo
MMM	---	337833	Mantenimiento Semestral CM3.	07/06/12	X			X	4h	1,4 h	-
TOTAL						6		4	2		

Fig. 5.2 Informe de mantenimiento de la PTAN

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento.

5.1.4. % Disponibilidad: en la actualidad la disponibilidad de los equipos es de 95% en base a la intervención de la frecuencia de mantenimiento. Los equipos tienen una

confiabilidad igual a 335 hrs y se mantienen en condiciones normales durante este período. El tiempo promedio empleado por el personal que realiza la mantenibilidad es de 6 hrs.

5.1.5 Norma COVENIN 2634:2002

La norma COVENIN 3634: 2002 es la que emite las condiciones bajo las cuales debe regirse todo lo relacionado con el proceso de tratamiento de aguas negras y demás efluentes de aguas residuales, el sistema de tratamiento que estas plantas desarrollan se basa en proceso de reducción de la carga orgánica mediante acción biológica, normalmente asociados al concepto de "lodos activados". Proceso que requiere junto con el monitoreo de las condiciones un control efectivo sobre la composición y contenido del flujo de entrada que de no cumplir con las condiciones que cumple este tipo de tecnología, posibilitará el envenenamiento del cultivo microbiológico presente en los reactores principales, generando pérdidas en la efectividad del proceso de tratamiento que finalmente deben ser asumidas por la empresa sanitaria la cual debe cumplir con exigencias en cuanto a parámetros de vertido final. Normalmente el efluente de una planta bien mantenida y operada es satisfactorio para descargas en general, mas sin embargo la norma establece que para un alto grado de purificación el efluente debe tratarse con cloro, el cloro se puede agregar en forma de liquido , gas o polvo; en la Planta de Tratamiento de Aguas negras de la Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre se logro determinar que no cumple con los requisitos exigidos por la Norma COVENIN 2634 : 2002 debido a que el dosificador de cloro no esta en funcionamiento y además no hay cloro para el efluente, aunado a esto no se realiza el análisis de laboratorio al efluente puesto que las aguas que se están vertiendo al rio son altamente contaminadas, también la acumulación de lodo en el tanque se debe a que este tipo de mantenimiento debe ser diario y no se cumple con esta condición tampoco, por lo cual se esta violando la norma COVENIN 2634 : 2002 en cuanto a sus disposiciones con el efluente de la Planta de Aguas Negras.

5.1.6. % Cumplimiento de Programas: los programas se cumplen casi en su totalidad de la planificación programada, salvo aquellas excepciones donde se evada la actividad por falta de equipos de protección personal, que es el caso que con más frecuencia sucede.

5.1.7. Indicadores de Mantenimiento: Actualmente los Indicadores de Gestión utilizados en el departamento de Ingeniería de Mantenimiento son insuficientes, es por esto que no constituyen una medición sobresaliente que pueda realmente representar la gestión efectiva del personal involucrado en las actividades del mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

5.2. ETAPAS EN EL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

Cada una de las etapas que intervienen en el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, requieren de la realización de una serie de actividades para llevarse a cabo de manera correcta.

5.2.1. Planificar el Mantenimiento de la Planta de tratamiento de Aguas Negras

La Etapa de Planificar el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras consiste básicamente en la elaboración de un Plan de las Actividades de cada uno de los distintos departamentos como lo son Mantenimiento Mecánico, Mantenimiento Eléctrico y Planta Física, cada uno de ellos reporta sus actividades al Departamento de Ingeniería de Mantenimiento el cual a su vez se encarga de incluirlas al programa de equipos auxiliares donde se encuentra también la Planta de Tratamiento de Aguas Negras. A través de los siguientes cuadros se observa la actividad de cada departamento:

Tabla 5.1 Actividades de realizadas por Departamento de Planta Física a la PTAN

	
DIVISION DE OPERACIONES MACAGUA	
DEPARTAMENTO DE PLANTA FISICA	
MANTENIMIENTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	
ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Programación de actividades	
Limpieza de las tolvas	
Ajuste de las válvulas de control de aire	
Inspección del retorno de lodos	
Limpieza y ajuste del vertedero	
Limpieza del tanque de sedimentación	
Inspección de las válvulas de aire	

Fuente: Departamento de Planta Física

Tabla 5.2 Actividades realizadas por el Departamento de Mecánica a la PTAN

	
DIVISION DE OPERACIONES MACAGUA	
DEPARTAMENTO DE PLANTA MANTENIMIENTO MECANICO	
MANTENIMIENTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	
ACTIVIDAD	RESPONSABLE
limpiar los motores y las bombas	Personal técnico de mantenimiento mecánico
revisar e inspeccionar los sellos	
Desenroscar cajas de sellos de la bomba	
Engrasar rodamientos con Grasa EP2	
Verificar en los sopladores la tensión de las correas	
Verificar que los sopladores estén libres de obturaciones, girándolos manualmente	
Verificar el nivel de aceite en los sopladores	
Engrasar las municioneras de los sopladores en el extremo del eje de conducción	

Fuente: Departamento de Mantenimiento Mecánico

Tabla 5.3 Actividades realizadas por el Departamento de Electricidad a la PTAN

	
DIVISION DE OPERACIONES MACAGUA	
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ELECTRICO	
MANTENIMIENTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	
ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Programación de actividades	Jefe de Departamento Eléctrico
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar niveles de tensión y corriente. • Revisión de los tableros de control de parada y arranque de las bombas • Ajuste de conexiones en los tableros de control. • ajuste del reloj de tiempo de parada y arranque de las bombas. • Verificación y remplazo de plomos eléctricos. • Reemplazo de fusibles quemados • Limpieza de ventilación de los motores 	Personal técnico de Mantenimiento Eléctrico

Fuente: Departamento de Mantenimiento Eléctrico.

Para operar a eficiencia óptima, luego de concluido el periodo de puesta en marcha de la Planta debe recibir mantenimiento diario según el manual de operación, por que las plantas que no se ajustan ni se limpian diariamente lógicamente trabajarán peor que aquellas bien mantenidas

Cada una de estas actividades se realiza en periodos semestrales, es decir, dos veces al año. En el siguiente cuadro se visualiza una parte de la programación semestral ejecutada por el Departamento de Ingeniería de Mantenimiento:

b. Actividades Ejecutadas:

Dpto.	N° Orden	N° Permiso	Descripción de la Actividad.	Fecha Inicio	Programada		Ejecutada		Duración Programada	Duración Real	Observación
					Si	No	Si	No			
MPFM	N/A	367413	Mantenimiento semestral a la Planta de Tratamiento de Aguas Negras. Amb. 303, Elev. 25,05. CM3.	21/11/12	X		X		4h	4h 55 m	---
MPFM	N/A	0	Revisión y Mantenimiento a la Planta de Tratamiento de Aguas Negras. Amb. 305, Elev. 4,00. CM2.	26/11/12	X		X		1h	1h 35 m	---

Fig. 5.3 Programación semestral del mantenimiento de la PTAN

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento

5.2.2. Programar el Mantenimiento de la Planta de tratamiento de Aguas Negras

La Etapa de Programación y Procura de recursos, servicios y permisos para la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, comprende todas aquellas actividades que son imprescindibles para llevar a cabo el Mantenimiento, como lo son la elaboración de las especificaciones técnicas particulares, de acuerdo a las leyes, los reglamentos, códigos, normas, medidas de seguridad y requerimientos necesarios para la ejecución del mantenimiento, la formulación del presupuesto , la solicitud de autorizaciones, la solicitud de

permisos y notificaciones, la elaboración de los programas de trabajo, la entrega de los documentos necesarios para la ejecución del servicio y la validación del Plan de Acción.

5.2.3. Ejecutar el Mantenimiento de Corredores de Servicio y Caminos de Acceso.

La Ejecución del Mantenimiento de LA Planta de Tratamiento de Aguas Negras de la central Hidroeléctrica Antonio José De Sucre, es ejecutada cabo por los distintos departamentos como Planta Física, Mantenimiento Mecánico y Mantenimiento Eléctrico.

El alcance de este servicio contempla la limpieza y el mantenimiento, por un período de dos semestres por cada departamento.

5.2.4. Controlar la Gestión del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

El proceso de control de ejecución del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras se ejecuta por cada Departamento encargado.

Por otra parte, el Departamento de Ingeniería de Mantenimiento, realiza una serie de actividades, que permiten analizar los resultados de la ejecución del mantenimiento. Sin embargo, es importante destacar que, para esta actividad de mantenimiento preventivo, no se tiene establecido ningún sistema que evalúe la Gestión del servicio realizado a través de indicadores que midan el desempeño y permitan la toma de decisiones oportunas que controlen el mantenimiento.

CORPOELEC
EMPRESA ELÉCTRICA SOCIALISTA

CENTRO DE GENERACIÓN REGIÓN SUR

INFORME DE MANTENIMIENTO

CONTROL DE EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

NÚMERO DE ORDEN	NÚMERO DE PERMISO	TEXTO BREVE / DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UBICACIÓN TÉCNICA	AVISO	FECHA INICIO	PROGRAMADA		EJECUTADA		DURACIÓN PROGRAMADA	DURACIÓN REAL	OBSERVACIÓN
						SI	NO	SI	NO			
---	357556	MANTENIMIENTO SEMESTRAL A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS DE CM2	CM2 PTAN	---	12/06/12	X			X	2 HORAS	---	ACTIVIDAD NO EJECUTADA POR FALTA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
---	359096	MANTENIMIENTO SEMESTRAL A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS CM3	CM3 PTAN	---	12/06/12	X			X	2 HORAS	---	ACTIVIDAD NO EJECUTADA POR FALTA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
TOTAL						2			2			

ESTE DOCUMENTO NO CUMPLE CON EL CONTROL DE DOCUMENTOS CORRESPONDIENTE POR ENCONTRARSE EN PROCESO DE TRANSICIÓN DENTRO DEL SG

Fig. 5.4 Informe del control de ejecución de la PTAN

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento

5.3 ANÁLISIS FODA

En la actualidad uno de los principales problemas en empresas de producción, es que los equipos trabajan constantemente hasta que se genere una falla en planta que detenga la producción. Esto se debe a que las empresas cuentan con planes de mantenimiento que no son ejecutados y auditados. En consecuencia se detiene la producción y a la vez se originan gastos para la adquisición de nuevos equipos que permitan restablecer dicha línea. Las preguntas claves a responder son ¿Cuál planta o sistema es el más críticos en cuanto a disponibilidad se refiere? ¿Cuál equipo en función de su comportamiento de falla está afectando la confiabilidad total? ¿Cuáles son los factores que están afectando tal disponibilidad? Al tratar de responder estas preguntas se analizan los reportes de fallas de los equipos y se encuentra que los datos contenidos en ellos en muchos casos (la mayoría de los estudiados) contienen información de dudosa procedencia; sin embargo descartarla puede ocultar factores reales que impacten en el diagnóstico de las necesidades del mantenimiento. Como resultado de este trabajo se formularon planes estratégicos efectivos en función de la confiabilidad de los equipos de tal manera de optimizar la gestión de mantenimiento en función de aquellos factores que resulten débiles en el análisis.

La aplicación del Análisis FODA en la Gestión del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, permitió identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para cada una de las etapas de Planificación, Programación, Ejecución y Control del mantenimiento y en base a estas formular estrategias orientadas a mejorar continuamente la realización del mantenimiento y con el objetivo de establecer un conjunto de acciones a fin de alargar la vida útil, garantizar la eficiencia de los equipos y brindar condiciones mas seguras a los trabajadores, también organizando el mantenimiento a fin de lograr la máxima confiabilidad y disponibilidad de los equipos dentro de una política de minimización de costos.

5.3.1. Análisis FODA para la Etapa de Planificación para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

 MATRIZ FODA PLANIFICAR EL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS NEGRAS		
Factores internos	Fortalezas (f) Personal con experiencia en este tipo de trabajo	Debilidades (d) Dependencia de otras unidades para estimar los tiempos
Factores externos		
Oportunidades (o) Existencia en el mercado de programas tecnológicos para diseñar actividades	Estrategia (FO) Adiestrar al personal encargado de la planificación con programas innovadores que mejoren la calidad de la actividad	Estrategia (DO) Solicitar un plazo considerable a cada unidad con la finalidad de que la planificación resulte lo mas especifica posible
Amenazas (a) Cambio en el manejo jurídico asociado a estos procesos	Estrategias FA Revisar y analizar constantemente lineamientos y normas vigentes que involucren la ejecución del mantenimiento	Estrategias DA Realizar la planificación con suficiente tiempo de anticipación con la finalidad de prever cambios.

Fig. 5.6: Matriz FODA de la Etapa de Planificación para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

Fuente: Elaboración propia

5.3.2. Análisis FODA para la Etapa de Programación para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

 MATRIZ FODA PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS NEGRAS		
Factores internos Factores externos	Fortalezas (f) Experiencia del personal encargado en el proceso de programación.	Debilidades (d) Comunicación deficiente entre las unidades ejecutantes de la programación
Oportunidades (o) Planes de mejora en herramientas y sistemas para el personal involucrado en la actividad.	Estrategia (FO) Capacitar al personal con herramientas que logren optimizar el proceso de la programación del mantenimiento de la PTAN	Estrategia (DO) Elaborar una matriz de responsabilidades para cada unidad involucrada y capacitar al personal en el uso de nuevas Normas y formatos de trabajo
Amenazas (a) Modificaciones en el sistema de la Planta. Nuevas Normas, códigos y Leyes	Estrategias FA Divulgar con anticipación folletos, revistas, información de los nuevos cambios en la estructura de los trabajos.	Estrategias DA Realizar reuniones más a menudo con el objetivo de integrar los departamentos y dar a conocer los nuevos modelos de trabajo.

Fig. 5.6: Matriz FODA de la Etapa de Programación para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

Fuente: Elaboración Propia

5.3.3 Análisis FODA para la Etapa de Ejecución para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

 MATRIZ FODA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS NEGRAS		
Factores internos Factores externos	Fortalezas (f) Experiencia del personal encargado en el proceso de programación.	Debilidades (d) Comunicación deficiente entre las unidades ejecutantes de la programación
Oportunidades (o) Planes de mejora en herramientas y sistemas para el personal involucrado en la actividad.	Estrategia (FO) Capacitar al personal con herramientas que logren optimizar el proceso de la programación del mantenimiento de la PTAN	Estrategia (DO) Elaborar una matriz de responsabilidades para cada unidad involucrada y capacitar al personal en el uso de nuevas Normas y formatos de trabajo
Amenazas (a) Modificaciones en el sistema de la Planta. Nuevas Normas, códigos y Leyes	Estrategias FA Divulgar con anticipación folletos, revistas, información de los nuevos cambios en la estructura de los trabajos.	Estrategias DA Realizar reuniones más a menudo con el objetivo de integrar los departamentos y dar a conocer los nuevos modelos de trabajo.

Fig. 5. 7 Matriz FODA de la Etapa de Ejecución para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

Fuente: Elaboración propia

5.3.4. Análisis FODA para la Etapa de Control para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

 MATRIZ FODA CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS NEGRAS		
Factores internos	Fortalezas (f) Realizar un registro de los trabajos realizados y determinar en un informe las conclusiones y recomendaciones	Debilidades (d) Ausencia e indicadores que expresen a la gerencia de operaciones los resultados del mantenimiento de la Planta
Factores externos		
Oportunidades (o) Informar a los departamentos con anticipación sobre los imprevistos que ocurran durante la ejecución del mantenimiento	Estrategia (FO) Coordinar ente los distintos Departamentos un modulo de archivos de trabajos realizados y revisarlos mensualmente para determinar los trabajos pendientes	Estrategia (DO) Canalizar a través de la gestión de mantenimiento la creación de planes y órdenes las cuales deben ser tratadas por los Departamentos encargados del mantenimiento.
Amenazas (a) Falta de motivación del personal en atender la Planta por considerarla riesgoso para la salud	Estrategias FA . Dotar al personal de todos los implementos de seguridad y una vez determinadas las anomalías accionar los mecanismos para la aplicación de los trabajos	Estrategias DA Dar a conocer al personal la importancia que tiene los mecanismos de control para el desenvolvimiento de las actividades para el mantenimiento de la PTAN

Figura 5.8° Matriz FODA de la Etapa de Control para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI

SITUACIÓN PROPUESTA

6.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROPUESTA

Para la División de Operaciones, es de suma importancia establecer cuáles son aquellos factores claves que se deben controlar para tener éxito en las actividades realizadas en cada una de las etapas del Mantenimiento de La Planta de Aguas Negras. De aquí, radica la importancia de diseñar un sistema para evaluar la Gestión del Mantenimiento que permitirá establecer y normalizar indicadores para las cuatro etapas que comprenden dicho mantenimiento, determinar el nivel de desempeño de las actividades, en lo que respecta a la eficiencia, eficacia y efectividad en la ejecución del servicio y en base a los resultados arrojados por los mismos, proponer estrategias que eviten desviaciones y faciliten la toma de decisiones oportunas durante la ejecución del servicio. La necesidad de integración de todos los departamentos involucrados en el mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras conduce al departamento de ingeniería de Mantenimiento a tomar control e los siguientes campos: comunicaciones y control de costos.

6.2. DEFINICION DE INDICADORES PARA LA ETAPAS DEL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

6.2.1. Paso N° 1: Identificar Procesos del Mantenimiento de la Planta De Aguas Negras

El Mantenimiento de la Planta de Aguas Negras es una actividad de tipo preventivo y predictivo, realizada con el objetivo de disminuir la cantidad de aguas contaminadas. Este mantenimiento, se ubica en el subproceso “Gestionar Mantenimiento Preventivo”,

perteneciente al Proceso Clave de acuerdo a la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad emprendido por CORPOELEC

En base a lo mencionado anteriormente, los procesos identificados para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras son los que siguen a continuación:

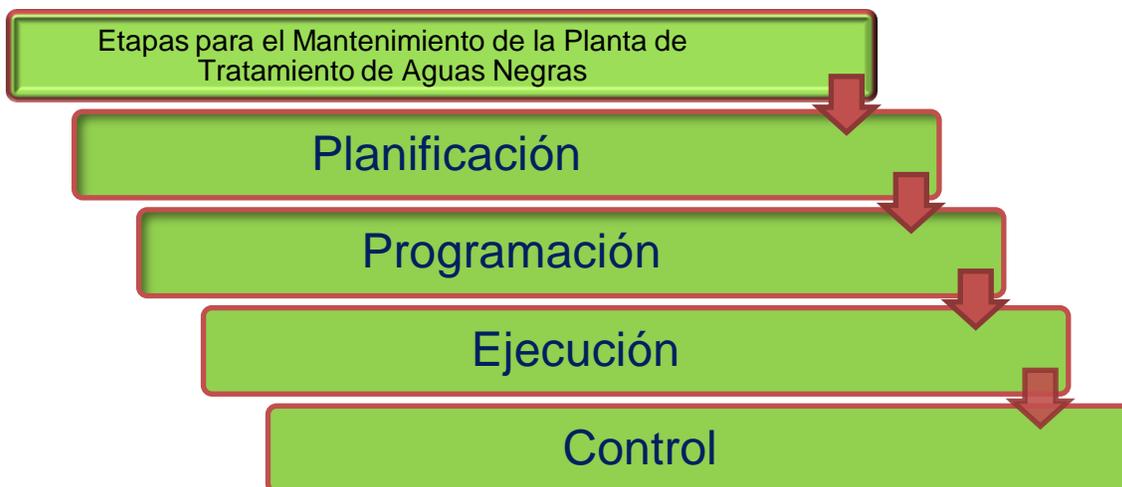


Fig. 6.1 *Procesos Identificados para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras*

Fuente: *Elaboración propia*

Las Etapas de Planificación, Programación, Ejecución y Control, conllevan una serie de actividades que permiten ejecutar el servicio de Mantenimiento de, estas actividades se encuentran distribuidas por etapa de la siguiente manera:

Tabla 6.1: Identificación de actividades de la Etapa de Planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

 PLANIFICAR EL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	
Nº	Actividad
1.1	Revisar los lineamientos que rigen las actividades de la etapa de planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras
1.2	Elaborar el Plan de Actividades
	1.2.1 Identificación de los trabajos a realizar por cada Departamento 1.2.2 Estimación de la fecha de inicio de los trabajos a ejecutar. 1.2.3 Elaboración de los programas de trabajo a realizar 1.2.4 Solicitud de permisos y notificaciones a Servicios Generales para la ejecución del mantenimiento. 1.2.5 Validación por servicios Generales de Los trabajos a realizar y aprobación de los mismos. 1.2.6 Ejecución de las labores de Mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.2: Identificación de actividades de la Etapa de Programación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

 PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	
Nº	Actividad
2.1	Identificar los requerimientos de los trabajos a realizar por cada departamento para determinar las herramientas necesarias para la ejecución de los mismos.
2.2	Determinar las necesidades de los repuestos y equipos que se necesitan para mantener los equipos
2.3	Determinar las actividades mas criticas que necesitan ser atendidas con prioridad
2.4	Estimar la fecha de inicio para la ejecución de los trabajos.
2.5	Formular el presupuesto para determinar los costos del Mantenimiento de la PTAN
2.6	Elaborar y entregar los programas de trabajo a cada Departamento
2.7	Validar el plan de acción.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.3: Identificación de actividades de la Etapa de Control del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

 EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	
Nº	Actividad
3.1	Solicitar la charla de seguridad y requisitos mínimos de seguridad al departamento de Protección Integral
3.2	Realizar reunión con servicios generales para abrir el permiso para iniciar el trabajo de Mantenimiento.
3.3	Ejecutar las labores de Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras
3.4	Registrar las actividades ejecutadas durante el mantenimiento preventivo de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras
3.5	Evidenciar las condiciones encontradas y el estado final luego del mantenimiento
3.6	Levantar reporte de las condiciones encontradas
3.7	Realizar un registro de los trabajos ejecutados

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 6.4: Identificación de actividades de la Etapa de Control del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

 CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	
Nº	Actividad
4.1	Mantener actualizados los historiales y gestionar acciones preventivas y predictivas
4.2	Integración de cada uno de los departamentos para manejar los reportes de mantenimiento
4.3	Validar los procedimientos que se generan durante la ejecución del mantenimiento
4.4	Vigilar que se cumplan en su totalidad las actividades específicas de cada Departamento
4.5	Integrar el Sistema de Administración de Operaciones con reporte de Anomalías
4.6	Gestionar ante la Gerencia de Operaciones las necesidades de cada uno de los Departamentos
4.7	Corroborar que se estén cumpliendo los indicadores
4.8	Vigilar por la aplicación de la Norma COVENIN 2634 relativo a las Plantas De Aguas Negras

Fuente: *Elaboración propia*

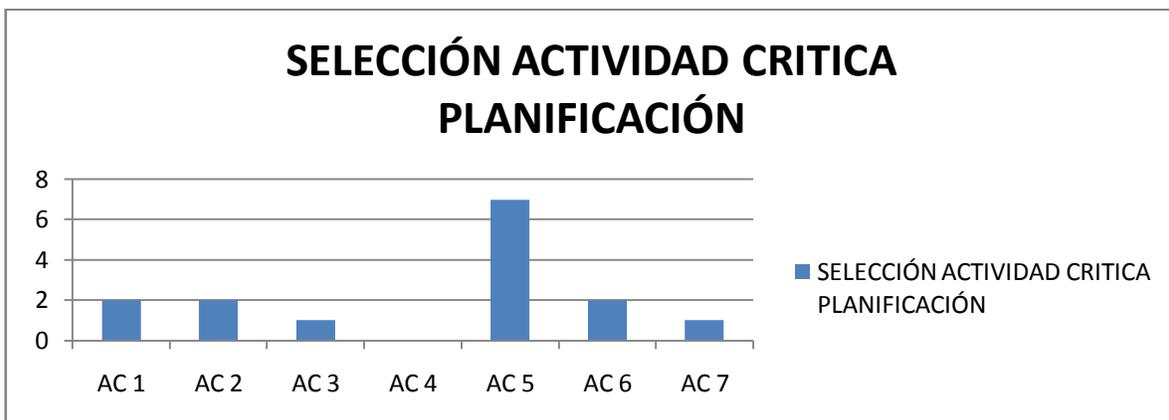
6.2.2. Paso Nº 2: Identificar Actividades Críticas a ser Medidas.

Para la identificación de las actividades críticas a ser medidas en el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, se utilizó como instrumento una encuesta que contiene las etapas del servicio, el cual está estructurado de acuerdo a las actividades realizadas en la planificación, programación, ejecución y control del mantenimiento. (Ver Apéndice A). De la encuesta aplicada a diez (15) personas involucradas en la ejecución del Mantenimiento, resultaron como críticas las siguientes actividades:

Tabla 6.5 Resultados de la Encuesta para la Etapa de Planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

Nº AC	ETAPA Nº 1 : PLANIFICAR	Nº Actividad crítica seleccionada
AC 1	Revisar los lineamientos que rigen las actividades de la etapa de planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras	2
AC 2	Identificación de los trabajos a realizar por cada Departamento	2
AC 3	Elaboración de los programas de trabajo a realizar	1
AC 4	Solicitud de permisos y notificaciones a Servicios Generales para la ejecución del mantenimiento	0
AC 5	Reunir la información de todos los Departamentos para elaborar la planificación	7
AC 6	Ejecución de las labores de Mantenimiento	2
AC 7	Estimación de la fecha de inicio de los trabajos a ejecutar	1

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 6.1 Representación Gráfica de los resultados de la encuesta en la Etapa de Planificación

Fuente: Elaboración propia

Análisis

La representación gráfica muestra que, para la primera etapa de planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras dio como resultado actividad crítica la recopilación del plan de actividades de todos los Departamentos , lo cual indica que existe un retraso en cada Unidad en entregar al Departamento de Planificación las actividades correspondientes.

Tabla N° 6.6 Resultados de la Encuesta para la Etapa de Programación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

N° AC	ETAPA N° 2 : PROGRAMACIÓN	N° Actividad critica seleccionada
AC 1	Identificar los requerimientos de los trabajos a realizar por cada departamento para determinar las herramientas necesarias para la ejecución de los mismos.	1
AC 2	Determinar las necesidades de los repuestos y equipos que se necesitan para mantener los equipos	1
AC 3	Determinar las actividades mas criticas que necesitan ser atendidas con prioridad	3
AC 4	Estimar la fecha de inicio para la ejecución de los trabajos.	3
AC 5	Formular el presupuesto para determinar los costos del Mantenimiento de la PTAN	1
AC 6	Elaborar y entregar los programas de trabajo de cada Departamento a Planificación.	7
AC 7	Validar el plan de acción.	1

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 6.2 Representación Gráfica de los resultados de la encuesta en la Etapa de Programación

Fuente: Elaboración propia

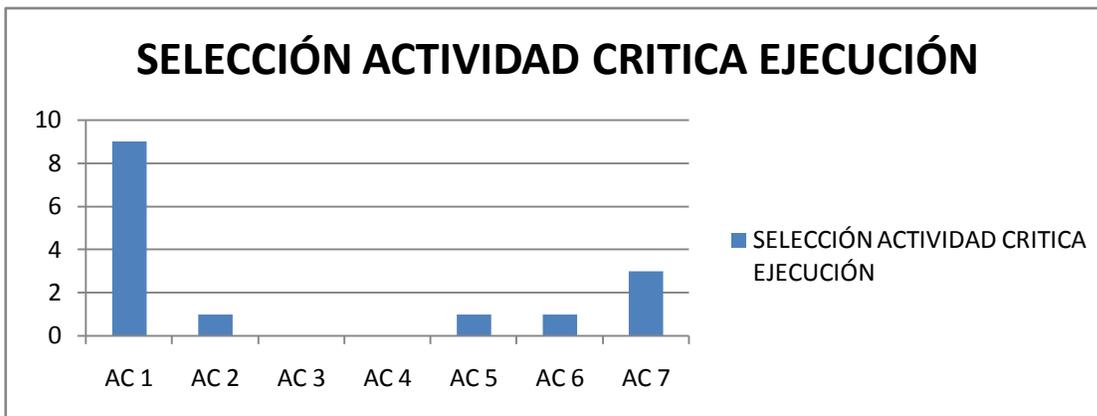
Análisis

La representación gráfica muestra que, para la segunda etapa de Programación de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, la actividad mas critica fue la n° 6, la entrega de los trabajos programados a Planificación, esto quiere decir que hay una demora en esta actividad y por lo tanto el Trabajo de Planificación se ve afectado por este retraso, debido a que esta información es vital para armar el cronograma de actividades;

Tabla N° 6.7 Resultados de la Encuesta para la Etapa de ejecución del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

N° AC	ETAPA N° 3 : EJECUCION	N° Actividad critica seleccionada
AC 1	Aplicar las medidas las de seguridad y protección personal al momento de realizar las labores de mantenimiento en la PTAN	9
AC 2	Realizar reunión con servicios generales para abrir el permiso para iniciar el trabajo de Mantenimiento.	1
AC 3	Ejecutar las labores de Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras	0
AC 4	Registrar las actividades ejecutadas durante el mantenimiento preventivo de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras	0
AC 5	Evidenciar las condiciones encontradas y el estado final luego del mantenimiento	1
AC 6	Levantar reporte de las condiciones encontradas	1
AC 7	Realizar un registro de los trabajos ejecutados	3

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 6.3 Representación Gráfica de los resultados de la encuesta en la Etapa de Ejecución.

Fuente: Elaboración propia

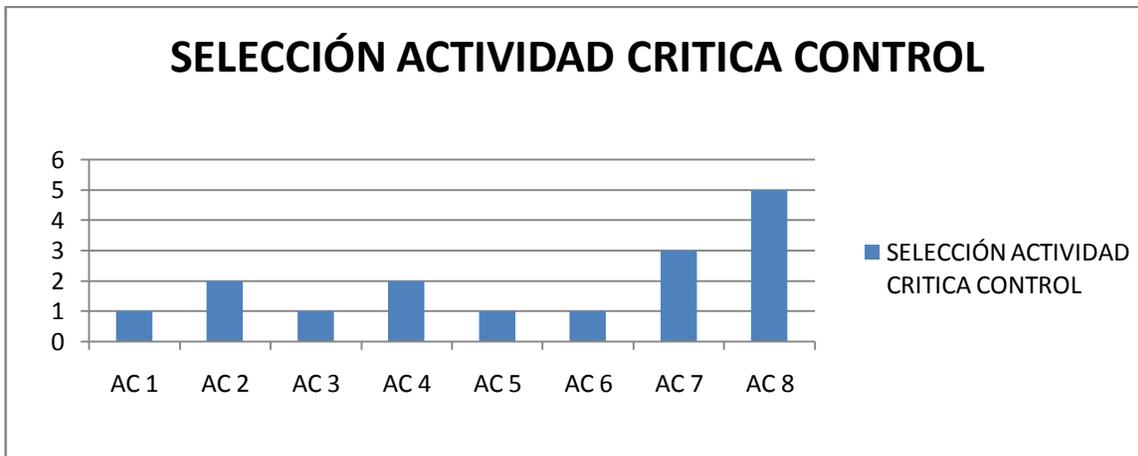
Análisis:

La representación grafica muestra que para la etapa de ejecución la actividad crítica de más relevancia fue la primera, es decir, aplicar las medidas de seguridad al momento de realizar el mantenimiento a la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, esto sucede debido a la falta de equipos de protección personal.

Tabla 6.8 Resultados de la Encuesta para la Etapa de Control del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Nº AC	ETAPA Nº 2 : CONTROL	Nº Actividad critica seleccionada
AC 1	Mantener actualizados los historiales y gestionar acciones preventivas y predictivas	1
AC 2	Integración de cada uno de los departamentos para manejar los reportes de mantenimiento	2
AC 3	Validar los procedimientos que se generan durante la ejecución del mantenimiento	1
AC 4	Vigilar que se cumplan en su totalidad las actividades específicas de cada Departamento	2
AC 5	Integrar el Sistema de Administración de Operaciones con reporte de Anomalías	1
AC 6	Gestionar ante la Gerencia de Operaciones las necesidades de cada uno de los Departamentos	1
AC 7	Corroborar que se estén cumpliendo los indicadores	3
AC 8	Vigilar por la aplicación de la Norma COVENIN 2634 relativo a las Plantas De Aguas Negras	5

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 6.4 Representación Gráfica de los resultados de la encuesta en la Etapa de Control

Fuente: Elaboración propia

Análisis:

La representación gráfica muestra que para la ultima etapa del mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras resulto como actividad crítica la dos ultimas, verificar que se estén cumpliendo los indicadores y vigilar por la aplicación de la norma 2634 relativo a las Plantas de Aguas Negras; esta debilidad en el control es bastante delicada pese a que si no se aplica esta norma el mantenimiento de la Planta por ende se ve afectado trayendo como consecuencia la paralización de esta, en función de ello deben aplicarse medidas que solucionen esta problemática así como ampliar la cantidad de indicadores y considerar la importancia de estos en el control del mantenimiento de la Planta.

6.2.3. Paso Nº 3: Establecer Objetivos y Metas del Desempeño.

Este paso tiene como objetivo establecer los objetivos y metas del desempeño para cada actividad crítica identificada en las etapas de Planificación, Programación, Ejecución y Control perteneciente a la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

➤ **Planificación del Mantenimiento de de la Planta de Tratamiento Aguas Negras.**

Tabla 6.9 Objetivo y Meta de Desempeño del Indicador propuesto en la Etapa de Planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

Nº	OBJETIVO	META DE DESEMPEÑO
1	Reunir la información de todos los Departamentos para elaborar la planificación	100%

Fuente: *Elaboración propia*

➤ **Programación del Mantenimiento de de la Planta de Tratamiento Aguas Negras**

Tabla 6.10 Objetivo y Meta de Desempeño del Indicador propuesto en la Etapa de Planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Nº	OBJETIVO	META DE DESEMPEÑO
1	Elaborar y entregar los programas de trabajo de cada Departamento a Planificación.	100%

Fuente: *Elaboración propia*

➤ **Ejecución del Mantenimiento de de la Planta de Tratamiento Aguas Negras**

Tabla 6.11 Objetivo y Meta de Desempeño del Indicador propuesto en la Etapa de Ejecución del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Nº	OBJETIVO	META DE DESEMPEÑO
1	Aplicar las medidas las de seguridad y protección personal al momento de realizar las labores de mantenimiento en la PTAN	100%

Fuente: *Elaboración propia*

➤ **Control del Mantenimiento de de la Planta de Tratamiento Aguas Negras**

Tabla 6.12 Objetivo y Meta de Desempeño del Indicador propuesto en la Etapa de control del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

Nº	OBJETIVO	META DE DESEMPEÑO
1	Corroborar que se estén cumpliendo los indicadores	100%
2	Vigilar por la aplicación de la Norma COVENIN 2634 relativo a las Plantas De Aguas Negras	100%

Fuente: Elaboración propia

6.2.4. Paso Nº 4: Establecer Mediciones del Desempeño.

La finalidad de este paso es establecer las mediciones del desempeño de cada indicador identificado, es decir, se establecen aspectos como la data, que consiste en especificar la información con la cual se realizan las mediciones, el sensor, que es donde se registran los resultados del indicador, la frecuencia de medición, que varía de acuerdo a cada indicador y los factores que influyen en el cumplimiento de las metas establecidas para los indicadores propuestos para cada etapa del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras teniendo en cuenta que permite la efectividad de los objetivos y metas planteados, también genera reportes para el análisis y la toma de decisiones, asimismo da a conocer comparaciones de resultados actuales con periodos anteriores.

❖ **Planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.**

Tabla 6.13 Mediciones del Desempeño del Indicador de Cumplimiento de la Planificación del Mantenimiento de la Planta de Aguas Negras

Porcentaje del cumplimiento de la Planificación del mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras
Expresión Matemática
$\%PMPTAN = \frac{\sum_{i=1}^N APE_i}{API} \times 100$
CPMPTAN: Cumplimiento de la Planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras. APE _i : Actividades Planificadas Ejecutadas en el período. Ap _i : Actividades Planificadas en el período
Mediciones del Desempeño
Data: Número de actividades realizadas en el período. Sensor: Informe de Gestión. Frecuencia: Trimestral. Factores: Deficiencia en la coordinación de los Departamentos involucradas, Deficiencia en los mecanismos de control y seguimiento.

Fuente: *Elaboración propia*

Programación para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Tabla 6.14 Mediciones del Desempeño del Indicador de Oportunidad de entrega de programación de mantenimiento.

% Oportunidad de Entrega de Programación de Mantenimiento
Expresión Matemática
$\%OEPA = \left \left[1 - \left(\frac{TRPA - TPAP}{TPAP} \right) \right] \times 100 \right $
Leyenda
OEPA: Oportunidad en la entrega de la programación de actividades TRPA: Tiempo real de entrega de las programación de actividades. TPAP: Tiempo programado de las actividades programadas.
Mediciones del Desempeño
. Data: Tiempos de entrega de los programas de trabajo. Sensor: Informe de Gestión. Frecuencia: mensual (Programa de Trabajo Específico) y Bimensual (Programa de Trabajo General). Factores: Demoras en la elaboración y entrega de los Programas de Trabajo

Fuente: Elaboración propia

❖ **Ejecución del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras**

Tabla 6.15 Mediciones del Desempeño del Indicador de eficacia de ejecución de programación de mantenimiento

%Eficacia de la Ejecución del mantenimiento de la PTAN
Expresión Matemática
$\%EMPTAN = \left[1 - \left(\frac{Has. Ejecutadas - Has. Programadas}{Has. Programadas} \right) \right] \times 100$
Leyenda
EMPTAN: Eficacia del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras
Mediciones del Desempeño
<p>Data: Actividades ejecutadas reportadas en los Informes de Avance mensual y trimestral. Sensor: Informe de Gestión. Frecuencia: mensual y trimestral. Factores: problemas de acceso a equipos de seguridad para el cumplimiento de las actividades</p>

Fuente: *Elaboración Propia*

❖ **Control de la Gestión de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.**

Tabla 5.16 Mediciones del Desempeño del Indicador de Oportunidad en la Implementación de Acciones Preventivas y predictivas sobre la gestión del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

%Oportunidad en la Implementación de Acciones Preventivas sobre la Gestión del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras
$\%OIAP = \left[1 - \left(\frac{TRIAP - TPIAP}{TPIAP} \right) \right] \times 100$
Leyenda
OIAP: Oportunidad en la Implementación de Acciones Preventivas. TRIAP: Tiempo real de Implementación de Acciones Preventivas. TPIAP: Tiempo programado de Implementación de Acciones Preventivas.
Mediciones del Desempeño
Data: Tiempos para implementar acciones preventivas y predictivas Sensor: Informe de Gestión. Frecuencia: mensual y trimestral Factores: Tiempo empleado para identificar las acciones preventivas, mala selección de la acción preventiva, planificación inoportuna.

Fuente: *Elaboración Propia*

6.2.5. Paso Nº 5: Asignar Responsables.

En este paso se asignan los responsables de recoger los datos, analizar y reportar los resultados, comparar los resultados obtenidos con las metas, determinar la necesidad de acciones correctivas y hacer los cambios (en caso de que se requieran), para cada indicador propuesto en las etapas del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras perteneciente a la Central Hidroeléctrica “Antonio José De Sucre”

❖ **Planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.**

Tabla 6.17 Responsables del Indicador Propuesto en la Etapa de Planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Proceso	Actividad Crítica	Medida de Desempeño	Responsable
Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras	Reunir la información de todos los Departamentos para elaborar la planificación	% Cumplimiento de la Planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras	Departamento de Ingeniería de Mantenimiento.

Fuente: *Elaboración Propia*

❖ **Programación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.**

Tabla 6.18 Responsables del Indicador Propuesto en la Etapa de Programación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

Proceso	Actividad Crítica	Medida de Desempeño	Responsable
Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras	Elaborar y entregar los programas de trabajo de cada Departamento a Planificación.	% Eficacia de la Programación del mantenimiento de la PTAN	Departamento de Mantenimiento Mecánico, Eléctrico y Planta Física.

Fuente: *Elaboración Propia*

Ejecución del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Tabla 6.19 Responsables del Indicador Propuesto en la Etapa de ejecución del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Proceso	Actividad Crítica	Medida de Desempeño	Responsable
Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras	Aplicar las medidas las de seguridad y protección personal al momento de realizar las labores de mantenimiento en la PTAN	Eficacia de la Ejecución del mantenimiento de la PTAN	Departamento de Mantenimiento Mecánico, Eléctrico y Planta Física.

Fuente: Elaboración Propia

➤ Control del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Tabla 6.20 Responsables del Indicador Propuesto en la Etapa de Control del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

Proceso	Actividad Crítica	Medida de Desempeño	Responsable
Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras	Corroborar que se estén cumpliendo los indicadores	% Oportunidad en la Implementación de Acciones Preventivas sobre la Gestión del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras	Departamento de Ingeniería de Mantenimiento, Mantenimiento Mecánico, Eléctrico y Planta Física.
Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras	Vigilar por la aplicación de la Norma COVENIN 2634 relativo a las Plantas De Aguas Negras	% Oportunidad en la Implementación de Acciones Preventivas sobre la Gestión del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras	Departamento de Ingeniería de Mantenimiento, Mantenimiento Mecánico, Eléctrico y Planta Física.

Fuente: Elaboración Propia

6.3. Establecer Plan de Mantenimiento.

La finalidad de este paso es establecer las acciones necesarias para optimizar las labores preventivas y predictivas, se establecen actividades específicas que debe realizar cada departamento responsable de la Planta así como la frecuencia con las que deben ser realizadas durante el año. El programa de inspección de los equipos de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras se realizó en correlación con el programa de mantenimiento preventivo con el objetivo de disminuir los tiempos de mantenimiento y facilitar su ejecución y programación. Los registros de los datos obtenidos en la planilla de inspección de mantenimiento predictivo serán vaciados y almacenados en un programa de computación (Excel), el programa de inspección creado para los equipos de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras es un documento que indica cada una de las inspecciones que deben efectuarse a los equipos además define la unidad de medida de la variable a inspeccionar, la frecuencia de inspección, y el Departamento especializado de realizar la inspección. Las inspecciones de acuerdo al estado y operación de los equipos se clasifican en inspecciones rutinarias y especiales, una inspección rutinaria puede efectuarse cada 250 horas y con el equipo en operación, mientras que una inspección especial se caracteriza por efectuarse con el equipo fuera de operación cada 500 horas de funcionamiento generando guías de inspección especial y rutinaria. Las inspecciones para un equipo se desglosan como se muestra en la figura que se presenta a continuación:



Fig. 6.2 Diagrama de programa de inspección
Fuente: Elaboración Propia

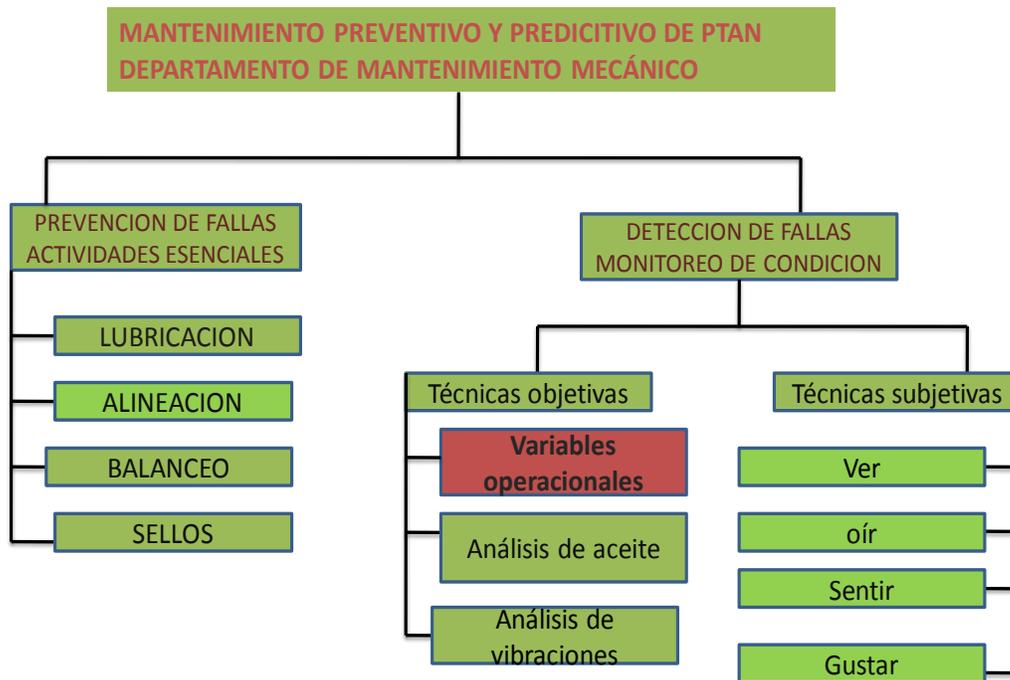


Fig. 6.3 Actividades generales de Mantenimiento Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

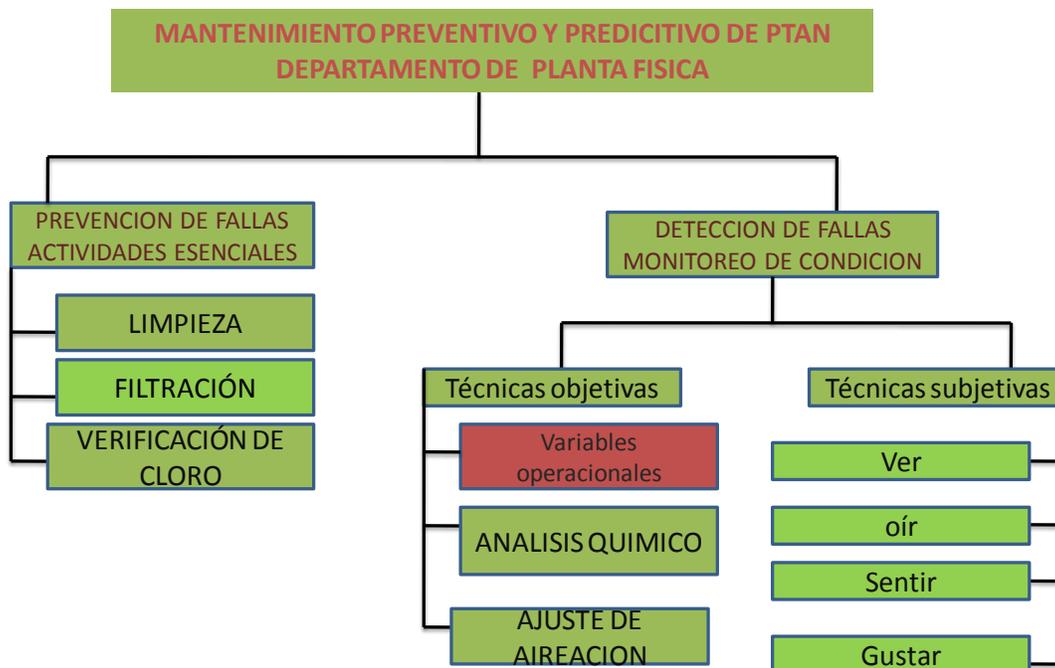


Fig. 6.4 Actividades generales de Planta Física

Fuente: Elaboración Propia

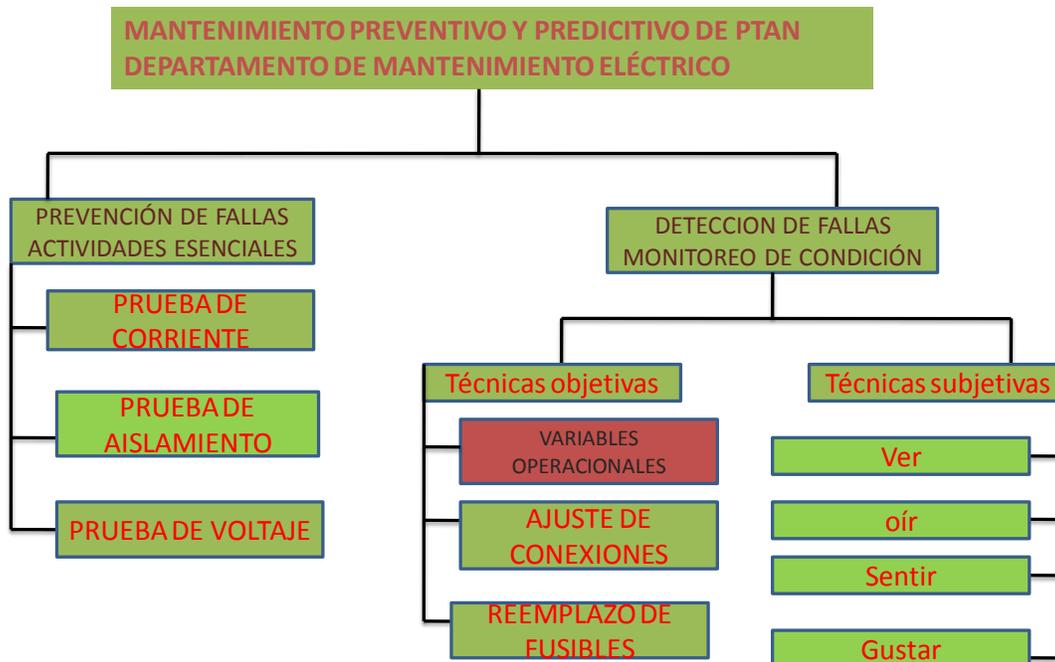


Fig. 6.4 Actividades generales de Mantenimiento Eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

6.4. Actividades específicas del Mantenimiento rutinario de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

Los equipos de la Planta de Tratamiento requieren cierto grado de mantenimiento al igual que ocurre en todo tipo de instalación. Las plantas JET han sido diseñadas para operar bien con un mínimo de mantenimiento. Los pasos que se indican el servicio no son difíciles pero absolutamente necesarios para garantizar una operación adecuada y una larga duración de la Planta.

Se debe desconectar la energía antes de realizar inspecciones en los equipos mecánicos y eléctricos. Debido a que el motor y el soplador están controlados automáticamente se deben mantener las manos y otros objetos lejos del equipo hasta tanto no se haya desconectado el interruptor principal en el tablero de control.

6.4.1. Soplador:

Para el suministro de aire a la Planta se utilizan sopladores de desplazamiento positivo. Estos sopladores contienen dos impulsores montados en ejes paralelos los cuales giran en dirección opuesta. Al pasar el impulsor por la boca de succión de la carcaza atrapa una pequeña cantidad de aire entre este y la carcaza, y lo desplaza hasta la salida para descargarlo.



Fig. 6.2. Flujo de aire del soplador

Fuente: Manual de mantenimiento de la PTAN

Se instalan engranajes en el extremo de cada eje para controlar la posición de los impulsores y así mantener el intersticio necesario garantizando eficiencia máxima en el suministro de aire, mínimo desgaste y larga vida. Como no existe el contacto de metal con metal, la lubricación interna no es necesaria, así tampoco la impermeabilidad es requerida. Así aun el soplador no es capaz de soplar líquidos.

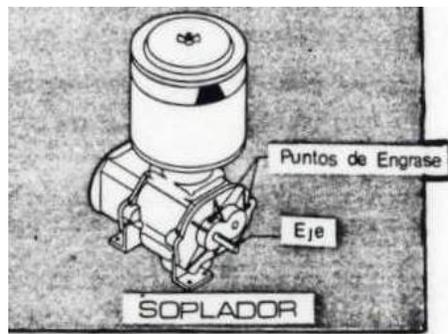


Fig.6.3 partes externas del soplador

Fuente: Manual de Mantenimiento de la PTAN

Las municioneras en el extremo de la carcasa son lubricadas por salpicado de aceite de la caja de engranajes, pero las municiones en el extremo del eje de conducción deben lubricarse manualmente con grasa todos los meses, se utiliza pistola de engrase y una buena grasa para municioneras que soporten temperaturas de por lo menos 275 ° F. Se deben reponer los tapones una vez concluido el servicio.



Fig.6.4 Lubricación de engranajes del soplador

Fuente: Manual de Mantenimiento de la PTAN

Cuando se contemple tener la unidad parada por más de 72 horas debe ser limpiada con una mezcla de más de 50 % de aceite NRO 20 y 50 % de kerosén. Esto se realiza de la manera siguiente: se desmonta el filtro el soplador se vierte por la succión la mezcla de aceite/ kerosén, se monta nuevamente el filtro y se da manualmente varias vueltas a la polea antes de poner la unidad en marcha nuevamente.

6.4.2. Motor:

Se limpia todo el polvo acumulado en la rejilla de ventilación de la camisa del motor por lo menos una vez al mes

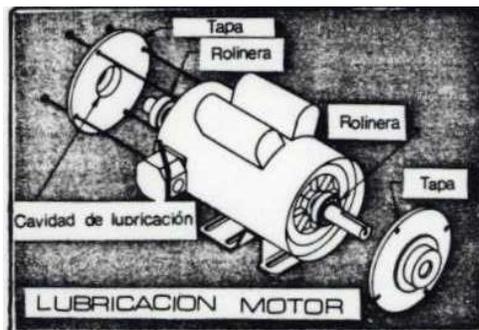


Fig.6.5 partes externas del motor

Fuente: Manual de Mantenimiento de la PTAN

Las municioneras del motor deben lubricarse cada cinco años. Para hacer esto se desmonta el motor y las tapas, se retira la grasa vieja y se limpian bien las municiones y las tapas, se coloca gras nueva GE D6 A205 o su equivalente y se llena el recipiente de grasa hasta un 1/3 de nivel.

6.4.3 Poleas y correas V:

Las poleas y correas "V" se utilizan para conducir la energía del motor al soplador. Las correas deben mantenerse ajustadas suficientemente para evitar el deslizamiento. Nunca se deben tensar las correas en exceso puesto que esto reduce su vida útil. Se pueden alinear colocando un nivel a ras con las dos poleas, se aflojan los tornillos de la base del motor y se mueve este hasta que se encuentre a ras con el nivel

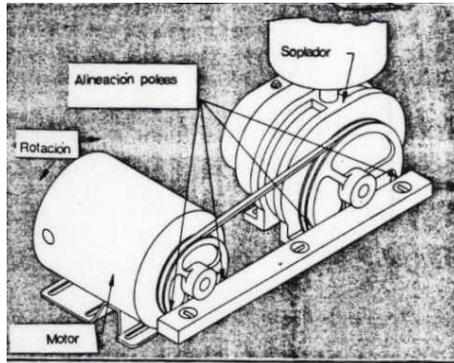


Fig.6.6 Sistema de acople del motor y soplador

Fuente: Manual de Mantenimiento de la PTAN

Los filtros de succión se instalan con el objeto de reducir el ruido y filtrar el aire. Los filtros deben limpiarse mensualmente, se sumerge en kerosén y se deja medio día y luego se sopla hasta secarlo con aire a presión.

6.4.4 Relojes de tiempo

Un reloj viene instalado en el tablero eléctrico con el objetivo de alternar automáticamente los motores de los sopladores. El motor contiene disparadores en el dial que le permite una operación variable de pare y arranque ajustable en periodos de 15 minutos a lo largo de todo el día. Se deben revisar anualmente los disparadores de los relojes para determinar que estén haciendo contacto o desconectados. Si no están haciendo contacto pueden arrancar los sopladores cuando deberían estar en periodo de pare o viceversa. También se debe revisar los terminales de contacto una vez al año para asegurarse de que no se hayan aflojado. El soplador esta en “arranque” cuando el disparador del reloj esta fuera y en “pare” cuando esta dentro.

CONCLUSIONES:

Del trabajo realizado para evaluar la Gestión del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, se pudo concluir lo siguiente:

- 1.- En base al Proceso de gestión de mantenimiento actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras” se llegó a la conclusión de que este mantenimiento requiere de la realización de cuatro etapas, Planificar, Programar, Ejecutar y Controlar la Gestión, además se identificaron cada una de las actividades que forman parte de cada etapa y que resultan claves para llevar a cabo de manera adecuada el servicio.
- 2.- Se aplicó una encuesta estructurada, al personal involucrado en el mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, para evaluar las actividades críticas o factores claves de éxito de cada etapa del servicio y que resulten medibles a través de la utilización de indicadores.
- 3.- Se realizó un Análisis FODA, para identificar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas en cada etapa del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras en base a esto se propusieron estrategias orientadas a disminuir las desviaciones existentes en la ejecución del referido mantenimiento.
- 4.- El diseño del sistema para evaluar la gestión de este mantenimiento, responde al control que requieren las actividades consideradas críticas para realizar este servicio, como lo son la planificación del mantenimiento, la entrega de las especificaciones técnicas, la entrega de los programas de trabajo, la coordinación entre los distintos Departamentos, la ejecución de las labores de mantenimiento y la implementación de acciones preventivas sobre la gestión.
- 5.- Utilizando una metodología tomada del libro “*How to Measure Performance, A Handbook of Techniques and Tools*” (Cómo medir el Rendimiento, Manual de Técnicas y Herramientas), se definieron a través de once pasos, los indicadores identificados que se requieren para evaluar la Gestión del Mantenimiento de La Planta de Tratamiento de Aguas Negras
- 6.- En base a la Implementación del Sistema de Gestión de la Calidad emprendido por CORPOELEC, se utilizó la plantilla de Normalización de Indicadores, para normalizar

los indicadores propuestos para evaluar la Gestión de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

7.- La implementación permitirá medir el desempeño del servicio y en base a esto, tomar decisiones y medidas oportunas orientadas a alcanzar los objetivos estratégicos establecidos en la División de Operaciones.

RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones obtenidas, se recomienda lo siguiente:

- 1.- Adaptar las etapas pertenecientes, de acuerdo a las modificaciones que surjan para mejorar el desempeño del mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras con la finalidad de mejorar continuamente las actividades desempeñadas para ejecutar el mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras
- 2.- Aplicar frecuentemente encuestas al personal involucrado en el Mantenimiento a fin de identificar otras actividades relevantes que se puedan controlar utilizando indicadores.
- 3.- Implementar técnicas de capacitación del personal que faciliten el desenvolvimiento de las actividades involucradas en el servicio, así como también, las estrategias propuestas en la Matriz FODA, para cada etapa del la Planta de Tratamiento de Aguas Negras con el objetivo de disminuir o evitar las desviaciones que impiden que el servicio se realice oportunamente.
- 4.- Actualizar constantemente las variables necesarias para medir los indicadores propuestos para evaluar la planificación del mantenimiento, la entrega de los programas de trabajo, , la ejecución de las labores de mantenimiento y la implementación de acciones preventivas sobre la gestión con la finalidad de obtener resultados precisos que orienten a la División de Operaciones a la toma de decisiones y a la implementación de estrategias que controlen las metas de desempeño establecidas para cada indicador.
- 5.- Dar a conocer la metodología empleada para definir los indicadores para la Planta de Tratamiento de Aguas Negras con el objetivo de que el personal defina indicadores que midan otras actividades de importancia en la unidad.
- 6.- Revisar y actualizar los indicadores normalizados para el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras de acuerdo al proceso de mejora continua basado en la implementación del Sistema de Gestión de CORPOELEC..
- 7.- Implementar el Sistema Diseñado para Evaluar la Planta de Tratamiento de Aguas Negras lo más pronto posible, con el objetivo de medir el desempeño del mantenimiento

ejecutado y tomar decisiones oportunas que eviten desviaciones en este mantenimiento de vital importancia para CORPOELEC.

BIBLIOGRAFÍA

✓ **BARCELO, D (2013).**

Propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo para Motores de los equipos eléctricos Auxiliares de Casa de Maquinas N°2 de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre”-Macagua, CORPOELEC.

✓ **CABELLO, D. (2004).**

Elaboración de Rutinas de Mantenimiento preventivo para los equipos auxiliares eléctricos de la Central Hidroeléctrica 23 de Enero “MACAGUA” CVG EDELCA.

✓ BOULCY, F. Gestión del Mantenimiento, Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR, 1999 Madrid. España.

✓ Cómo Definir Indicadores. Octubre 2005. [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.gestiopolis.com/canales5/ger/gksa/90.htm>

✓ CESPEDES, P y TORO, J (2001) Metodología para medir Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad en Mantenimiento. Universidad EAFIT Medellín Colombia.

✓ **El Sistema de Control de Gestión. Conceptos básicos para su diseño.** Septiembre de 2003. [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/67/siscontrges.htm>

✓ **DUFFUA, R (2002).** Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control México: EDITORIAL Limusa.

✓ ***How to Measure Performance, A Handbook of Techniques and Tools*** (Cómo medir el Rendimiento, Manual de Técnicas y Herramientas). Octubre de 1995. [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.lnl.gov/PBM/hanbook>

- ✓ Mantenimiento Industrial. [Página Web en línea]. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento>
- ✓ Mantenimiento y Seguridad Industrial. [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>
- ✓ **Narváez, Rosa.). (1997)Orientaciones Prácticas para la Elaboración de Informes de Investigación.** República Bolivariana de Venezuela (Puerto Ordaz). Segunda Edición.
- ✓ **Optimización de Procesos de Mantenimiento de equipos livianos.** Disponible en:

<Http://www.mografias.com/trabajospdf4/optimización-de-procesos-mantenimiento-equipo-liviano/>

- ✓ **Plan de mantenimiento Predictivo de Equipos Pesados.** Disponible en:

<Http://www.monografias.com/trabajos87/plan-mantenimiento-predictivo-equipos-pesados-pmh-cvg-fmo-ca/>

APENDICES

ENCUESTA PARA DETERMINAR ACTIVIDADES CRÍTICAS EN LAS ETAPAS DEL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

OBJETIVO: Evaluar las actividades implícitas en el Mantenimiento de la Planta d Tratamiento de Aguas Negras, que se requieran y que sean medibles a través de indicadores.

INSTRUCCIONES DE LLENADO

El formato de la encuesta está diseñado para facilitar la selección de las actividades críticas para realizar el mantenimiento, contiene todas las actividades presentes en cada una de las etapas del servicio: Planificar, Programar, Ejecutar y Controlar, posee dos campos que se deben llenar de la siguiente manera:

- ⊕ Campo N° 1 Actividades: Contiene las actividades pertenecientes a las cuatros etapas del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.
- ⊕ Campo N° 2 ¿Considera ésta Actividad Crítica?: Marque con una equis (x), las actividades que usted considere o no, críticas para desarrollar de manera efectiva el Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.
- ⊕ (Lograr los resultados programados en el tiempo, justificando las que resulten positivas.
- ⊕ Campo N° 3 ¿Por qué considera usted ésta Actividad Crítica?: Indique porque considera la actividad crítica para el mantenimiento.

1º ETAPA:

PLANIFICAR EL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

Actividades	¿Considera esta actividad crítica?		¿Por que considera esta actividad crítica?
	si	no	
Revisar los lineamientos que rigen las actividades de la etapa de planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras			
Elaborar el Plan de Actividades			
1.2.1 Identificación de los trabajos a realizar por cada Departamento			
1.2.2 Estimación de la fecha de inicio de los trabajos a ejecutar.			
1.2.3 Elaboración de los programas de trabajo a realizar			
1.2.4 Solicitud de permisos y notificaciones a Servicios Generales para la ejecución del mantenimiento.			
1.2.5 Validación por servicios Generales de Los trabajos a realizar y aprobación de los mismos.			
1.2.6 Ejecución de las labores de Mantenimiento			

2da ETAPA:

PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

Actividades	¿Considera esta actividad crítica?		¿Por que considera esta actividad crítica?
	si	no	
Identificar los requerimientos de los trabajos a realizar por cada departamento para determinar las herramientas necesarias para la ejecución de los mismos.			
Determinar las necesidades de los repuestos y equipos que se necesitan para mantener los equipos			
Determinar las actividades mas criticas que necesitan ser atendidas con prioridad			
Estimar la fecha de inicio para la ejecución de los trabajos.			
Formular el presupuesto para determinar los costos del Mantenimiento de la PTAN			
Elaborar y entregar los programas de trabajo a cada Departamento			
Validar el plan de acción.			

3rª ETAPA:

**EJECUTAR EL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
NEGRAS**

Actividades	¿Considera esta actividad crítica?		¿Por que considera esta actividad crítica?
	si	no	
Solicitar la charla de seguridad y requisitos mínimos de seguridad al departamento de Protección Integral			
Realizar reunión con servicios generales para abrir el permiso para iniciar el trabajo de Mantenimiento.			
Ejecutar las labores de Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras			
Registrar las actividades ejecutadas durante el mantenimiento preventivo de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras			
Evidenciar las condiciones encontradas y el estado final luego del mantenimiento			
Levantar reporte de las condiciones encontradas			
Realizar un registro de los trabajos ejecutados			

4^a ETAPA

CONTROLAR EL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

1 Actividades	¿Considera esta actividad crítica?		¿Por que considera esta actividad crítica?
	si	no	
Mantener actualizados los historiales y gestionar acciones preventivas y predictivas			
Integración de cada uno de los departamentos para manejar los reportes de mantenimiento			
Validar los procedimientos que se generan durante la ejecución del mantenimiento			
Vigilar que se cumplan en su totalidad las actividades específicas de cada Departamento			
Integrar el Sistema de Administración de Operaciones con reporte de Anomalías			
Gestionar ante la Gerencia de Operaciones las necesidades de cada uno de los Departamentos			
Corroborar que se estén cumpliendo los indicadores			
Vigilar por la aplicación de la Norma COVENIN 2634 relativo a las Plantas De Aguas Negras			

Definición de términos claves.

Anomalía: Degradación de una condición física o funcional del equipo, sistema o instalación que no interrumpe su funcionamiento.

Árbol de factores: Diagrama sistemático que identifica las causas potenciales de desviación del indicador, desplegada por niveles que van de lo general a lo específicos.

Árbol de subdivisión: Diagrama sistemático que subdivide en partes dependientes un indicador, mostrando los diferentes escenarios donde puede analizarse y medirse desplegada mente el indicador.

Consideraciones de gestión: Son criterios de evaluación del indicador para determinar los niveles de aceptación de los resultados del mismo.

Expresión conceptual: Parte de la definición del indicador que describe el tipo de relación de las variables que lo conforman.

Expresión matemática: Parte de la definición del indicador que establece la forma de cálculo del mismo. Esta se señala mediante una formula del indicador.

Indicador: Relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto de objetivos y metas previstas e influencias esperadas.

Mantenimiento: Es el conjunto de acciones que permiten conservar o restablecer las condiciones físicas y funcionales de un equipo, sistema o instalación a un estado específico.

Mantenimiento Preventivo: Tipo de mantenimiento que se ejecuta en un equipo, sistema o instalación para conservar sus condiciones físicas y funcionales, buscando evitar su falla y corregir sus anomalías.

Niveles de referencia: Valor con el cual se compara el resultado del indicador, este puede ser histórico, planificado, diseño, competencia, entre otros.

Rango de desempeño: valores sectorizados por bandas establecidos para comparar y evaluar el resultado del indicador.

Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGM): Es el conjunto de aplicaciones y métodos formado por el Software de Mantenimiento: las funcionalidades PM, QM y PS y su integración natural en el sistema ERP SAP /R3; los Procedimientos transaccionales de

la gestión de mantenimiento, la documentación de ayuda, el Modelo de Gestión de Mantenimiento configurado en la plataforma SAP y los respectivos roles definidos para su uso.

Normalización del indicador

Eficacia en el mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras

Definición conceptual

Determina la relación porcentual entre el total actividades ejecutadas, y el total de anomalías de puntos calientes acumuladas en el período, asociadas a equipos, sistemas e instalaciones.

Expresión matemática

$$\%PMPTAN = \frac{\sum_{i=1}^N APE_i}{API} \times 100$$

Donde:

CPMPTAN: Cumplimiento de la Planificación del Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras.

APE_i: Actividades Planificadas Ejecutadas en el período.

API: Actividades Planificadas en el período

Unidad de medida:

Porcentaje %

<p>Bajo control</p> 	<p>El valor del indicador se encuentra dentro del rango de control, no requiriéndose tomar acciones.</p>	<p>Índice \geq 80 %</p>
<p>En Alerta</p> 	<p>El valor del indicador se encuentra dentro del rango de alerta, requiriéndose mayor seguimiento y eventualmente tomar acciones preventivas.</p>	<p>$70\% \leq$ Índice $<$ 80%</p>
<p>Fuera de Control</p> 	<p>El valor del indicador se encuentra fuera de control, requiriéndose tomar acciones correctivas</p>	<p>Índice $<$ 70 %</p>

ANEXOS

Vista lateral de la Planta de Aguas Negras



Bomba de descarga



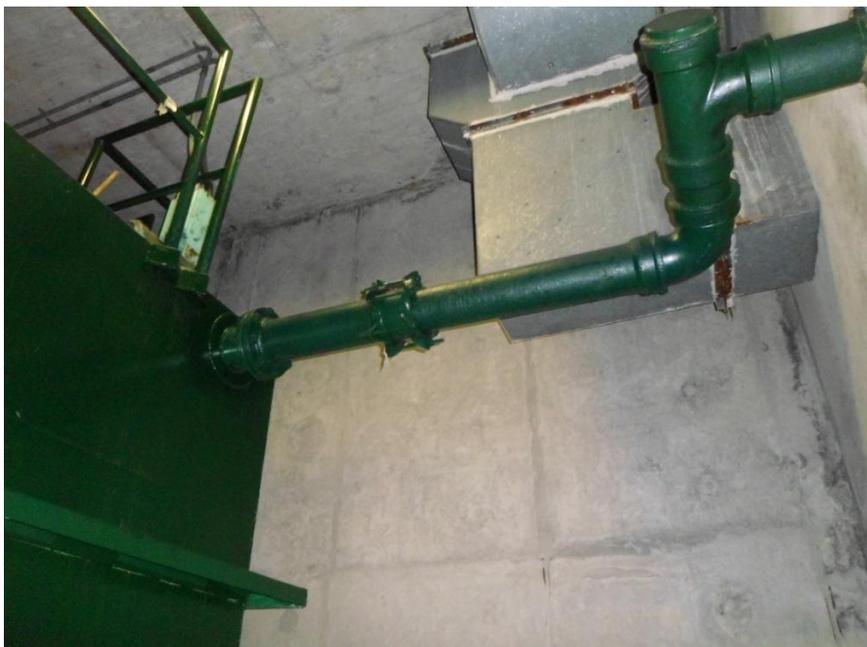
Descarga de Aguas Tratadas



Dosificador de cloro



Entrada de aguas negras.



Motor inyector de aire (Sopladores)



Sopladores



Tableros eléctricos de control



MODELO DE UN PROGRAMA DE ACTIVIDADES PARA MANTENIMIENTO MECANICO

									
PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES TRIMESTRALES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO MECÁNICO									
Nº	ACTIVIDAD	TRIMESTRE 1		TRIMESTRE 2		TRIMESTRE 3		TRIMESTRE 4	
		PROG	EJEC	PROG	EJEC	PROG	EJEC	PROG	EJEC
1	Limpiar externamente las bombas, motores y drenajes								
2	Revisar e inspeccionar los sellos								
3	Desenroscar caja de sellos de la bomba								
4	Engrasar rodamientos con Grasa EP2								
5	Verificar en los sopladores la tensión de las correas								
6	Verificar que los sopladores estén libres de obturaciones, girándolos manualmente.								
7	Verificar el nivel de aceite en los sopladores								
8	Engrasar las municioneras de los sopladores en el extremo del eje de conducción								

MODELO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD

 PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES TRIMESTRALES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ELECTRICO									
Nº	ACTIVIDAD	TRIMESTRE 1		TRIMESTRE 2		TRIMESTRE 3		TRIMESTRE 4	
		PROG	EJEC	PROG	EJEC	PROG	EJEC	PROG	EJEC
1	Revisión de los tableros de control de parada y arranque de las bombas								
2	Verificar niveles de tensión y corriente								
3	Ajuste del reloj de tiempo de parada y arranque de las bombas.								
4	Verificación y remplazo de plomos eléctricos.								
5	Reemplazo de fusibles quemados								
6	Limpieza de ventilación de los motores								
7	Ajuste de conexiones en los tableros de control.								

MODELO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA DEPARTAMENTO DE PLANTA FISICA

 PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES TRIMESTRALES DEPARTAMENTO DE PLANTA FISICA									
Nº	ACTIVIDAD	TRIMESTRE 1		TRIMESTRE 2		TRIMESTRE 3		TRIMESTRE 4	
		PROG	EJEC	PROG	EJEC	PROG	EJEC	PROG	EJEC
1	Programación de actividades								
2	Limpieza de las tolvas								
3	Ajuste de las válvulas de control de aire								
4	Inspección del retorno de lodos								
5	Limpieza y ajuste del vertedero								
6	Limpieza del tanque de sedimentación								
7	Inspección de las válvulas de aire								