



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Mecánica Industrial

**GESTIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA TOMA DE
DECISIONES DEL DEPARTAMENTO DE SUPERINTENDENCIA DEL
INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN –INDE–**

Juan Carlos Sintú Pérez

Asesorado por el Ing. Jairo Valentín Arcia Reyes

Guatemala, julio de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GESTIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA TOMA DE
DECISIONES DEL DEPARTAMENTO DE SUPERINTENDENCIA DEL
INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN –INDE–**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN CARLOS SINTÚ PÉREZ

ASESORADO POR EL ING. JAIRO VALENTÍN ARCIA REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes
EXAMINADORA	Inga. Maira Saadeth Arreaza Martínez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

GESTIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES DEL DEPARTAMENTO DE SUPERINTENDENCIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN –INDE-

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial, con fecha 19 de febrero de 2010.



Juan Carlos Sintú Pérez

Guatemala 12 de Noviembre 2010

Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Director de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Usac

Por este medio hago de su conocimiento que he tenido a bien revisar el trabajo de graduación del estudiante universitario **JUAN CARLOS SINTU PEREZ** con carnet 96-17210 que tiene como título "GESTION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES DEL DEPARTAMENTO DE SUPERINTENDENCIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION" -INDE-. Previo a obtener el título de **INGENIERO INDUSTRIAL**. Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con lo establecido y recomiendo la aprobación del mismo, por lo cual doy mi respectiva aprobación.

Sin otro particular, me suscribo de usted

Atentamente



Jairo Valentin Arcia Reyes
Ingeniero Industrial
Colegiado 7231

Ing. Jairo Valentin Arcia Reyes
INGENIERO INDUSTRIAL
Col. 7231



REF.REV.EMI.033.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **“GESTIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES DEL DEPARTAMENTO DE SUPERINTENDENCIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN”**. –INDE–, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Sintú Pérez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Miriam Patricia Rubio Contreras
INGENIERA INDUSTRIAL
CQL. 4074

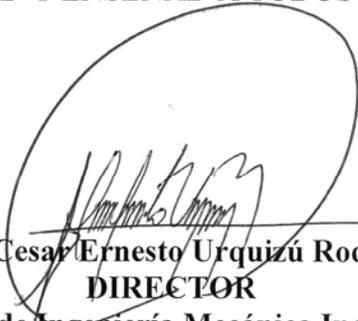
Guatemala, marzo de 2011.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **GESTIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES DEL DEPARTAMENTO DE SUPERINTENDENCIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN -INDE-**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Sintú Pérez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2011.

/mgp



DTG. 231.2011.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **GESTIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES DEL DEPARTAMENTO DE SUPERINTENDENCIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN – INDE** -, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Sintú Pérez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos
Decano



Guatemala, 04 de julio de 2011.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme vida, sabiduría, protección y bendiciones.
Mis padres	Valentín de Jesús Sintú Reyes y Alberta Lidia Pérez Gregorio por su amor, consejos, apoyo y comprensión.
Mi esposa	Paola de los Ángeles Elizabeth Hernández Chávez por brindarme su amor, compañía y apoyo para obtener esta meta.
Mis suegros	Gerardo Hernández y Gloria Chávez, por su apoyo y comprensión.
Mis hermanos	Eddy, Marvin, Azucena, por apoyarme incondicionalmente en este proceso.
Mis cuñados	Sabrina, Joel y Alma por sus anhelos y deseos.
Mis sobrinos	Briseida, Claudia, Andrea, Angelito, Samuel y Esteban por llenar de alegría mis días.
Mis abuelas	Vitalina Gregorio, Emilia Granados por sus bendiciones, consejos y apoyo.
Mis tíos	Por sus deseos, en especial a Maggy Chávez.

Mi asesor

Ing. Jairo Arcia por sus consejos y enseñanza.

El Ingeniero

Calixto Palacios, por su amistad incondicional, su apoyo, su enseñanza y consejos en este proceso.

Mis amigos

Por apoyarme a lo largo de esta etapa en especial a Otto Osorio, Jaime, Ángel, Otto Bosque, Hugo, Víctor, Ever y Eddy, gracias por su amistad y consejos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. TEMÁTICA DEL MANTENIMIENTO	
1.1. El mantenimiento en el nuevo siglo	1
1.1.1. Terminología del mantenimiento	1
1.1.2. La mejora productiva en mantenimiento	6
1.2. Planificación y programación del mantenimiento	7
1.2.1. Propósito del mantenimiento	7
1.2.2. Gestión económica de mantenimiento	7
1.3. Análisis de la situación actual en la que se encuentra la SOM	10
1.3.1. Análisis interno	10
1.3.2. Cultura organizacional	11
2. DIAGNÓSTICO DE LA SOM (Superintendencia de Operación y Mantenimiento)	
2.1. El ambiente	13
2.1.1. Identificadas	13
2.1.2. Análisis de la organización	14

2.2.	Datos básicos	14
2.2.1.	Estructura organizacional	16
2.2.2.	Fortalezas	17
2.2.3	Debilidades	18
3.	PROPUESTA DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	
3.1.	Visión	19
3.2.	Misión	19
3.3.	Evaluación del ambiente de la organización	20
3.3.1.	Recursos actuales	20
3.3.2.	Plan de acción	22
3.3.3.	Plan operativo	23
3.4.	Presupuesto	43
3.5.	Cronograma de implementación	47
3.6.	Recolección de información para la base de datos que sustente la implementación del nuevo programa	48
4.	IMPLEMENTACIÓN	
4.1.	Comprometer a la gerencia	51
4.1.1.	La educación inicial e información	52
4.1.2.	Establecimiento del sistema de trabajo y objetivos de rpm	52
4.2.	Plan estratégico	54
4.2.1.	Etapa de inducción	55
4.2.2.	Implementación	56
4.3.	Mantenimiento planeado	56
4.3.1.	Capacitación	57
4.3.2.	Seguridad y salud	59
4.3.3.	Institucionalización	59

5.	ADMINISTRACIÓN Y CONTROL	
5.1.	Funciones	61
5.2.	Fuentes de información	64
5.2.1.	Planes de trabajo formulados	66
5.2.2.	Personal convencido y motivado	70
5.3.	Revisión de información relevada	75
5.3.1.	Información fluye rápidamente	77
5.3.2.	Información esencial y confiable	78
5.4.	Seguridad laboral	78
5.5.	Visitas a las plantas	79
5.5.1.	Resultado de la información procesada	81
6.	SEGUIMIENTO	
6.1.	Plan de evaluación	83
6.1.1.	Indicadores de avance	83
6.2.	Monitoreo del cumplimiento de objetivos	85
6.3.	Diagnóstico de la implementación de la gestión del mantenimiento	86

CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura organizacional	16
2.	Cronograma de implementación	47
3.	Visitas a plantas	78
4.	Vista de generador	79

TABLAS

I.	Códigos de equipos asociados	26
II.	Códigos de identificación de sistemas	27
III.	Código de identificación por correlativo	29
IV.	Equipo	43
V.	Funcionamiento	44
VI.	Proyección inversión 2010 Equipo	44
VII.	Funcionamiento	45
VIII.	Proyección inversión 2010 – 2011 Equipo	46

GLOSARIO

Administración

El mantenimiento, como cualquier otra actividad en una industria, necesita tener un buen programa administrativo para que pueda desarrollarse con satisfacción. La administración del mantenimiento preventivo se hace con el fin de organizarlo de una manera racional entre la mano de obra y los medios técnicos, para obtener resultados óptimos con la mínima inversión en mano de obra, materiales, repuestos y servicios externos.

Análisis de fallas

Detecte los tipos de equipo que más fallas presentan, las fallas más frecuentes y sus causas raíz, incluyendo una gráfica de Pareto para mejor visualización.

Benchmarking

Término utilizado para definir un estudio realizado a una fábrica que tiene procesos similares con otra.

Confiabilidad

Es la probabilidad que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado.

Control de inventarios	Gestión de partes de repuesto, herramientas y otros materiales incluyendo reservas de materiales para trabajos determinados, registro del almacenaje de los materiales, previsión de adquisición de nuevos materiales, etc.
Diagrama de Pareto	Gráfica que compara los defectos del lote de producción con sus causas.
Equipos	Gráficas para la comparación entre equipos, grupos de equipos, centros de costo, según lo determine el usuario ya sea en actividades o costos.
Gestión de activos	Registro referente a los equipos y propiedades de la empresa, incluyendo detalles, información sobre garantías, contrato de servicio, partes de repuesto y cualquier otro parámetro que pueda ser de ayuda para la gestión. Además los <i>Software</i> también pueden generar parámetros como los índices de estado de las infraestructuras.
Gráfica de costos	Generación de consultas, gráficas y reportes relacionados con la gestión del mantenimiento, como gráficas de costos, paros.

Historia gráfica

Se deberá mostrar gráficamente la historia de mantenimientos efectuados a un equipo en un lapso de tiempo, mostrando períodos protegidos y períodos desprotegidos.

Índices de mantenimiento

El sistema deberá de calcular automáticamente tres índices de mantenimiento como mínimo, siendo estos el TMEF -Tiempo Media Entre Fallas-, el TMRP -Tiempo Medio Para Reparación- y Disponibilidad.

Mantenimiento proactivo

El Mantenimiento Proactivo utiliza técnicas que monitorean las condiciones de operación de las máquinas y equipos (mantenimiento predictivo), las cuales permiten detectar las causas que dan origen a las fallas, para eliminarlas y prolongar la vida del equipo (mantenimiento preventivo), lo cual permite además anticipar las fallas antes de que se conviertan en catastróficas. El mantenimiento proactivo se enfoca al monitoreo de las causas que originan la falla.

Mantenimiento predictivo

Se basa en el monitoreo de condición de operación, con lo cual se detectan fallas inminentes o futuras, sin interferir en la operación del equipo, por lo cual se puede programar y anticiparse a los requerimientos de mantenimiento de manera óptima.

Mantenimiento preventivo

Seguimiento de las tareas de mantenimiento, creación de instrucciones paso a paso o *checklists*, lista de materiales necesarios y otros detalles. Normalmente los *Software* programan procesos de mantenimiento automáticamente basándose en agendas o la lectura de diferentes parámetros.

Órdenes de trabajo

Asignación de recursos humanos, de material, costos, seguimiento de información relevante como causa del problema, duración de la falla y recomendaciones para acciones futuras.

RESUMEN

El mantenimiento es una disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo. El Departamento de Superintendencia de Operaciones y Mantenimiento del Instituto Nacional de Electrificación –INDE- se ha enfocado en que el mantenimiento está destinado a ser uno de los pilares fundamentales de toda empresa que se respete y que considere ser competitiva.

Por ello se implementará la gestión del mantenimiento por medio de un programa que permitirá tener el control de toda la información y actividades que se realizan en este departamento obteniendo una herramienta fundamental para tomar decisiones correctas y seguras que permitirán una mayor vida de los equipos y maquinarias con los que cuenta la institución ahorrando costos y paros innecesarios, brindado una mejor atención y servicio en su desarrollo de actividades.

El hecho de planificar y programar los trabajos de mantenimiento a grandes volúmenes de equipos e instalaciones ha visto en la automatización una oportunidad de constantes mejoras, y la posibilidad de plasmar procedimientos cada día más complejos e interdependientes. El Departamento de Superintendencia se a propuesto de mejor la mejor práctica de un mantenimiento de clase mundial, porque establece sistemas integrados, por medio de la Gestión del programa de mantenimiento con lo cual espera obtener mejor y correctas decisiones por medio de la adaptación de este sistemas de mantenimiento.

OBJETIVOS

General

Desarrollar esquemas de mantenimiento de mayor nivel practicando la ingeniería de confiabilidad, la gestión de activos, la medición de los indicadores y la gestión de la disponibilidad; así como la reducción de los costos por medio de la creación de unidades de control de calidad a través de la Gestión del programa de mantenimiento.

Específicos

1. Identificar los indicadores claves para la evaluación del desempeño de la actividad del mantenimiento.
2. Determinar las etapas de procesos de implementación del programa.
3. Determinar las herramientas administrativas que permitan apoyar al máximo la Gestión del mantenimiento.
4. Aplicar el conjunto de técnicas y herramientas de Gestión del mantenimiento en el Departamento de Superintendencia del INDE.

5. Establecer estrategias que permitan la disminución de costos obteniendo una mayor rentabilidad en la administración de recursos manejados por el Departamento de Superintendencia de operación y mantenimiento.
6. Definir la acción para la implementación de la Gestión del mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

La complejidad de la Gestión de las actividades en el mantenimiento diario, agregados al crecimiento de nuevas técnicas, herramientas y filosofías orientadas a la optimización de los medios y las instalaciones, denotan un panorama complejo para el gestor de este tipo de problemáticas.

El mantenimiento es una disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo. El Departamento de Superintendencia de Operaciones y Mantenimiento del Instituto Nacional de Electrificación –INDE- .

Se ha propuesto desarrollar el mantenimiento como uno de los pilares fundamentales de la institución para que se considere ser competitiva. Por ello se implementará la Gestión del mantenimiento por medio de un programa que está orientado a satisfacer las necesidades de aquellos Gestores-Jefes de mantenimiento que observan como la Gestión del mantenimiento en nuestros días es uno de los factores determinantes para garantizar la eficiencia productiva.

Haciéndose de una herramienta fundamental por medio de este programa que le permitirá tomar decisiones correctas y seguras que proporcionarán una mayor vida de los equipos y maquinarias con los que cuenta la institución y llevar a cabo correctamente las actividades diarias de la Gestión del mantenimiento (Planificación, Control, Seguimiento, Organización de actividades, medición y evaluación de indicadores) integrando como un proceso que busca caracterizar el estado actual y predecir el comportamiento futuro de equipos, sistemas y/o procesos, mediante el análisis del historial de fallas, y los datos de condición y datos técnicos.

Con la finalidad de identificar las acciones correctivas y proactivas que puedan efectivamente optimizar costos a través de la sistemática reducción de la ocurrencia de fallas y eventos no deseados, brindado una mejor atención y servicio.

1. TEMÁTICA DEL MANTENIMIENTO

1.1. El mantenimiento en el nuevo siglo

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas con base en, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores. Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costo, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento. Todo ello ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información.

1.1.1. Terminología del mantenimiento

Gerencia: órgano que dirige las empresas, los distintos departamentos dentro de ellas, estableciendo metas y objetivos, obteniendo resultados a través de otros.

Dirección ejecutiva: fuerza motivante que estimula y dirige la organización para lograr satisfactoriamente los objetivos a través de la ejecución eficiente y económica de sus funciones.

Funciones: fases de un trabajo distinguible de las demás.

Estructuras: relaciones entre grupos que combinan las diferentes unidades de responsabilidad.

Producción: conjunto de actividades que consumen energía, tiene materia para transformar a ésta desde una forma a otra utilizando tecnología en instalaciones apropiadas, sin afectar negativamente al medio ambiente demandando o necesitado por alguien.

Equipo: elemento que construye el todo o parte de una máquina de instalación que, por sus características, tiene datos, historial y programa reparaciones propias.

Mantenimiento correctivo: comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifican en:

No planificado: es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencias ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales).

Planificado: se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Mantenimiento preventivo: cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de: prevenir la ocurrencia de fallas. Se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo. Se basa en la confiabilidad de los equipos, sin considerar las peculiaridades en una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

Detectar las fallas antes de que éstas causen una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condiciones de los equipos. También conocido como mantenimiento predictivo, preventivo indirecto o mantenimiento por condición. A diferencia del mantenimiento preventivo directo, que se asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamientos estadísticos, el mantenimiento predictivo verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real. Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación.

Por ello, muchas empresas usan sistemas informales con base en los costos evitados, indicándose que por cada dólar gastado en su empleo, se economizan 10 dólares en costos de mantenimiento. En realidad, ambos mantenimientos preventivos no están en competencia, por el contrario, el mantenimiento predictivo permite decir cuándo hacer el preventivo.

Mantenimiento de oportunidad: aprovecha la parada de los equipos por otros motivos y según la oportunidad calculada sobre bases estadísticas, técnicas y económicas se procede a un mantenimiento programado de algunos componentes predeterminados de aquéllos.

Confiabilidad: característica de un equipo, instalación o línea de fabricación que se mide por el tiempo promedio en que puede operar entre fallas.

Mantenibilidad: es el tiempo promedio requerido para reparar la falla ocurrida. Está influenciada por el diseño del equipo y el modo en que se encuentre instalado.

Eficiencia de la organización de mantenimiento: es el tiempo promedio que se espera por la llegada de los recursos de mantenimiento cuando ocurre una parada. Está influenciada por la organización y estrategias usadas por producción y mantenimiento.

Disponibilidad: características de un equipo, instalación, línea de fabricación que expresa su habilidad para operar sin problemas. Depende de los atributos del sistema técnico y de la eficiencia y eficacia de la gestión de mantenimiento.

Pedido de trabajo: es la solicitud verbal o escrita de una tarea a ser ejecutada por mantenimiento, requerida por producción, por calidad o por el propio mantenimiento y que es ingresada al sistema para su concreción posterior.

Orden de trabajo: es el instructivo por el cual se indica a los sectores operativos de mantenimiento ejecutar una tarea.

Datos técnicos: es la suma de información referida a los datos de fabricación, operación, repuestos o planos de cada equipo y/o instalaciones de la planta.

Rubros: son los temas en que es posible dividir la ficha técnica de cada equipo, para facilitar su consulta.

Talleres: son los sectores internos o externos de la empresa que efectúan mantenimiento.

Tipo de cargo: es la imputación que tiene cada gasto efectuado. Por lo general son cinco, a saber: mano de obra propia, mano de obra contratada, existencia de materiales en almacenes, otros cargos y ajuste.

Zonas: son los sectores de producción de la empresa en donde la incidencia de unos desperfectos afecta significativamente en volumen y/o en calidad a la misma producción.

Planificación y control: es el sector interno que recibe, procesa y emite información relativa a datos técnicos, fallas, solicitudes y órdenes de trabajo, mano de obra ocupada y materiales utilizados en las tareas de mantenimiento y, eventualmente –de corresponder- en los servicios de producción.

Auditoria: es una actividad documentada que se realiza para determinar mediante investigación, examen y evaluación de evidencias objetivas en cumplimientos de procedimientos establecidos, instrucciones, especificaciones de códigos, normas programadas operativas o administrativos y otros documentos aplicables, así como la efectividad de su implementación.

1.1.2. La mejora productiva en mantenimiento

La efectividad del equipo puede ser mejorada significativamente mediante la determinación qué clase de información crítica harán al equipo más fácil de operar, mantener e inspeccionar.

Determinando la información correcta y un método confiable de aplicación aplicando la información crítica, algunos ejemplos de sistemas visuales para la efectividad del equipo incluye su aplicación.

Mantenimiento de mejora: consiste en modificaciones o agregados que pueden hacer los equipos, si ello constituye una ventaja técnica y/o económica y si permiten reducir, simplificar o eliminar operaciones de mantenimiento. Productividad y competencia son características de los ambientes donde se desempeñan corporaciones e industrias, las cuáles se ven obligadas a maximizar sus capacidades productivas y minimizar costes operativos. La condición y disponibilidad de sus sistemas productivos juegan un papel decisivo en el éxito de sus negocios.

1.2. Planificación y programación del mantenimiento

1.2.1. Propósito del Mantenimiento

El mantenimiento es una disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo. En la actualidad, el mantenimiento está destinado a ser uno de los pilares fundamentales de toda empresa que se respete y que considere ser competitiva.

Dentro de las diversas formas de conceptualizar el mantenimiento, la que al parecer presenta más actualidad, y al mismo tiempo resulta más abarcadora, es aquella que lo define como “el conjunto de actividades dirigidas a garantizar, al menor costo posible, la máxima disponibilidad del equipamiento para la producción; visto esto a través de la prevención de la ocurrencia de fallos y de la identificación y señalamiento de las causas del funcionamiento deficiente del equipamiento”.

Para la función mantenimiento, esto significa una constante búsqueda de nuevas y novedosas formas de incrementar la confiabilidad, disponibilidad y vida útil de plantas y equipos, siempre a través de un control efectivo de costos.

1.2.2. Gestión económica de mantenimiento

Costes de inversión: es la suma de todos los conceptos que deben ser abonados para que el activo funcione correctamente.

Costes directos: precio de adquisición o valor de producción.

- Transporte del activo
- Impuestos no repercutibles
- Financiación
- Gasto de implantación
- Gastos de puesta en marcha
- Gastos de ingeniería

Amortización: es la depreciación que sufre el activo en un período de tiempo, por desgaste, tiempo, etc.

Vida útil: período de tiempo en el que el activo cumple sus funciones correctamente.

Costes de utilización: energía eléctrica, costes de mantenimiento, costes indirectos, costes de personal, paro, fallo, gastos generales del servicio de mantenimiento, gastos de herramientas, materiales, costes de trabajo subcontratado.

Los costes indirectos: son los que produce el equipo cuando está parado y los defectos de la materia prima y los plazos de entrega (penalización). Acumulación de *stock* innecesario.

Costos por ausencia de mantenimiento: se refiere a cuando el mantenimiento no existe, es ineficaz o es inadecuado. Es difícil de valorar porque depende de decisiones a tomar, respecto al mantenimiento.

Los indicadores financieros: la tendencia actual es la consideración de los indicadores financieros en el desempeño del mantenimiento, que merecen atención relevante.

Balanced scorecard (bsc) es traducir la estrategia en cuatro perspectivas: cliente, negocio interno, innovación y aprendizaje y perspectiva financiera, sustentadas cada una de ellas en un set de objetivos, indicadores de gestión, metas e iniciativas, interactivamente conectadas en una relación causa-efecto.

El *bsc* parte de la visión y estrategia de la empresa. A partir de allí se definen los objetivos para alcanzar la visión, y estos a su vez serán el resultado de los mecanismos y estrategias que rigen los resultados con los clientes.

Valor económico agregado (vea) es el producto obtenido por la diferencia entre la rentabilidad de sus activos y el coste de financiación o de capital requerido para poseer dichos activos. Es una de las mejores medidas de la creación de valor financiero en una empresa, por lo que una empresa agrega valor cuando la ganancia obtenida es capaz de cubrir todos sus costes, incluyendo el coste de capital.

Retorno sobre la inversión (roi) es un estimado del beneficio (el "retorno") sobre el dinero gastado (la "inversión") en una alternativa en particular, y consiste en determinar los beneficios, calcular los costes y resumir los resultados.

Rotación de activos (ra) es el número de veces que se recupera la inversión una vez ejecutadas las ventas de energía.

Retorno sobre capital empleado (roce) se calcula expresando la rentabilidad antes del pago de intereses e impuestos como una proporción del total del capital empleado en el negocio. Este indicador presenta una perspectiva global del estado financiero del negocio, y brinda un punto de partida para un análisis del desempeño del negocio y un parámetro con el cuál comparar la performance global del mismo.

1.3. Análisis de la situación actual en la que se encuentra la SOM

La SOM, Unidad de la empresa de generación de energía eléctrica, con sede en el edificio central del –INDE-, que tiene a su cargo la dirección de las unidades ejecutoras que integran el área de superintendencia de operación y mantenimiento y la coordinación de la planificación, programación y supervisión y control de la operación de mantenimiento del sistema con que cuenta la empresa de generación de energía –INDE-, para la producción de potencia y energía.

1.3.1. Análisis Interno

La superintendencia de operación y mantenimiento está integrada por las siguientes unidades ejecutoras:

- División de operación y mantenimiento de plantas
- Departamento de control operativo, transacciones y automatización
- Departamento de programación y control de la producción
- Planta hidroeléctrica Chixoy
- Planta hidroeléctrica Aguacapa
- Planta hidroeléctrica Jurún Marinalá
- Planta hidroeléctrica del Oriente
- Planta hidroeléctrica de Occidente

Donde se desarrollarán las siguientes actividades:

- a. Difundir el mensaje de un nuevo proceso de implantación por medio del programa de mantenimiento
- b. Conformer la estructura que facilite la organización y coordinación de las actividades de cada área de trabajo
- c. Despertar la confianza en los trabajadores de cada planta en la viabilidad del programa y los beneficios que contraerá
- d. Trabajar en una planta como un plan piloto
- f. Fomentar el trabajo en equipo
- g. Delegación de mayor responsabilidad de ejecución
- h. Planificación a la medida
- i. Auditorías en puntos críticos
- j. Utilización de las herramientas y técnicas gerenciales para la ejecución de los planes del trabajo

1.3.2. Cultura Organizacional

La SOM está sustituyendo los viejos valores por paradigmas de excelencia de mayor nivel. La práctica de ingeniería de confiabilidad, la gestión de activos, la medición de los indicadores y la gestión de la disponibilidad; así como la reducción de los costes de mantenimiento, constituyen los objetivos primordiales del departamento, enfocados a asegurar la calidad de gestión de mantenimiento.

Cuenta con el apoyo incondicional de la gerencia de generación, el cual da un entorno confiable entre los integrantes del equipo de trabajo que permite que se desarrollen las actividades planificadas de forma confiable y segura un ambiente agradable para la realización del proyecto.

- Determinar la responsabilidad, autoridad y el rol de cada persona involucrada en el Área de Mantenimiento;
- Establecer las relaciones verticales y horizontales entre todas las personas;
- Asegurar que el objetivo de mantenimiento ha sido interpretado y entendido por todos;
- Establecer sistemas efectivos de coordinación y comunicación entre las personas.

2. DIAGNÓSTICO DE LA SOM (SUPERINTENDENCIA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO)

2.1. El ambiente

Ambiente de mejoras continuas en todos sus aspectos, búsqueda permanente de superación por parte de todos los integrantes de mantenimiento en el desarrollo y resultado de sus tareas.

2.1.1. Identificadas

La mejor práctica de un mantenimiento de clase mundial, que establece sistemas integrados, ha conllevado a las grandes corporaciones a tomar la decisión de adoptar sistemas de mantenimiento de planificación empresarial ó sistemas de gestión del mantenimiento (sgm) y como parte de la modernización de procesos la gerencia de generación de energía eléctrica del INDE ha tenido la idea acertada de implementar un modelo de mantenimiento, a través de sgm permitiendo la clasificación y caracterización de la información, para que ésta sea agrupada y consultada de acuerdo a los requerimientos específicos de cada usuario, lo cual facilitará los procesos de análisis y toma de decisiones, tan importantes en las áreas de costos y confiabilidad.

2.1.2. Análisis de la organización

El área de superintendencia de operación de mantenimiento cuenta con el apoyo incondicional de la gerencia de generación, el cual da un entorno confiable entre los integrantes del equipo de trabajo que permite que se desarrollen las actividades planificadas de forma confiable y segura, un ambiente agradable que permite tener una organización ordenada y bien estructurada para la buena realización del proyecto.

2.2. Datos básicos

Al buscar una filosofía aplicable al mantenimiento en subestaciones y plantas de generación de energía, se puede encontrar que orientar el mantenimiento hacia la disponibilidad de equipos es la más ajustable a los requerimientos y características de este componente. Esta orientación debe estar basada, en los argumentos más utilizables de la filosofía del mantenimiento productivo total y del mantenimiento basado en la confiabilidad.

El tpm es una filosofía de mantenimiento que exige calidad total en el trabajo de mantenimiento, lo cual no es difícil de obtener, pero en consecuencia exige que en los sistemas en los que se aplica esta filosofía, llegar al nivel de “cero fallas”; sabiendo que en sistemas de potencia la mayor parte de las fallas se deben a factores externos, muchas veces que escapan al control (condiciones climáticas, por ejemplo), no será posible llegar al nivel de “cero fallas”, sin elevar considerablemente los costos de operación, y por ende el precio de la unidad de energía eléctrica.

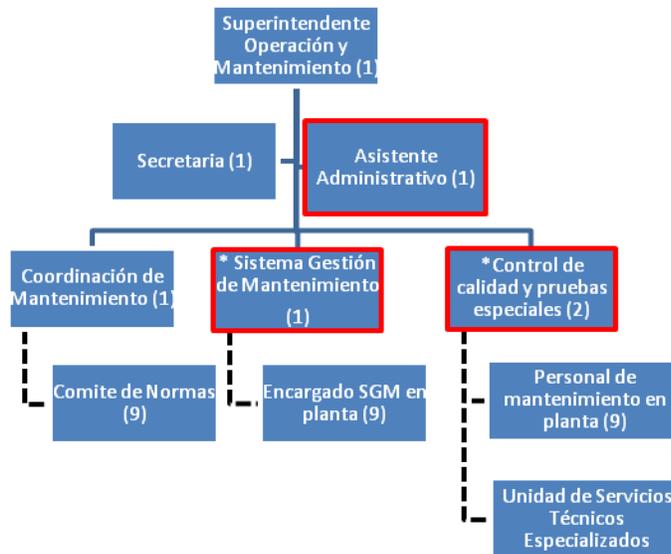
Por otro lado, el rcm es un sistema de mantenimiento que se basa en la confiabilidad, es decir que el sistema en el que se aplica el rcm debe continuar con su trabajo normal a pesar del surgimiento de alguna falla “x” de algún componente del sistema, y esto se logra mediante el reemplazo de dicho componente en el sistema productivo, sin importar si este reemplazo es similar o no, el punto es que el sistema mantenga su ritmo de producción.

Se sabe que una subestación tiene la función de transmitir la energía eléctrica de un sistema a otro, y que cada componente de la misma cumple funciones únicas relativas a ese equipo, por tanto, en caso de ausencia de uno de estos, sin importar la causa, no será posible reemplazar u obviar tal componente para que la transmisión de energía continúe porque esto podría llevar a fallas mayores, o paradas del sistema, que pudieron haberse evitado si el componente en cuestión hubiera estado cumpliendo sus funciones.

Pero esto no descarta a los tipos de mantenimiento mencionados para su aplicación en subestaciones, cabe mencionar que el rcm puede formar parte del tpm aplicado a un sistema productivo; si se analiza, el tpm es una filosofía que se refiere más al recurso humano del mantenimiento, y su comportamiento en el desarrollo de dicha función, que al sistema productivo en sí, y el rcm se inclina más al sistema productivo y su confiabilidad. Por tanto, estos argumentos pueden ser aplicables a cualquier sistema incluyendo subestaciones.

2.2.1. Estructura organizacional

Figura 1. Estructura Organizacional



Fuente: Ing. Hugo Chamo. Manual de implementación de gestión de mantenimiento. p. 6.

La estructura de este sistema debe considerarse dinámica y, en consecuencia, en el manual debe preverse su cambio organizado en recursos humanos y en máquinas-herramientas, en virtud de la posible incidencia de distintos factores.

Debe tenerse presente que, al iniciarse la consolidación de esta área, hay incertidumbre sobre muchos factores, en particular los recursos humanos a aplicar. Por lo tanto, se recomienda cautela al respecto.

A estos efectos, se sugieren proceder de la siguiente manera: definir las características de los recursos disponibles.

Analizar la distribución de planta y estimar la posible cantidad de personal y sus perfiles de capacitación para atender todos los equipos e instalaciones de acuerdo a los requerimientos de producción y de calidad.

Acordar el nivel de respuesta aceptable por producción frente a las intervenciones de emergencia. Consecuentemente definir la estructura mínima de recursos para atender éstas (número, ubicación, turnos, etc.); establecer las tareas de mantenimiento preventivo que puedan ser realizadas por el equipo arriba definido.

2.2.2. Fortalezas

Técnicas: disponibilidad de recurso humano profesional y técnico capacitado.

Económicas: disponibilidad presupuestaria para la adquisición del *software* de gestión de mantenimiento en el 2009-2010.

Institucionales: se cuenta con el apoyo de la alta Gerencia.

Ambiente y organización: interconexión regional y la creación de un mercado centroamericano.

Competencias: los empleados están consientes del rol del negocio y en toda la organización buscan la eficiencia.

2.2.3. Debilidades

Técnicas: no se cuenta con una herramienta para la gestión de mantenimiento el cual pueda presentar indicadores, avance de los trabajos entre otros.

Económicas: que el costo del *software* de gestión de mantenimiento supere la disponibilidad lo cual se tenga que reprogramar o transferir fondos de otros presupuestos.

Institucionales: no se cuenta con una herramienta computacional para llevar la gestión de mantenimiento.

Ambiente y organización: no se encuentra el recurso humano preparado para los cambios futuros.

Competencias: no existe empresa en Guatemala que genere en bloque más que el –INDE- .

Cultura organizacional: no se cuenta con una cultura para gestionar el mantenimiento.

3. PROPUESTA DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

3.1. Visión

Ser el referente más destacado y eficiente en los procesos de conservación industrial en la industria de generación de energía eléctrica a nivel latinoamericano, utilizando tecnología de punta y recurso humano de primer nivel.

3.2. Misión

Asegurar el éxito en todos nuestros emprendimientos a partir de la conformación de un equipo de profesionales multidisciplinario, proactivo, competitivo y comprometido que administre la conservación industrial de las centrales generadoras del –INDE-, garantizando creatividad y una alta disponibilidad de los activos, optimizando los recursos y obteniendo mayores beneficios al menor costo, manteniendo los estándares de productividad y calidad de nivel mundial.

3.3. Evaluación del ambiente de la organización

Ambiente de auto evaluación: todos los integrantes de mantenimiento se evalúan a sí mismos y se auto controlan para mejorar su re empeño.

Ambiente de superación profesional y personal: todos los integrantes del área de mantenimiento tienen la oportunidad y voluntad de superarse profesional y personalmente.

Ambiente de planificación y de resultados a corto, mediano y largo plazo, existe planificación y metas de mantenimiento acordes con los retos de la empresa.

3.3.1. Recursos actuales

Los recursos materiales necesarios en la planta para realizar el levantamiento de información son:

- Computadora para el ingreso de información
- *Escáner*
- Cámara fotográfica
- Presupuesto para digitalización de planos (escaneados y realizados en *autocad*)
- Materiales de oficina (hojas, lapiceros, tinta impresoras, etc.)
- Impresora

Los recursos humanos requeridos en cada planta son:

Responsable de la digitalización. Para esta función se requiere un ingeniero mecánico, mecánico electricista o electricista, con amplios conocimientos en informática.

Técnicos para el levantamiento de información. Se requieren dos técnicos de la planta, un electricista y un mecánico, de preferencia con conocimientos básicos de computación.

Para la supervisión del proyecto por parte de la Superintendencia de Mantenimiento se requiere:

- Cámaras fotográficas
- Vehículo tipo *pick up* doble cabina
- Computadoras
- *Escáner*

Es importante mencionar que para el desarrollo de este proyecto es necesario que los técnicos asignados para el levantamiento de información dependan funcionalmente del responsable de la digitalización y éste a su vez de la Superintendencia de Mantenimiento para coordinar de mejor forma las actividades.

En las plantas en las que no exista un responsable de la digitalización, los técnicos deberán depender funcionalmente de la Superintendencia de Mantenimiento.

3.3.2. Plan de acción

Lineamientos para la gestión del mantenimiento: codificación

- Plan anual de mantenimiento
- Gestión de la adquisición de sgm-fase 1
- Gestión de la adquisición del equipo de medición
- Gestión de la adquisición de sgm-fase 2
- Otras actividades inherentes a la superintendencia
- Creación de normas técnicas
- Generación de bases de datos de los elementos de las instalaciones de la fase 1
- Actividades de levantamiento de datos
- Diseño de almacenaje y consulta de información
- Integración de información de plantas
- Coordinación de mantenimientos de centrales de generadoras
- Planificación de mantenimiento, preventivos de las generadoras en el año estacional
- Coordinación semanal de mantenimientos
- Capacitación
- *Software* de planificación
- Gestión del mantenimiento de clase mundial
- Mercados eléctricos

3.3.3. Plan operativo

- **Implementación *software* gestión de mantenimiento “MP”
identificación de equipos críticos**

Descripción: en esta etapa su objetivo primordial es identificar los equipos críticos que se quiere llevar el control de mantenimiento, clasificándose en tres grupos siendo estos los sistemas primarios, los sistemas secundarios y los sistemas complementarios.

Los sistemas primarios son aquellos equipos relevantes que se encuentran dentro de las instalaciones de cada central generadora, los cuales forman parte del proceso productivo de generación de energía eléctrica. Estos se encuentran en serie dentro de la cadena de producción de manera que si queda indisponible para algún mantenimiento, los demás equipos que tienen relación quedarían también indisponibles. Dentro de estos podemos mencionar algunos como por ejemplo, turbina, generador, válvula esférica, sistema de enfriamiento, sistema de excitación, subestación, embalse, etc.

Los sistemas secundarios son aquellos que dependen de los sistemas primarios, y que también se encuentran en serie dentro del proceso de producción, de manera que si estos son intervenidos para mantenimiento, queda indisponible todo el proceso en serie.

Los sistemas complementarios son aquellos que desempeñan funciones de medición, control o automatización, al momento de ser intervenidos para mantenimiento, estos no afectan el proceso en serie.

Para ejemplificar este caso se presenta lo siguiente:

Sistema primario

- Turbina
- Sistema secundario
- Rodete
- Toberas
- Deflectores
- Cámara acoplamiento turbina-generador
- Cojinete guía
- Eje

Sistema complementario

- *Plc*
- Generadores diesel
- Bancos de baterías
- Personal involucrado

El personal que estará involucrado en esta actividad será el sub jefe de planta, ingenieros supervisores de mantenimiento, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora, cámara fotográfica.

- **Solicitud de requerimiento de Ots**

Descripción: en esta etapa se elaborará un formato impreso de orden de trabajo basado en el formato que presenta el *software* mp, el cual servirá para instruir al personal en el manejo de las ot.

En dicho formato se requerirá información del equipo en mantenimiento, actividades realizadas, recursos utilizados (repuestos, herramientas, etc.), personal responsable, informe de alguna falla o desperfecto y de su posible causa. Así mismo servirá para recopilar el historial de los trabajos de mantenimiento que se realizan y el historial de fallas.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el sub jefe de planta, ingenieros supervisores de mantenimiento, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora, impresora y papel bond.

- **Codificación de equipos e identificación de equipos en campo**

Descripción: para identificar los equipos se utiliza un código que permita asociar la planta, su ubicación y el sistema a la que pertenece cada equipo.

A continuación se presenta el detalle del código para una válvula del sistema de refrigeración ubicada en la planta Jurún Marinalá.

El primer aspecto que se debe considerar es el nombre de la planta en la que se encuentra instalado el equipo, los códigos asociados a cada planta se presentan en la tabla I.

Tabla I. **Códigos de equipos asociados**

Nombre Planta	Código de la planta
Planta Hidroeléctrica Chixoy	C09
Planta Hidroeléctrica Los Esclavos	C10
Planta Hidroeléctrica Jurún Marinalá	C11
Planta Hidroeléctrica Aguacapa	C12
Planta Hidroeléctrica El Salto	C13
Planta Hidroeléctrica Santa María	C14
Central Térmica Escuintla	C15
Planta Hidroeléctrica Palín	C17
Planta Hidroeléctrica El Porvenir	C18

Fuente: elaborada por el Ing. Hugo Chamo. Manual de implementación de gestión de mantenimiento. p. 10.

Para este caso el código correspondiente a la planta hidroeléctrica Jurún Marinalá es c11, que es la primera parte del código que permitirá identificar el equipo.

El siguiente aspecto a considerar, es determinar el sistema al que está asociado dicho equipo y el código que lo identifica se determina en la tabla II. Para el sistema de refrigeración que es el ejemplo que se está desarrollando, su código de identificación es m01.

Los códigos que permiten identificar los sistemas van precedidos por siguientes letras que permiten indican su ubicación, estas son:

m: que identifica todos los sistemas ubicados en la casa de máquinas

e: los sistemas ubicados en los embalses

s: que permite identificar los sistemas o equipos instalados en la subestación y

c: identifica todos los sistemas asociados a la conducción de agua

Estas letras van acompañados de un número que es un correlativo asignado al listado de sistemas identificados en las plantas.

Tabla II. Códigos de identificación de sistemas

Sistema	Código del sistema
Sistema de refrigeración	M01
Sistema Hidráulico de compuertas Jurún1	E02
Sistema Hidráulico de limpia rejas	E03
Sistema Hidráulico de compuertas Jurún 2	E04
Sistema Hidráulico de compuertas Amatitlán	E05
Sistema Hidráulico del esquema de regulación	M06
Sistema de compuertas Amatitlán	E07
Sistema de compuertas Jurún2	E08
Sistema de compuertas Jurún 1	E09
Sistema de rejas	E10
Sistema de aducción	C11
Subestación Eléctrica	S12
Sistema Generadores Eléctricos	M13
Sistema Turbinas	M14
Sistema de puentes grúas	M15
Sistema de Excitación del Generador	M16
Sistema Extinción de incendios	M17
Sistema Refrigeración de aire	M18

Fuente: elaborada por el Ing. Hugo Chamo. Manual de implementación de gestión de mantenimiento. p.12.

Para este ejemplo la primera parte del código de identificación del equipo será c11m01, la segunda parte se obtiene de asignarle el código de identificación de la familia a la que pertenece el equipo y de un número correlativo de equipos ingresados para esta familia. El código de identificación de familias se determina en la tabla III.

De igual forma si el equipo no aparece en el listado detallado en la tabla III se debe solicitar a la superintendencia de mantenimiento incluirlo en el listado y asignarle un código. Por último se debe asignar un número correlativo que corresponde al número de equipos ingresados dentro de esta familia, es por ello que este código de equipo únicamente se puede asignar al realizar el proceso de digitalización de la información y no en el levantamiento de campo, para este ejemplo asumiremos que el correlativo es el número 08.

Al identificar estos cuatro códigos ya se puede identificar en una forma correcta el equipo que en este caso corresponde al siguiente código:

c11 m01 val 08

En resumen el código de identificación de un equipo incluye cuatro aspectos que son:

- Identificación de la planta
- Identificación del sistema
- Identificación de la familia
- Identificación de correlativo

Tabla III. Código de identificación correlativo

Familia	Codigo de familia
Valvula	VAL
Filtros	FIL
Radiadores	RAD
Valvula aceite	VAA
Cilindros	CIL
Instrumentos medida y control	IMC
Motores	MOT
Bombas	BOM
Cucharon	CUC
Compuertas	COM
Rejas	REJ
Viga flotante	VIG
Tuberia Forzada	TUB
Transformadores de potencia	TRA
Protecciones propias del transformador	PRT
Transformador de medida	TRM
Interruptor de potencia	INP
Seccionadores	SEC
Generadores	GEN
Eje	EJE
Turbina	TUR
Rodete	ROD
Toberas	TOB
Puente grua	PUG
Engranajes	ENG
Protecciones	PRO
Excitación	EXI
Tunel	TUN
Pozo	POZ
Botellas CO2	BOT
Condensador	CON
Compresores de motor	CMP
Evaporador	EVA

Fuente: elaborada por el Ing. Hugo Chamo. Manual de implementación de gestión de mantenimiento. p. 14.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el sub jefe de planta, ingenieros supervisores de mantenimiento, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora, cinta o etiquetas impresas.

- **Recopilación de información de equipos**

Descripción: realizadas las dos etapas anteriores se recopilará la información técnica de los equipos críticos establecidos, tomando sus datos generales y específicos de la siguiente manera:

Datos Generales

Equipo:	nombre descriptivo del equipo o sistema
Código:	código establecido
Ubicación en plano:	indicador en plano de referencia
Plano de referencia:	plano del sistema o localización donde se encuentra el equipo
Marca:	marca o fabricante
Modelo:	modelo
Serie:	número de serie según fabricante
Prioridad:	alta, media o baja
Clasificación 1:	nombre del sistema al que pertenece
Clasificación 2:	eléctrico, mecánico u obra civil
Centro de costo:	c09, c10, c11, etc. según la planta o división a la que pertenezca
Localización:	localización física (casa de maquinas, subestación, embalse, etc.)
Tipo de equipo:	bomba, motor, transformador de potencia, etc.

- **Datos específicos**

En los datos específicos se ingresará la información técnica de cada equipo según su tipo, ya sea si es un transformador se ingresará la potencia, voltaje primario, voltaje secundario, etc., en el caso de una bomba de aceite el caudal, revoluciones por minuto, etc., esta información será almacenada y tabulada en una hoja de cálculo de Excel para que al momento de terminar el levantamiento de dicha información sea revisada por las personas involucradas, para luego ser ingresada al sistema.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el ingeniero encargado de mantenimiento de obra civil, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la Superintendencia de Operación y Mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora, cámara fotográfica y manuales.

- **Recopilación de planos y manuales de equipos**

Descripción: se establecerán con los jefes de taller y técnicos, cuales planos y manuales existentes de los equipos son de utilidad para referencia al momento de realizar las actividades de mantenimiento y así posteriormente digitalizar esta información para cargarla al *software*.

Se tomarán como planos y manuales importantes los cuales detallen: dimensiones del equipo, funcionalidad en el sistema, diagramas unifilares del sistema, conexiones, instrucciones de mantenimiento y algún otro aspecto que se considere importante para su referencia.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será jefe de planta, sub jefe de planta, ingenieros supervisores de mantenimiento, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora, planos y manuales.

- **Digitalización de planos y manuales de equipos**

Descripción: se digitalizaran los planos y manuales importantes recopilados, esto se realizará con equipo de escaneo en planta o en la superintendencia o de ser necesario contratando algún servicio externo dependiendo del tamaño y volumen de los planos y manuales.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora, *scanner* y servicios externos.

- **Creación de inventario de herramientas**

Descripción: se hará el inventario de las herramientas en buen estado que sean utilizadas actualmente por el personal, tomando sus datos técnicos y fotografías para posteriormente cargar esta información al *software*. Este inventario se requiere ya que a cada uno de los planes de mantenimiento que se establezcan se les deberán asignar recursos, de los cuales es necesario el recurso de herramientas, esto para reducir la pérdida de tiempo por el olvido de algún recurso.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el ingeniero encargado de mantenimiento de obra civil, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: cámara fotográfica y computadora.

- **Ingreso de herramientas al mp**

Descripción: el *software* mp posee un módulo dependiente del mismo, el cual como su nombre lo dice “herramientas” es la base de datos donde se deberá cargar la información del inventario de herramientas. Dicho módulo estará enlazado con el *software* mp para que sean asignados estos recursos a los planes de mantenimiento. Se cargarán los datos técnicos y fotografías recopiladas.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora con conexión al servidor mp.

- **Creación de planes de mantenimiento**

Descripción: es necesario organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas o planes de mantenimiento preventivo y llevar el control del mantenimiento correctivo, debido a esto se crearán planes de mantenimiento que estarán asociados a cada uno de los equipos.

En estos planes deberán estar descritas cada una de sus actividades necesarias para cada una de las partes del equipo asociado, tomando también en cuenta la periodicidad con la que deben realizarse, el tiempo de ejecución de cada actividad, si son necesarias algunas mediciones y sus valores límites de control, el personal encargado y si es o no necesaria la contratación de algún servicio externos.

Toda esta información se recopilará entrevistando al personal técnico según su experiencia, tomando en cuenta también las recomendaciones de los fabricantes de los equipos, normas y estándares internacionales, el personal que estará involucrado en esta actividad será sub jefe de planta, ingenieros supervisores de mantenimiento, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

- **Ingreso de catálogos de equipos**

Descripción: en esta etapa se realizará el ingreso de la información recopilada anteriormente referente a los equipos críticos, planos y manuales. Se ingresará la información general y específica en el apartado de catálogo de equipos del *software* mp, se adjuntará los planos y manuales de referencia, asimismo, fotografías referentes al equipo y al sistema donde se encuentra instalado.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora.

- **Ingreso de planes de mantenimiento al mp**

Descripción: en esta etapa se realizará el ingreso de la información recopilada anteriormente referente a los planes de mantenimiento y sus actividades. Al momento de iniciar el ingreso de cada plan se debe realizar el despiece de cada equipo para luego ingresar las actividades por cada pieza o parte con su respectiva periodicidad y tiempo de ejecución, si son necesarios los valores límites de medición. Se deberá establecer el tipo de actividad eléctrica, mecánica u obra civil y adjuntar algún documento necesario para el historial de cada plan y fotografías del desarrollo de las actividades.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora con conexión al servidor mp.

- **Asociación de planes de mantenimiento de equipos**

Descripción: cada uno de los planes creados debe estar orientado para ser asignado a un tipo de equipo específico, ya que en el *software* se creará una liga entre el equipo y el plan que le será asignado para que así se registre el historial de cada actividad, realizada al mismo y así poder analizar la causa raíz en el caso de alguna falla por algún posible mal mantenimiento. Ya realizada una adecuada orientación del plan hacia el equipo, la asociación del plan al equipo es automática.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el personal profesional que está bajo el cargo de la Superintendencia de Operación y Mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora con conexión al servidor mp.

- **Clasificación de materiales y repuestos**

Descripción: el *software* mp cuenta con la opción para la asociación de recursos a los planes de mantenimiento, así como se puede asociar herramientas, también es posible asociar materiales y repuesto, la información de estos elementos se obtiene por medio de un enlace con la base de datos (sap) de la bodega, la asociación se realiza al momento de abrir una ot, La clasificación de estos elementos se hará de acuerdo a las necesidades de cada plan de mantenimiento y el tipo de actividad a realizar, ya sea por ser necesaria la utilización de *wipe*, lija, solvente, aceite dieléctrico, *barniz*, etc.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad serán jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora.

- **Nombramiento de personal administrador del mp**

Descripción: se nombrará por medio de la gerencia de generación y la Superintendencia de Mantenimiento a una o dos personas por cada área, para el manejo y administración del *software*, los cuales serán los encargados de gestionar cada una de las órdenes de trabajo que se emitan y de actualizar la información de las actividades de mantenimiento. Deben existir dos perfiles para el manejo del *software*, los cuales tendrán las siguientes atribuciones y responsabilidades:

- Administradores (personal encargado de la administración, gestión y análisis del *software*);
- Identificar actividades rutinarias disponibles para realizar;
- Identificar actividades no rutinarias disponibles para realizar;
- Identificar y registrar en los planes rutinarios del mp, todas aquellas actividades que no estén programadas pero que sea factible realizarlas rutinariamente;
- Supervisión del desarrollo apropiado del las órdenes de trabajo;
- Adjuntar información obtenida de las órdenes de trabajo cerradas para realizar un informe técnico a donde corresponda enviarse.

Desarrollar los procedimientos de mantenimiento siguientes:

- Analizar los indicadores generados por el mp
- Historiales de mantenimiento
- Calendarios de mantenimiento
- Análisis de Pareto de fallas
- *Kpis*
- Análisis de causa raíz
- Operadores (personal encargado de operar, generar OT y actualizar el *software*)
- Verificar que el programa esté en su correcta funcionalidad
- Generar y distribuir las órdenes de trabajo autorizadas para realizarse
- Clasificar por área de trabajo las órdenes de trabajo digitales e impresas generadas y archivarlas

Documentar los trabajos realizados como respaldo de realización de las actividades:

- Toma de fotografías
- Toma de notas o comentarios inusuales al realizar la actividad
- Registrar los consumos de repuestos, materiales y herramientas
- Registrar tiempo de mano de obra utilizado
- Registrar datos de lecturas de los equipos
- Recepción y cierre de las órdenes de trabajo generadas
- Ingreso de procedimientos de mantenimiento
- Actualización de la información del sistema según necesidades
- Catálogo de equipos
- Localizaciones
- Planes de mantenimiento

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad serán el superintendente, jefe de planta, sub jefe de planta, ingenieros supervisores de mantenimiento, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

- **Soporte inicial de *software* mp**

Descripción: estando ya completos el catálogo de equipos, el catálogo de planes de mantenimiento y asignadas la personas responsables se procederá a realizar la inducción de dichas personas en el manejo del *software*, la utilización de cada uno de los catálogos, aplicaciones, módulos y criterios utilizados para el manejo de la información según las responsabilidades asignadas al momento de su nombramiento.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el jefe de planta, sub jefe de planta, ingenieros supervisores de mantenimiento, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora con conexión al servidor mp.

- **Generación de primera ot**

Descripción: se generará la primera orden de trabajo con el personal nombrado dando inicio a la etapa de gestión de mantenimiento por medio del *software*.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad serán el jefe de planta, sub jefe de planta, ingenieros supervisores de mantenimiento, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la Superintendencia de Operación y Mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora con conexión al servidor mp.

- **Generación ot**

Descripción: esta etapa será un período en el cual los encargados y administradores del *software* nombrados, comenzarán con la elaboración de órdenes de trabajo y actualización de la información, teniendo a su disposición el apoyo y soporte de los técnicos de la superintendencia.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el sub jefe de planta, ingenieros supervisores de mantenimiento, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora con conexión al servidor mp.

- **Inicio de asociación de materiales, repuestos y herramientas**

Descripción: se deberán registrar todo el consumo de recursos en las ot cerradas para que sean registrados en el *software* mp, estos registros se realizarán solamente una vez por cada actividad de mantenimiento rutinario para que queden establecidos al momento de la próxima realización de esa actividad. Además se poseerá la ventaja de consultar esta información para conocer las necesidades futuras al momento de realizar dicha actividad.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el sub jefe de planta, ingenieros supervisores de mantenimiento, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora con conexión al servidor mp.

- **Inicio de elaboración de procedimientos de mantenimiento**

Descripción: se detallará el procedimiento de cada una de las actividades de mantenimiento al momento en que se realicen las mismas. Dichos procedimientos deberán contar con información gráfica adjunta y documentación de referencia.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el jefe de planta, sub jefe de planta, ingenieros supervisores de mantenimiento, jefes de taller y el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora con conexión al servidor mp.

- **Primera auditoria**

Descripción: es necesario verificar periódicamente que la gestión y el manejo de la información se esté realizando de la manera correcta y esté orientada en los criterios establecidos, para esto se harán dos visitas a la planta cada mes para proporcionar apoyo y soporte a los administradores y encargados del *software*, asimismo se verificará el buen manejo.

Personal involucrado: el personal que estará involucrado en esta actividad será el personal profesional que está bajo el cargo de la superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.

Recursos necesarios: computadora con conexión al servidor mp.

3.4. Presupuesto

Proyecto: sistema de Gestión de Mantenimiento

Total de proyección: Q 1 410 420,00

Proyección inversión

Tabla IV. **Equipo**

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Computadoras portátiles	4	Q9 000,00	Q36 000,00
Computadora de escritorio	9	Q8 000,00	Q72 000,00
Servidor	1	Q35 000,00	Q3 0000,00
Cámaras fotográficas	5	Q2 000,00	Q10 000,00
Escáner	2	Q1 500,00	Q3 000,00
Impresora laser	1	Q4 500,00	Q4 500,00
Software fase 1	1	Q200 000,00	Q200 000,00

=Q355 500,00

Fuente: elaborado por el Ing. Hugo Chamo. Manual de implementación de gestión de mantenimiento. p. 25.

Tabla V. **Funcionamiento**

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Personal de campo (12 meses)	4	Q5 500,00	Q264 000,00
Digitalizador (12 meses)	2	Q3 500,00	Q7 000,00
Viáticos (anual,16 días hábiles mes)	4	Q14 080,00	Q168 960,00
Digitalización de planos	1	Q30 000,00	Q30 000,00

=Q469 960,00

Fuente: elaborado por el Ing. Hugo Chamo. Manual de implementación de gestión de mantenimiento. p.26

Tabla VI. **Proyección Inversión 2010 Equipo**

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Escáner de planos	1	Q15 000,00	Q15 000,00
Software fase 2	1	Q100 000,00	Q100 000,00

=Q115 000,00

Fuente: elaborado por el Ing. Hugo Chamo. Manual de implementación de gestión de mantenimiento. p.26

Tabla VII. **Funcionamiento**

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Personal de campo (12 meses)	4	Q5 500,00	Q264 000,00
Digitalizador (12 meses)	2	Q3 500,00	Q 7 000,00
Viáticos (anual,16 días hábiles mes)	4	Q14 080,00	Q168 960,00
Digitalización de planos	1	Q30 000,00	Q30 000,00
			=Q469 960,00

Fuente: elaborado por el Ing. Hugo Chamo. Manual de implementación de gestión de mantenimiento. p. 27 .

Proyecto: control de calidad y pruebas especiales
 Total proyección: Q 1 850 000,00

Tabla VIII. **Proyección Inversión 2010 – 2011 Equipo**

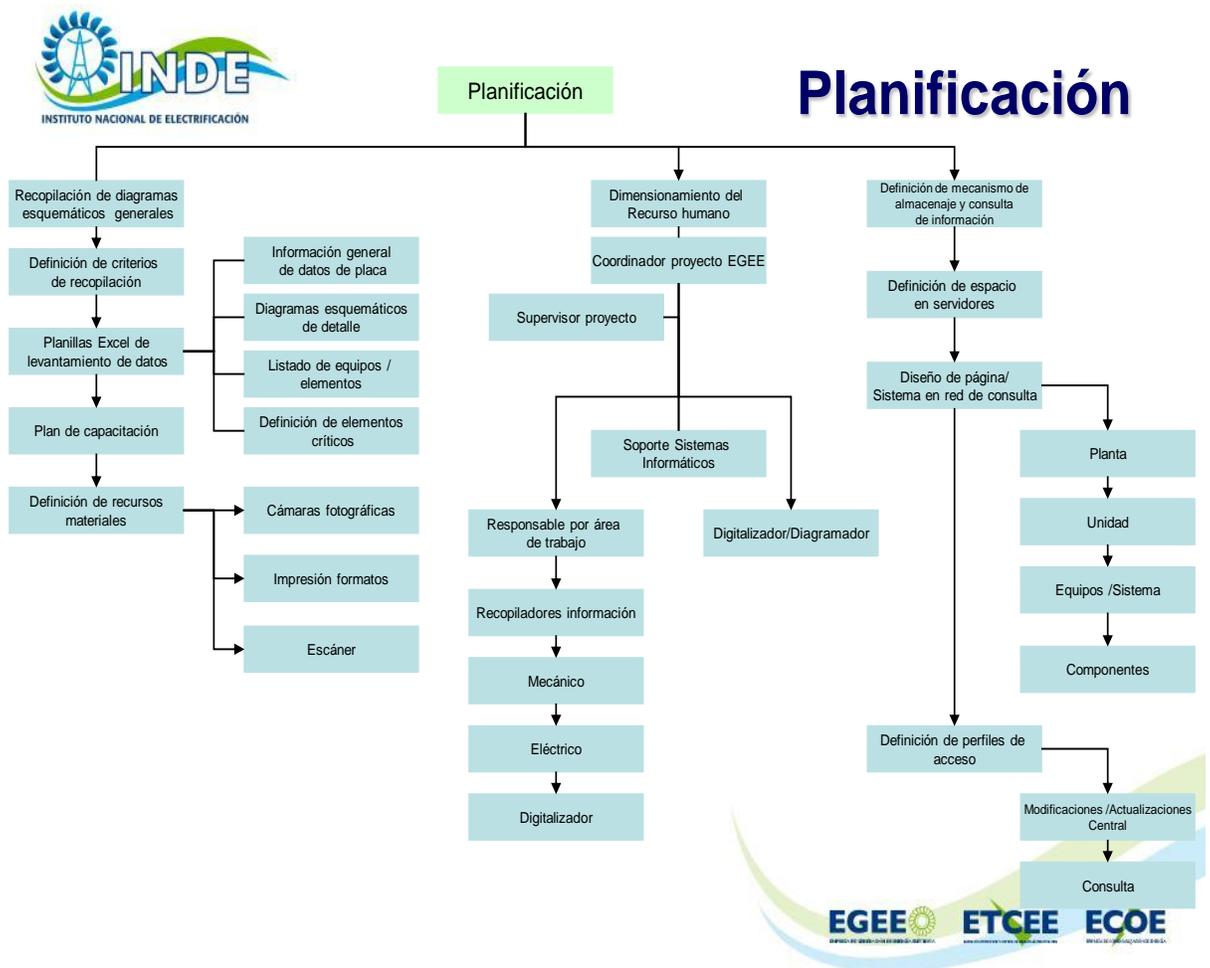
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	precio total
m4000 (factor de potencia, corriente de excitación, reactancia, collar caliente, etc.)	1	Q1 000 000,00	Q1 000 000,00
espinterómetro (rigidez dieléctrica)	1	Q75 000,00	Q 75 000,00
megger de aislamiento	1	Q50 000,00	Q 50 000,00
megger de tierras	1	Q50 000,00	Q 50 000,00
ttr trifásico	1	Q125 000,00	Q 125 000,00
cámara termográfica	1	Q250 000,00	Q250 000,00
cromatografo portátil (cromatografía de gases)	1	Q175 000,00	Q175 000,00
medidor de espesor	1	Q100 000,00	Q100 000,00
medidor de vibración	1	Q25 000,00	Q25 000,00

=Q1 850 000,00

Fuente: elaborado por el Ing. Hugo Chamo. Manual de implementación de gestión de mantenimiento. p. 28 .

3.5. Cronograma de Implementación

Figura 2. Cronograma de Implementación



Fuente: realizado por el Ing. Hugo Chamo. Manual de implementación de gestión de mantenimiento. p. 32

3.6. Recolección de Información para la base de datos que sustente la implementación del nuevo programa

La información que se debe recopilar es la siguiente: características técnicas la recopilación de las características técnicas de todos los equipos instalados en las plantas de generación se pueden realizar a través de dos formas.

Por sistema, cuando se dispone de planos generales del sistema se elabora un listado de todos los equipos y se identifican por medio de un número que permita asociar el equipo con su ubicación en el plano. Luego se genera la ficha de características técnicas para cada equipo, ya sea a través de información de manuales o el levantamiento directo en campo. Esta ficha se llena en los formatos previamente establecidos, y en el caso que no se disponga de un formato específico, se deberán recabar todos los datos técnicos asociados y trasladar la información al responsable de la digitalización en planta o directamente a la superintendencia de mantenimiento.

Por familia o componentes, cuando no se tienen planos generales de los sistemas se procede a realizar un levantamiento de las características técnicas de los componentes de una sola familia instalados en toda la planta (por ejemplo recopilar la información de válvulas), utilizando los formatos ya definidos y en este caso es importante definir bien su ubicación para poder asociarlo al sistema al que pertenecen. Al tener la información de todas las familias se deben desarrollar diagramas generales de estos sistemas, que permitan identificar la ubicación de cada componente.

Manuales: se deben recopilar los manuales técnicos de equipos en los que se detalle información técnica, instrucciones de servicio, detalle de despiece, información sobre repuestos mínimos requeridos, etc.

Planos: consiste en recopilar planos generales de los diferentes sistemas, o detalles de equipos, se deben seleccionar los planos más relevantes e importantes para el desarrollo de actividades de mantenimiento.

Digitalización de la información: el proceso de digitalización de información se puede desarrollar en forma paralela al de la recopilación de la información. La digitalización se desarrollará de la siguiente manera:

Características técnicas: la digitalización de las características técnicas de los equipos se debe realizar a través de los formularios de la base de datos en sql desarrollada para este fin. Cada equipo debe tener asociado un código único de identificación.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Comprometer a la gerencia

La gerencia de mantenimiento analiza y sintetiza todas las informaciones que recibe en forma sistemática y toma decisiones adecuadas y oportunas, promoviendo el consenso de todos los involucrados.

Decisiones gerenciales transmitidas y compartidas por todos: la gerencia de mantenimiento informa y comunica adecuadamente sus decisiones de modo tal que son compartidas, aceptadas y ejecutadas por sus colaboradores.

También hace lo propio con la gerencia general y las demás gerencias involucradas.

Involucrados total de la gerencia: la gerencia de mantenimiento de apoyo y soporte a todas las tareas de su área y, paralelamente, participa en atención a su especialidad en las tareas empresariales. Perceptivas por parte de todos de este involucramiento.

4.1.1. La educación inicial e información

En la actualidad la toma de decisiones respecto al desempeño de los sistemas de mantenimiento, constituye indiscutiblemente un aspecto de primer orden a resolver, ya que mediante la garantía del mismo se propicia, no sólo la adecuada evaluación y control de la gestión del mantenimiento con vistas a lograr su mejoramiento continuado, sino, además, el logro de una mayor disponibilidad de las capacidades productivas instaladas en nuestras plantas de generación de energía eléctrica.

4.1.2. Establecimiento del sistema de trabajo y objetivos de tpm

Este Programa está orientado a satisfacer las necesidades de aquellos Gestores – Jefes de Mantenimiento y Producción que observan cómo la Gestión del Mantenimiento es en nuestros días uno de los factores determinantes para garantizar la eficiencia productiva y a pesar de ello no encuentran orientaciones, sistemas y métodos claros para adaptarse al nuevo contexto.

La complejidad de la gestión de las actividades en el mantenimiento diario, sumados al crecimiento de nuevas técnicas, herramientas y filosofías orientadas a la optimización de los medios y las instalaciones, denotan un panorama complejo para el gestor de este tipo de problemáticas.

A todos les ha pasado. Después de varios meses de trabajo finalmente se tiene terminado un sistema para resolver diversos problemas tecnológicos dentro de su compañía. Es lo último que hay, funciona completamente y está listo para demostrarlo. Sólo existe un pequeño problema: los usuarios ya han resuelto el problema por ellos mismos, tal vez hasta de varias formas y piensan que la solución que se ha diseñado no es necesaria.

- **Negación:** “no hay problema. Los usuarios sólo necesita conocer qué tan amplias es nuestra solución”.
- **Enfado:** “realmente no lo comprenden. Esto tiene que funcionar la infraestructura no es opcional”.
- **Pretexto:** “tal vez si les damos formación particular, sin coste en su propio horario...”.
- **Depresión:** “no lo puedo creer. Después de todo el tiempo que hemos invertido”.
- **Aceptación:** “esta bien, tiene razón, enséñeme como funciona su solución”.

En esta última etapa es donde se lleva a cabo la acción. La persona que ha diseñado la solución pasa a ser parte de un equipo. En vez de ser “nosotros” contra “ustedes” será: “todos contra el problema”. Aquí es posible identificar diversos factores: Los equipos de proyecto son complementarios. Una parte tiene el entusiasmo del usuario si estándares, mientras otra tiene los estándares, aún si no posee el entusiasmo el usuario. Algunas soluciones no son complementarias, por tanto uno de los miembros tiene que hacer el mismo trabajo dos veces.

Muchas veces se subestima el conocimiento de negocios y técnicos de los usuarios. Muchos usuarios subestiman la complejidad del problema que se trata de resolver.

Es muy probable que en su organización exista un técnico programador que haya diseñado y distribuido una solución básica a un problema complejo. Aunque esta solución no resuelve todo el problema, es importante no criticar la solución por sus fallos, sino tomar en cuenta sus aciertos.

Muy posiblemente esta persona conozca el negocio, se identifica con los usuarios finales y entiende como capturar y procesar los datos de diversos problemas. Este usuario puede convertirse en un punto clave para éxito de cualquier sistema destinado a los usuarios finales.

4.2. Plan estratégico

El SOM diseña planes estratégicos para el logro de sus objetivos y metas planteadas, esto planes son a corto, mediano y largo plazo según la amplitud y magnitud de la fase. Ha de destacar que el presupuesto refleja el resultado obtenido de la aplicación de los planes estratégicos, es de considerarse que es fundamental conocer y ejecutar correctamente los objetivos para poder lograr las metas trazadas.

Desarrollo de los planes tácticos: a partir de la planeación estratégica, el departamento puede desarrollar los planes tácticos es decir, comienza a desglosar la planeación estratégica en varias planeaciones tácticas, o planes tácticos. Es necesario que, estos últimos se integren y coordinen de modo adecuado en la planeación estratégica.

4.2.1. Etapa de inducción

Toda gerencia de mantenimiento debe considerar esta actividad como prioritaria para lograr así el desarrollo y desempeño profesional de sus colaboradores, independiente de su posición y nivel educativo. A esto deberá definirse la metodología a emplearse para su desarrollo e incentivos a aplicar para estimular el personal en su capacitación y entrenamientos continuos.

Deben existir programas permanentes de capacitación, conocer los fundamentos de los procesos de elaboración utilizados en la institución con particular énfasis en vincular la eficiencia de la operación de los equipos e instalaciones en la calidad y cantidad de producción resultante de ella, así como de los desechos y/o rechazos debidos a su mal o regular funcionamiento. El objetivo primordial es mejorar la capacidad profesional y de gestión del personal y de sus supervisores. La etapa de inducción se tiene que desarrollar periódicamente bajo el control del área responsable de los Recursos Humanos y la participación de la superintendencia la inducción es mejor en grupos pequeños para obtener mejores resultados.

En su etapa inicial es primordial realizar una ceremonia y nosotros debemos invitar todos. Proveedor cuando ellos deben saber que nosotros queremos suministros de calidad de ellos. Los departamentos relacionados y las gerencias que puedan tener relación de forma indirecta con el proyecto.

4.2.2. Implementación

La gestión de mantenimiento asistido por computadora u ordenador. En esencia es una herramienta *software* que ayuda en la gestión de los servicios de mantenimiento de una empresa. Básicamente es una base de datos que contiene información sobre la empresa y sus operaciones de mantenimiento. Esta información sirve para que todas las tareas de mantenimiento se realicen de forma más segura y eficaz. También se emplea como herramienta de gestión para la toma de decisiones. Las plataformas de gestión del mantenimiento asistido por computadora pueden ser utilizadas por cualquier organización que necesite gestionar el mantenimiento de sus equipos, activos y propiedades

4.3. Mantenimiento planeado

Basados en las políticas, estratégicas y tácticas. Establece actividades, prioridades, recursos, secuencias de ejecución, objetos y metas, así como sus indicadores para regular la marcha global de mantenimiento. Conocidos y compartidos por todos. Teniendo como objetivo es evitar fallas que hagan parar la producción. Es responsabilidad de la gestión de mantenimiento en buscar continuamente formas de incrementar la producción y reducir los costos, el mantenimiento ayuda a las operaciones alcanzar una mayor producción. Los beneficios de mantenimiento planeados son reales, las ventajas adicionales de un programa de mantenimiento planificado son varias en las que podemos mencionar las siguientes:

Ventajas de mantenimiento planeados

- a. Proporcionar procedimientos para planificar, ejecutar, supervisar y controlar los recursos de mantenimiento.
- b. Reduce las demoras en la espera de los hombres, materiales, herramientas, después de un trabajo en curso.
- c. Prevé la recopilación sistemática de los materiales antes de puestos de trabajo previstos.
- d. Proporciona procedimientos para implementar y seguir un programa de la tarde.
- e. Proporciona un enlace de comunicación entre el mantenimiento y operaciones.
- f. Proporciona un plan diario para los supervisores de primera línea.
- g. Permite a los empleados por hora de trabajo al 100% cargado.
- h. Ayuda a coordinar el trabajo.
- i. Presentación de informes de rendimiento permite a la administración superior tener toda la información necesaria.
- j. Reduce el tiempo necesario para las paradas críticas o revisiones.
- k. Reduce los costos de mantenimiento.
- l. Proporciona una herramienta para las operaciones de asignar prioridades.

4.3.1 Capacitación

Se apunta para tener empleados hechos revivir multi-experimentados cuyo moral es alta y quién tiene ávido para trabajar y realizar todo lo requirió en sus funciones eficazmente y independientemente. Se da educación a operadores para actualizar su habilidad.

No es suficiente que sepa sólo “habilidad” por ellos también deben aprender “saber por qué”. A través de experiencia ellos ganan, “habilidad” de superar un problema. De ser necesario para entrenarlos en saber “saber-por qué”. Los empleados deben entrenarse para lograr la habilidad. La meta es crear una fábrica lleno de expertos. Toda gerencia de mantenimiento debe considerar estas actividades como prioritarias para lograr así el desarrollo y desempeño profesional de su planilla, independientemente de su posición y nivel educativo.

A estos efectos, deberán definirse sus objetivos, metodología a emplear para su desarrollo e iniciativas a aplicar para estimular al personal en su capacitación y entrenamiento continuos. Como ejemplo, se incluye seguidamente lo que expresa sobre este punto de gestión de mantenimiento. “los programadores permanentes de capacitación y entrenamiento tienen, entre otras, las metas siguientes:

Facilitar una ejecución más eficiente de introducir nuevas tecnologías y/o equipos; insistir en los conceptos básicos de seguridad e higiene industriales; adiestrados en el control preventivo de siniestro y en su combate en caso estos se desarrollen.

Conocer los fundamentos de los procesos de elaboración utilizados en el departamento con particular énfasis en vincular la incidencia de la operación de los equipos e instalaciones en la calidad y cantidad de los productos resultantes de aquélla, así como de los desechos y/o rechazos debidos a su mal o regular funcionamiento. Mejorar la capacidad profesional y de gestión del personal y de sus supervisores. Inducir la introducción de un manejo computarizado de la información del departamento.

4.3.2. Seguridad y salud

La finalidad del programa en el área de seguridad:

- Cero accidentes
- Cero daño de salud del personal o visitantes
- Cero paros de maquinaria

En este enfoque del área es adelante crear un lugar de trabajo seguros y un área circundante que no son dañadas por nuestros procesos o procedimientos. Este pilar jugará un papel activo en cada uno de los pilares en una base regular.

Se da importancia suma a seguridad en la planta. Gerente (seguridad) está cuidando funciones relacionadas a seguridad.

4.3.3. Institucionalización

- Fortaleza: se cuenta con el apoyo de la alta Gerencia.
- Oportunidad: que la actualización del sistema SAP consideré en un módulo la gestión de mantenimiento de plantas.
- Debilidades: no se cuenta con una herramienta computacional para llevar la gestión de mantenimiento.
- Amenazas: cambio de autoridades en periodos cortos.

5. ADMINISTRACIÓN Y CONTROL

5.1. Funciones

Las funciones principales de un *software* para la gestión de mantenimiento son:

Permitir la planificación y control del mantenimiento, incluyendo las herramientas necesarias para realizar esta labor de forma sencilla. Suministro de información procesada y tabulada de forma que pueda emplearse en la evaluación de resultados y servir de base para la correcta toma de decisiones.

Las distintas aplicaciones comerciales inciden más o menos profundamente en cada uno de estos puntos, originando productos adecuados para todas las necesidades. Aunque conceptualmente un *software* para la gestión del mantenimiento es un producto genérico, aplicable a cualquier tipo de organización, existen desarrollos específicos dirigidos a algunos sectores industriales.

Estas herramientas también deben ser adecuadas independientemente de la metodología o filosofía empleada para la gestión del mantenimiento, si bien algunos productos ofrecen módulos especiales en este sentido para facilitar su implantación.

Otra tendencia muy importante en estos momentos es la posibilidad de conectar estas aplicaciones con los sistemas de gestión de la organización, en nuestro caso al SAP o bien integrarlos completamente en estos, para facilitar el intercambio de información entre los diversos sectores implicados.

Módulos: un paquete estándar incluye algunos o todos de los módulos siguientes:

Órdenes de Trabajo: asignación de recursos humanos, de material, costos, seguimiento de información relevante como causa del problema, duración de la falla y recomendaciones para acciones futuras.

Mantenimiento Preventivo: seguimiento de las tareas de mantenimiento, creación de instrucciones pasó a paso o *checklists*, lista de materiales necesarios y otros detalles. Normalmente el *software* programa procesos de mantenimiento automáticamente basándose en agendas o la lectura de diferentes parámetros.

Gestión de Activos: registro referente a los equipos y propiedades de la empresa, incluyendo detalles, información sobre garantías, contrato de servicio, partes de repuesto y cualquier otro parámetro que pueda ser de ayuda para la gestión. Además el *software* también puede generar parámetros como los índices de estado de las infraestructuras.

Control de inventarios: gestión de partes de repuesto, herramientas y otros materiales incluyendo reservas de materiales para trabajos determinados, registro del almacenaje de los materiales, previsión de adquisición de nuevos materiales, etc.

Seguridad: gestión de los permisos y documentación necesaria como por ejemplo accesos restringidos.

Cada producto disponible en el mercado desarrolla más ampliamente algunos elementos y en ocasiones incluye herramientas adicionales para cubrir un mayor número de necesidades.

Beneficios

- Optimización de los recursos.
- Laborales: mejora de la planificación, seguimiento y aplicación.
- Materiales: mayor disponibilidad, optimización de existencias, fácil localización.
- Mejoras en la calidad y productividad de la organización.
- Disminución de los tiempos de paro en elementos productivos. Mayor fiabilidad y disponibilidad. Información actualizada, inmediata de todos los componentes del proceso.

- Mejora de los procesos de actuación establecidos. Posibilidad de realizar estudios y anticipar cargas de trabajo o consumo de piezas.

- Conocimiento inmediato de los gastos originados por cualquiera de los elementos controlados. Ajuste de los planes de mantenimiento a las características reales.

- Mejor control de actividades subcontratadas. Proporciona indicador de mantenimiento y económico para toma de decisiones dentro de la organización, en general el control de cualquiera de los procesos implicados en el mantenimiento.

5.2. Fuentes de información

La principal fuente de información serán todos los colaboradores y equipos que están distribuidos en los diferentes departamentos de la institución ya que ellos nos proporcionaran todos los datos para la elaboración de rutinas y planes de mantenimiento que se llevan a cabo en determinado periodo de tiempo.

Datos relativos a los equipos e instalaciones:

- a. Características constructivas de los mismos
- b. Problemas surgidos durante su operación
- c. Repuestos
- d. Programación mantenimiento preventivo
- e. Mantenimiento de emergencia

Datos relativos a la gestión de mantenimiento:

- a. Definir procedimientos normalizados para trabajos repetitivos
- b. Analizar las causas de desviación de los presupuestos
- c. Determinación de costos unitarios del mantenimiento (por hora por unidad de producto, por departamento o sector etc.)

Datos relativos a las averías:

- a. Clasificación y consecuencias
- b. Causas (seguras o probables)
- c. Efecto sobre los programas de mantenimiento
- d. Efectos en el tiempo

Datos relativos a las intervenciones de mantenimiento:

- a. Procedimiento de solicitud y de autorización de trabajos
- b. Resultados técnicos y económicos de los anteriores
- c. Rendimiento

Documentos: Manuales de máquinas, motores e instalaciones. Constituye la ficha de inventario: es el documento informativo básico y fundamental que resume las características originales de cada equipo y los datos operativos de él y de cada uno de sus componentes. Cualquiera que sea el modelo que se elija (manejo manual o computarizado de la administración de mantenimiento) se debe incluir sin excepción los siguientes datos e informaciones:

- Instalación de la forma parte
- Ubicación exacta dentro de la instalación
- Tipo de máquina
- Datos específicos físicos (modelo, tipo, dimensiones, peso) y tecnológicos (parámetros operativos)

- Proveedor y fecha de la compra con el número de pedido correspondiente Costo de la máquina puesta en planta y luego de montada
- Planos de conjuntos y de pieza con su ubicación en el archivo,
- Lista y condiciones de las piezas de repuesto, con indicaciones para encontrar su posición en el almacén, así como los planos correspondientes
- Indicaciones del centro de costos a que pertenece
- Aquellos otros datos que puedan ser de interés de los usuarios de la fichas

Ficha de Historial de cada máquina y/o equipo: Consiste en un informe detallado ordenado cronológicamente de todas las intervenciones de mantenimiento realizado en cada equipo o en sus componentes.

Sistema de prioridad: es la definición de la urgencia en encarar los trabajos y de los plazos estimados para su ejecución.

5.2.1. Planes de trabajo formulados

Catalogo de activos: el sistema deberá permitir formar catálogo de equipos, inmuebles, vehículos, etc., y deberá documentar toda la información de los mismos, como por ejemplo, imágenes, localización, planos, archivos adjuntos, especificaciones, notas, garantías, datos del proveedor, etc. además debe tener la posibilidad de ofrecer la versatilidad al permitir al usuario establecer sus propios campos personalizados para la captura del catálogo de activos.

Asociación de archivos electrónicos a cada activo registrado: estos archivos podrán ser fotografías, planos y diagramas para ilustrar localizaciones, puntos de lubricación, tablas etc., en formato electrónico de los tipos jpg, dwf, doc, xls, pdf, etc.

Historial de localizaciones: posibilidad de poder llevar un record de las localizaciones en las que ha estado instalado el equipo.

Historial de localizaciones: posibilidad de poder llevar un record de las localizaciones en las que ha estado instalado el equipo.

Relación equipos padre e hijos: el sistema deberá de poder asociar equipos principales –padres- y su relación directa con equipos secundarios asociados a estos –hijos-.

Catálogos de recursos asociados: poder capturar el catálogo de mano de obra en el que quedan registrados los nombres, especialidades, costos por hora y costos extraordinarios del personal involucrado en las labores de mantenimiento, para que permita la designación de responsables para las ordenes de trabajo, así como el registro del tiempo consumido por concepto de mana de obra en cada orden de trabajo.

Así también, debe contemplar un catálogo de proveedores de equipos y servicios para que los equipos que se registren, puedan relacionarse con su respectivo proveedor. el usuario podrá consultar en línea la información del proveedor como por ejemplo, contactos, teléfonos, etc., y también formar un catálogo de los servicios que cada proveedor ofrece y documentar en el sistema el consumo de servicios.

Calendarios de mantenimiento: se deberán de generar automáticamente los calendarios actualizados con las tareas a realizar a partir de las rutinas o planes de mantenimiento generados. Además de la generación de estos calendarios, se deberán de poder obtener calendarios de actividades por equipo o por un conjunto de los mismos y un calendario de equipos que necesitan paro, según el período de tiempo que el usuario lo determine –mensual o anual– así como también el de poder configurar días hábiles e inhábiles, para que las actividades de mantenimiento que estén programadas para estas fechas sean asignadas al día siguiente hábil.

Generación automática y seguimiento de órdenes de trabajo con numeral consecutivo: disponibilidad de que el sistema analice las fechas de trabajos programados e informe sobre los trabajos que deben realizarse en el periodo seleccionado. A cada orden de trabajo que el usuario genere, el sistema deberá de asignar un número de folio consecutivo para su control. Con la opción de poder imprimirse este correlativo en sistema de código de barras.

Separación automática de órdenes de trabajo: el sistema deberá contar con herramientas que permitan la distribución de las órdenes de trabajo según el tipo de personal de mantenimiento en función de la especialidad.

Rutinas de mantenimiento: permitir establecer planes de mantenimiento en base a tiempo o lecturas como por ejemplo kilómetros recorridos, horas de uso, etc., teniendo además la posibilidad de establecer planes combinados con fechas y lecturas, bajo el criterio de lo que suceda primero.

Actualización de trabajos: cuando se reporte en el sistema sobre los trabajos rutinarios realizados, en forma automática se deberá de generar la fecha próxima para cuando dicho trabajo deba volver a realizarse. Conforme se van marcando las actividades de los trabajos como realizados, se deberá de contar con un control gráfico que muestre el avance de cada orden de trabajo.

Distribución de cargas de trabajo: el sistema deberá contar con herramientas que permitan la visualización de la distribución de las órdenes de trabajo entre el personal de mantenimiento en función de la especialidad y duración estimada de cada orden.

Parametrización de OT: se podrán parametrizar las ordenes de trabajo programadas según periodos de tiempo diario, semanal o mensual, así como también se podrán tener diferentes tipos de trabajos no rutinarios como por ejemplo trabajos correctivos, preventivos, mejoras y trabajos de apoyo. Además, se podrá contar con la opción de poder incluir varios activos en una misma orden de trabajo.

Control de fallas: con el sistema se deberá de poder asignar según el tipo de activo que se trate, el tipo de falla que genero la solicitud de trabajo así como el de poder llevar el registro de daños y fallas según su impacto, tipo y causa raíz.

Equipos fuera de servicio: el módulo de mantenimiento deberá de poseer la capacidad de colocar equipos fuera de servicio, dentro de un periodo de tiempo especificado por el usuario, y deshabilitar las actividades asociadas a ese equipo.

5.2.2. Personal convencido y motivado

El personal que integrara el equipo de trabajo será el idóneo para el puesto que este convencido en el proyecto y se sienta motivado para realizarlo daremos el perfil del personal que integrara la ejecución del proyecto.

- **Coordinador de mantenimiento**

Puesto funcional: ingeniero coordinador de mantenimiento.

Naturaleza del puesto: trabajo profesional que consiste en planificar, coordinar y supervisar los mantenimientos preventivos y correctivos de las centrales generadoras de la empresa de generación de energía eléctrica y gestionar ante el administrador del mercado mayorista estas indisponibilidades.

Descripción de tareas y funciones del puesto: programa, coordina y supervisa la ejecución de los mantenimientos preventivos y correctivos de las plantas, atiende las emergencias que se presenten en la operación, coordina las actividades para mantener o restablecer el servicio de las plantas. Implementa controles de mantenimientos a través de herramientas computacionales. Colabora en proyectos relacionados a mejorar el sistema de gestión de mantenimientos de la empresa de generación.

Realiza cálculos, declaraciones, programaciones, relacionados con la disponibilidad de las unidades generadoras, según normativas del administrador del mercado mayorista. Mantiene estrecha relación con el centro de control de la EGEE y centrales generadoras para estar informado sobre las condiciones de operación de cada central.

Declara la potencia disponible de las unidades generadoras del –INDE-, al administrador del mercado mayorista en base a los mantenimientos programados de las unidades. Participa en la reunión de agentes del amm. Participa en las reuniones de la comisión de energía en la comisión nacional de ciencia y tecnología. Integra el comité de despacho del -INDE-. En donde se analizan los parámetros hidrológicos, operativos, comerciales y de mantenimiento para la programación semanal que se realiza al amm.

Integra juntas y comisiones técnicas cuando la gerencia de generación lo considere.

- **Relaciones del puesto**

Interna: jefaturas, sub-jefaturas plantas generadoras, control operativo, control de la producción, servicios técnicos especializados, obra civil, geotérmicos y otros departamentos administrativos.

Externa: administrador del mercado mayorista, agentes privados de generación y municipalidades.

- **Requisitos**

Educación: poseer título universitario en el grado de licenciatura con especialización profesional y maestría afín a la necesidad del puesto.

Experiencia: acreditar cinco años de experiencia profesional en labores relacionadas con el puesto.

Legal: ser colegiado activo.

- **Encargado del sistema de gestión del mantenimiento**

Puesto funcional: ingeniero encargado del sistema de gestión de mantenimiento.

Objetivo del puesto: administrar el sistema de gestión de mantenimiento así como el mantenimiento periódico del *software* y la red de comunicación, el cual estará conectado con las centrales generadoras del -INDE-.

- **Descripción de tareas y funciones del puesto**

Administrar el sistema de gestión de mantenimiento, generando información de resultados como el avance de los mantenimientos, indicadores del mantenimiento, análisis de fallas, y otra información que el sistema genere de interés, enviándose a niveles jerárquicos de la institución. Mantener en buenas condiciones de funcionamiento el sistema de gestión de mantenimiento.

Mantener estrecha relación con las unidades de coordinación de mantenimientos, superintendencia de operación y mantenimiento y encargado del sistema sgm de las plantas para la operatividad de la gestión de mantenimientos. Apoyo en capacitación del sistema de gestión de mantenimiento a personal involucrado en dicha gestión apoyar en los procesos administrativos de la superintendencia de operación y mantenimiento mantener estrecha relación con la división de informática sobre posibles actualizaciones de las instalaciones de la red y/o *hardware*, en los cuales se vea involucrado el sistema de gestión de mantenimiento. Realiza otras tareas afines al puesto.

- **Relaciones del puesto**

Interna: jefaturas, sub-jefaturas plantas generadoras, superintendencia de operación y mantenimiento, coordinador de mantenimientos y otros departamentos involucrados en gestión de mantenimiento.

Externa: proveedor del sistema de gestión de mantenimiento y/o empresas de suministros de *hardware y software*.

Requisito: educación poseer título universitario en el grado de licenciatura con especialización profesional afín a la necesidad del puesto. Ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica ó ingeniería en sistemas.

Experiencia: acreditar dos años de experiencia profesional en labores relacionadas con el puesto.

Legal: ser colegiado activo.

- **Encargado de control de calidad y pruebas especiales**

Puesto funcional: encargado de control de calidad y pruebas eléctricas

- **Objetivo del puesto**

Trabajos técnicos especializados en las instalaciones de las centrales generadoras del -INDE-. Que consiste en utilizar equipo especial para realizar análisis termo gráficos, fisicoquímicos del aceite dieléctrico y vibraciones, cuyos resultados serán de utilidad para implementar mantenimientos predictivos.

Descripción de tareas y funciones del puesto: planifica, coordina y ejecuta trabajos especializados como pruebas termoeléctricas, análisis de aceite a transformadores e interruptores, mediciones de vibraciones en las instalaciones de las centrales generadoras.

Plantea soluciones de los resultados de las pruebas especializadas ejecutadas y las discute con las jefaturas de planta. Planifica los equipos y suministros a requerir para el funcionamiento de la unidad a cargo, en el presupuesto de la superintendencia de operación y mantenimiento. Elabora términos de referencia para la contratación de equipos y suministros planificados en el presupuesto de la superintendencia. Realiza otras tareas afines al puesto

○ **Relaciones del puesto**

Interna: jefaturas, sub-jefaturas plantas generadoras, superintendencia de operación y mantenimiento, coordinador de mantenimientos y otras unidades involucradas en las actividades de control de calidad dentro de la organización.

Externa: proveedores

Requisitos: educación poseer título universitario en el grado de licenciatura con especialización profesional afín a la necesidad del puesto. Ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica ó ingeniería en sistemas.

Experiencia: acreditar dos años de experiencia profesional en labores relacionadas con el puesto.

Legal: ser colegiado activo.

- **Asistencia administrativo**

- **Objetivo del Puesto**

Trabajo técnico: consiste en asistir a la superintendencia de operación y mantenimiento en las tareas administrativas y financieras de la unidad.

Descripción de tareas y funciones del puesto: planifica, organiza, dirige, coordina y ejecuta trabajos administrativos y financieros, tales como anteproyecto de presupuesto, transferencias presupuestarias, ampliación presupuestarias, corrimiento de cuotas presupuestarias, reprogramación presupuestarias, compras por orden de compra y pago, compras por fondo fijo, pedidos de invitación a cotizar, registro de acciones de personal, control de activos, elaboración de informes de presupuesto, autorizar firmas de cheques de viáticos, cheques de compra de bienes y contratación de servicios, llevar registros contables y presupuestarios del fondo fijo, semanal, mensual y anual.

Apoya en la elaboración de las contrataciones mayores de Q200 000,00 realizadas a través de invitación a cotizar. Realiza otras tareas afines al puesto

- **Relaciones del puesto**

Interna: jefaturas, sub-jefaturas plantas generadoras, superintendencia de operación y mantenimiento, coordinador de mantenimientos y otros departamentos involucrados en la gestión administrativa.

Externa: proveedores

Requisitos: educación perito contador con especialidad en computación.

Experiencia: acreditar dos años de experiencia en labores relacionadas con el puesto.

Legal: registrado como contador público

5.3. Revisión de información relevada

El encargado de la recopilación de datos tendrá entre sus funciones revisar que la información recopilada sea verídica en todos sus datos ya que esta será la utilizada para tomar decisiones en los tiempos estimados en que se realizaran las ordenes de trabajo.

En la actualidad la toma de decisiones respecto al desempeño de los sistemas de mantenimiento, constituye indiscutiblemente un aspecto de primer orden a resolver, ya que mediante la garantía del mismo se propicia, no solo la adecuada evaluación y control de la gestión del mantenimiento con vistas a lograr su mejoramiento continuado, sino, además, el logro de una mayor disponibilidad de las capacidades productivas instaladas en nuestras plantas de generación de energía eléctrica.

Análisis de información: el sistema deberá de tener un módulo para el análisis de toda la información cargada al mismo, teniendo como mínimo los siguientes reportes:

Gráfica programado vs. Realizado. Gráfica en la que se comparan mensualmente la cantidad de actividades programadas y la cantidad de actividades realizadas.

Comparativo entre equipos. Gráficas para la comparación entre equipos, grupos de equipos, centros de costo, según lo determine el usuario ya sea en actividades o costos.

Análisis de fallas y causas raíz. Detecte los tipos de equipo que más fallas presentan, las fallas más frecuentes y sus causas raíz, incluyendo una gráfica de pareto para mejor visualización.

Historia gráfica. Se deberá mostrar gráficamente la historia de mantenimientos efectuados a un equipo en un lapso de tiempo, mostrando periodos protegidos y periodos desprotegidos.

Gráfica de costos, paros, etc., generación de consultas, gráficas y reportes relacionados con la gestión del mantenimiento, como gráficas de costos, paros, etc.

Índices de Mantenimiento: el sistema deberá calcular automáticamente tres índices de mantenimiento como mínimo, siendo estos el tmef -tiempo medio entre fallas-, el tmpr -tiempo medio para reparación- y disponibilidad.

5.3.1. Información fluye rápidamente

La información fluye en forma oportuna y en tiempo real. Actualizaciones vía *internet*. El sistema podrá automáticamente consultar en *internet* si existen revisiones al programa y en su caso descargarlas y actualizar el sistema.

Solicitudes vía *internet*: las solicitudes de mantenimiento se podrán reportar vía *internet* y llegar directamente al personal de mantenimiento.

Cada vez que alguien reporte una solicitud de mantenimiento vía *internet*, se deberá de abrir una venta en la pantalla de los administradores de mantenimiento indicándoles sobre los trabajos que el personal reporta o solicita, además de esto, las personas que hacen una solicitud podrán consultar en *internet* el estado que guarda su solicitud, es decir, si su solicitud ya fue leída, fecha programada para realizar el trabajo, si el trabajo ya fue realizado, etc.

Exportación de información: el sistema deberá de tener la capacidad de exportar los reportes e información a formatos electrónicos, como Excel.

Comunicación: el sistema deberá de estar diseñada para trabajar en forma integrada entre sus módulos; módulo de mantenimiento, inventario y herramientas, además de poseer la opción de que sus módulos se puedan trabajar independientemente.

5.3.2. Información esencial y confiable

Mantenimiento dispone de un ambiente de información veraz, confiable, así como de rutinas para su verificación.

Por qué evaluar y controlar la gestión de mantenimiento en la empresa. Sencillamente porque se necesita saber cuán eficiente es la aplicación de la política de mantenimiento que se ha planificado para el entorno productivo de la empresa. Esta información permite actuar de forma rápida y precisa sobre los factores débiles en nuestro mantenimiento. Una buena política para controlar y evaluar la gestión de mantenimiento en la empresa resulta de la implantación, estudio y análisis de un paquete de indicadores.

5.4. Seguridad laboral

Para manejar la seguridad de su sistema de mantenimiento, en sus tres módulos, este deberá de permitir dar de alta a los usuarios que tendrán acceso al manejo del mismo. Los usuarios registrados deberán de tener acceso al programa mediante una clave y podrán tener permiso total o limitado para diferentes módulos y ejecutar funciones determinadas.

- Seguridad por niveles
- Seguridad por usuario
- Módulo de trazabilidad

Así también, el sistema deberá de tener un sistema calendarizado para poder hacer copias de seguridad programas de las bases de datos y poder tener también la funcionalidad de recuperar la información de estas copias de seguridad y hacerlas funcionales.

5.5. Visitas a las plantas

Figura 3. **Visitas a plantas**



Fuente: investigación propia.

Figura 4. Vista de generador



Fuente: investigación propia.

5.5.1. Resultado de la información procesada

El MP permitirá al usuario ordenar, filtrar y agrupar datos de una gran cantidad de maneras diferentes utilizando herramientas que permiten elaborar de forma ordenada y organizada la información deseada, para que pueda generar reportes de cualquier tipo. Así como la elaboración de gráficos en donde el usuario podrá configurar sus propias series, donde podrá visualizar todas las actividades que se realizan y los consumos que con llevan a su ejecución, a la vez podrá analizar los costos de mano de obra ordinaria y extraordinaria así podrá determinar cuáles son los equipos que más actividad y costo generan en determinado tiempo.

6. SEGUIMIENTO

6.1. Plan de evaluación

El objetivo general que se persigue en este plan de trabajo consiste en la definición de los indicadores claves para la evaluación del desempeño de la actividad de mantenimiento, así como su jerarquización acorde a su nivel de influencia en el proceso de toma de decisiones, en donde ellos (indicadores) juegan un papel importante.

6.1.1 Indicadores de avance

Los indicadores técnicos-financieros en el proceso de mantenimiento deben permitir por un lado, identificar cuáles son las estrategias que se deben seguir para alcanzar la visión de la empresa (un alto desempeño), y por otro lado expresar dichas estrategias en objetivos específicos cuyo logro sea medible a través de un conjunto de indicadores.

El mantenimiento industrial día a día está rompiendo con las barreras del pasado. Hoy en la práctica en muchas empresas, los gerentes del mantenimiento tienen que pensar que es un negocio invertir en mantenimiento de activos y no ver al mantenimiento como un gasto.

Esta transformación que está ocurriendo en el mundo del mantenimiento ha hecho patente la necesidad de una mejora sustancial y sostenida de los resultados operacionales y financieros de las empresas, lo que ha llevado a la progresiva búsqueda y aplicación de nuevas y más eficientes técnicas y prácticas gerenciales de planificación y medición del desempeño.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, siempre con la mirada puesta en lo que se desea alcanzar con el mantenimiento, son las siguientes: pocos, pero suficientes para analizar la gestión. Claros de entender y calcular. Útiles para conocer rápidamente como van las cosas y por qué.

Es por ello que los índices deben: identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción. Dar los elementos necesarios que permiten realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.

Establecer un registro de datos que permita su cálculo periódico. Establecer unos valores plan o consigna que determinen los objetivos a lograr. Controlar los objetivos propuestos comparando los valores reales con los valores planificados o consigna. Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

Indicadores Técnicos:

- Tiempo promedio Para fallar (tppf) - *mean time to fail* (mttf)
- Tiempo promedio para reparar (tppr) - *mean time to repair* (mttr)
- Disponibilidad
- Utilización
- Confiabilidad

Tiempo promedio para fallar (tppf) - *mean time to fail* (mttf): este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El tiempo promedio para fallar también es llamado "tiempo promedio operativo" o "tiempo promedio hasta la falla".

6.2. Monitoreo del cumplimiento de objetivos

Identificar y utilizar los indicadores claves para la evaluación del desempeño de la actividad de mantenimiento, así como su jerarquización acorde a su nivel de influencia en el proceso de toma de decisiones, en la busca de alcanzar la visión de la empresa. Implementar un sistema de gestión del mantenimiento, cmms (*computerized maintenance management system*); herramienta *software* que ayudará en la gestión y que básicamente será una base de datos que contendrá información sobre la empresa y sus operaciones de mantenimiento. Esta información servirá para que todas las tareas de mantenimiento se realicen de forma más segura y eficaz. También se empleará como herramienta de gestión para la toma de decisiones.

Crear la unidad de control de calidad y pruebas especiales, la cual tendrá como función el mantenimiento preventivo sistemático y la creación de círculos de mantenimiento para la gestión del mantenimiento proactivo.

Implementar la filosofía del mantenimiento productivo total (tpm) y del mantenimiento basado en la confiabilidad (rcm), integrando los mantenimientos correctivos, preventivos y proactivos.

6.3. Diagnóstico de la implementación de la gestión del mantenimiento

Se crearan dos unidades las encargadas de diagnosticar el funcionamiento en el proceso de implementación del nuevo *software*.

Unidad “sistema de gestión de mantenimiento”: unidad encargada de gestionar el *software*, controlando los mantenimientos de las plantas generadoras de energía del –INDE-, dando seguimiento a los reportes de fallas y ordenes de trabajo (ot) dando mejor atención en la gestión del mantenimiento, informando a la superintendencia sobre los indicadores técnicos – financieros, los cuales serán de utilidad para la toma de decisiones. Por otro lado dará seguimiento e informara sobre fallas e incidencias vía *web*.

Unidad “control de calidad y pruebas especiales”: unidad de apoyo para los jefes de mantenimiento en planta, encargada del mantenimiento predictivo, realizando pruebas eléctricas y mecánicas no destructivas con el propósito de conocer el estado actual de los equipos y es posible entonces, conocer el estado futuro o anticiparse a las posibles fallas.

Dentro de sus actividades tendrá la implementación de mantenimiento proactivo el cual consiste en el estudio de fallas y análisis de la actividad de mantenimiento, para poder obtener conclusiones y dar sugerencias para mejorar la función de mantenimiento, además de coordinar las actividades del circulo de mantenimiento el cual será conformado por técnicos e ingenieros de planta para estudiar casos técnicos en particular haciendo propuestas y sugerencias para dar solución a los problemas, anticipándose a posibles contingencias. Estas prácticas de mantenimiento predictivo contribuirían a minimizar las pólizas de seguros del –INDE-.

CONCLUSIONES

1. Este Programa está orientado a satisfacer las necesidades de aquellos Gestores – Jefes de Mantenimiento y Producción que identifican a la Gestión del Mantenimiento como uno de los factores determinantes para garantizar la eficiencia productiva y a pesar de ello, no encuentran orientaciones, sistemas y métodos claros para adaptarse al nuevo contexto. El departamento de Superintendencia quiere formar parte de la nueva era del mantenimiento, por ello implementará el programa desarrollador, con el cual obtendrá una herramienta que permitirá tener acceso a todas las plantas, obtener sus estadísticas y llevar un control de rendimiento diario, por medio de gráficas de rendimiento; pudiendo determinar en tiempo real la situación actual de cada planta y la eficiencia que ésta genera.
2. Se enfoca en el “Diagnóstico proactivo e integrado de equipos, procesos y/o sistemas”, como la base fundamental del mantenimiento. El proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico, que busca caracterizar el estado actual y predecir el comportamiento futuro de equipos, sistemas y/o procesos. Con ello se planificará cada paro programado que necesite el equipo para realizarle su mantenimiento correspondiente, evitando que se dañe por exceso de uso o de falta de algún lubricante. Así se evitará que se realice de emergencia, pare la producción y atraiga pérdidas y retrasos.

3. Se aplicarán Modelos de Decisión en Mantenimiento, orientados hacia el modelo de decisión “Costo riesgo”, debido a que el mismo permite comparar el costo asociado a una acción de mantenimiento contra el nivel de reducción de riesgo o mejora en el desempeño debido a dicha acción. El análisis costo-riesgo resulta particularmente útil para decidir en escenarios con interés en conflicto, en donde se pueda mencionar el escenario operación-mantenimiento, el cual el operador quiere que el equipo o proceso opere en forma continua para garantizar la máxima producción, y simultáneamente, el supervisor quiere que el proceso se detenga con cierta frecuencia para poder mantener la confiabilidad del mismo, el modelo costo-riesgo permite determinar el nivel óptimo de riesgo y la cantidad adecuada de mantenimiento. Con este análisis se evitarán roces entre operadores y supervisores formándoles la visión que el objetivo es obtener el máximo beneficio para la institución.

4. Generalmente, no existen problemas complejos con soluciones sencillas. El análisis de confiabilidad y riesgo en las instalaciones de procesos no es un problema sencillo, por ende, requiere de herramientas y metodologías de cálculo con complejidad acorde a la complejidad del problema. Con la herramienta que proporciona el programa MP permitirá realizar diagnósticos integrales sustentados en toda la información disponible de un equipo (historial, condición actual, datos técnicos) haciendo un seguimiento al estatus de confiabilidad y riesgo de los equipos, subsistemas y sistemas; con la finalidad de tomar las decisiones correctas en el momento adecuado.

5. Utilizando las herramientas administrativas que aporta el programa MP, se puede apoyar al máximo la gestión del mantenimiento, específicamente basándose en los pilares de eficiencia. Representa una excelente herramienta para hacer predicciones de fallas en sistemas reparables, los resultados obtenidos con esta gestión del programa son más reales que aquellos obtenidos con los métodos tradicionales. El cálculo de confiabilidad basado en datos de monitoreo, ofrece un método alternativo basado en el historial de fallas que resulta muy útil para evitar fallos futuros. Éste encausa por una vía el criterio para el diseño de políticas y estrategias de mantenimiento en la institución.

6. Poder implementar la gestión del mantenimiento basada en la filosofía de TPM, requiere un plan estratégico que aterrice en acciones sencillas de todos los involucrados en el proceso. El TPM es una filosofía de mantenimiento que exige calidad total y con la implementación del programa MP, permite tener los sistemas para que se aplique esta filosofía; buscando llegar al nivel de cero fallas, sin elevar considerablemente los costos de operación. Para el éxito de este proceso se tiene el compromiso de todo el personal de la institución involucrado en su implantación, desarrollo y ejecución del programa.

RECOMENDACIONES

1. Comprometer a la gerencia general en dar todo el apoyo necesario para que el proyecto termine con lo planificado en el tiempo estipulado, no se quede como un proyecto más que no puede realizarse por diferentes motivos.
2. Es importante adiestrar a todo el personal que se vaya a relacionar con la ejecución del programa, a efecto de cada uno de los parámetros en el proceso se desarrolle de la forma planificada para garantizar el funcionamiento del programa.
3. Cualquier actividad de mantenimiento que se realice diariamente debe registrarse en el programa, para la generación del banco de datos real del estado de cada una de los equipos.
4. Para iniciar una gestión en cualquier departamento es importante conocer las herramientas administrativas con las que se cuentan y, a partir de éstas, proponer acciones concretas con resultados encadenados que permitan en un tiempo real alcanzar los objetivos establecidos.
5. Se debe implementar un cambio, lo cual requiere de una estrategia y objetivos claros, pero lo más importante es el apoyo del nivel gerencial que ayuda a motivar al personal que va a generar el cambio en sí.

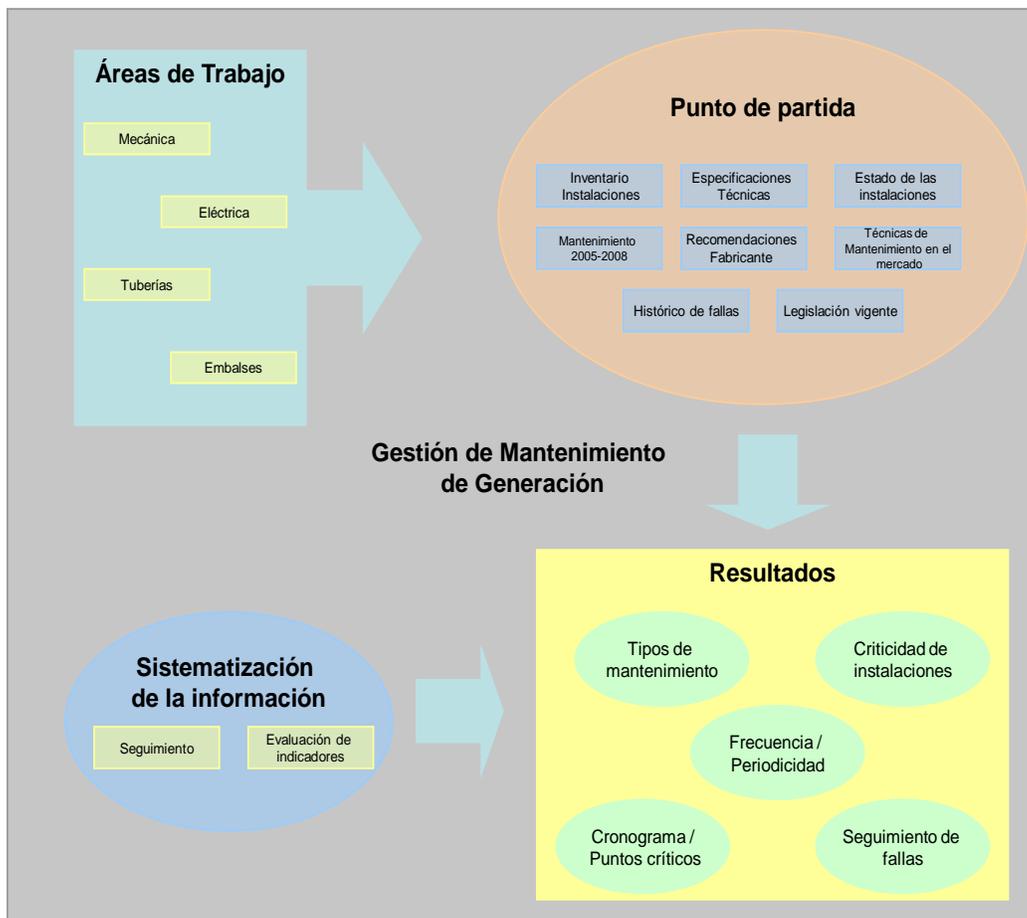
6. Contratar a más colaboradores para el desarrollo de implementación del programa en el Departamento de Superintendencia de Operaciones de Mantenimiento y concientizar a los jefes de departamentos que el programa es un beneficio para su área y para la institución en general.
7. El TPM es una filosofía que se refiere al recurso humano del mantenimiento, el personal debe de comportarse con seguridad, orden y disciplina; para que se aplique correctamente el mantenimiento no es estático, es evolutivo, por tanto necesita actualizarse, analizarse y reflexionarse para su mejora continua, será entonces cuando intervenga el mantenimiento proactivo.
8. Designar una persona idónea que tenga la dirección, control y la administración del programa en cada planta; el cual vele por el uso correcto del programa para que brinde los resultados deseados y esperados.
9. Realizar visitas necesarias a cada planta para verificar que todo el personal se involucre y comprometa con el desarrollo del programa y analizar los avances que genere en la producción de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHIAVENATO, Adalberto. *Administración*. 3ª ed. Bogotá: McGraw Hill, 2001. 123 p.
2. CHAMO, Hugo. *Manual de implementación de gestión de mantenimiento*. Guatemala: INDE, 2009. 40 p.
3. GONZÁLEZ, José. “Gestión del programa de mantenimiento.” Tesis Ing. Ind. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 145 p.
4. GOODRSTEN, Leonard. *Planeación estratégica aplicada*. Bogotá Colombia: McGraw-Hill, 1998. 215 p.
5. KAUFMAN, Roger. *Guía práctica para la planeación en las organizaciones*. México: Trillas, 1987. 178 p.
6. PRADO, Raúl. *Manual de Gestión de Mantenimiento*. Guatemala: Piedra Santa, 1996. 128 p.
7. TOMPSON, Arthur. *Administración estratégica*. 13ª ed. México: McGraw Hill, 2004. 255 p.
8. VELÁZQUEZ, Nathaly. “Manual de procedimientos del sistema de gestión de calidad.” Tesis Ing. Ind. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 174 p.

ANEXOS

Diagrama de Gestión



Fuente: elaborado por el Ing. Hugo Chamo. Manual de implementación de gestión de mantenimiento. p. 38.

Ficha Técnica no. 1



Ficha Técnica



Planta Generadora _____
 Unidad _____
 Equipo Generador Eléctrico

Características técnicas			Fotografía
Marca			
Fabricante			
Año de fabricación			
Modelo			
No. de serie			
Potencia nominal		MVA	
Potencia aparente máxima		MVA	
Factor de potencia nominal		% /cos φ	
Tensión nominal			
Rango de variación de tensión			
Corriente nominal		A	
Frecuencia nominal		Hz	
Velocidad nominal		r.p.m.	
Planos mecánico/ubicación			
Planos eléctricos/ubicación			
Manuales de mantenimiento			

Listado de componentes	Proveedor		Tiempo	Sistema de Enfriamiento
	Local	No local	Suministro	

Listado de componentes	Proveedor		Tiempo	Sistema de Lubricación
	Local	No local	Suministro	

Automatización y Control

Elementos	Señal		
	Maniobra	Alarma	Disparo



Fuente: orden generada por el programa MP

Ficha Técnica no. 2



Ficha Técnica Subestación

Planta Generadora _____
Nombre Subestación _____



Elementos de Corte

Seccionamiento	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4
Nombre Posición				
Tensión nominal	kV	kV	kV	kV
Monopolar / Tripolar				
Tipo de apertura				
Apertura con /sin carga				
Conectores				
By-pass				
Nombre Posición				
Tensión nominal	kV	kV	kV	kV
Monopolar / Tripolar				
Tipo de apertura				
Apertura con /sin carga				
Conectores				
Interruptores				
Fabricante				
No. de serie				
Tensión nominal	kV	kV	kV	kV
Frecuencia nominal	Hz	Hz	Hz	Hz
Tensión nominal frecuencia industrial	kV	kV	kV	kV
Tensión nominal a impulsos de descarga	kV	kV	kV	kV
Intensidad nominal	A	A	A	A
Intensidad nominal a cortocircuito	A	A	A	A
Tipo de aislamiento				
Tipo de extinción de arco				



Fuente: orden generada por el programa MP

