UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD TÉCNICA JOSÉ PERALTA

INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO. DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS

Trabajo de Investigación previo a la obtención del Grado de Magíster en Administración de Negocios

Autor: Juan Carlos Abad Apuango

Tutor: Ing. Mauricio Vásquez

Noviembre, 2011

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Grado presentado por Juan Carlos Abad Apuango, para optar por el grado de Magíster en Administración de Negocios, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación (pública o privada) y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra a los 11 días del mes de Octubre del 2011

_____

Ing. Mauricio Vásquez

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO. DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS

Por: Juan Carlos Abad Apuango

Trabajo de Grado de Maestría aprobado en nombre de la Universidad Técnica del Norte, por el siguiente Jurado, a los 26 días del mes de Noviembre de 2011

_____ _____

Dr. Eduardo Lara

C.C.

Mgs. Estuardo Ayala

C.C.

_____

Mgs. Luis Vásquez

C.C.

AGRADECIMIENTO

Se deja constancia del imperecedero agradecimiento al personal docente y administrativo de la Universidad Técnica del Norte, por haber brindado la oportunidad de formar nuevos profesionales en el campo de la administración de negocios.

Al Ingeniero Mauricio Vásquez, quien, como Director de Tesis guió exitosamente la elaboración del trabajo investigativo.

JUAN CARLOS ABAD APUANGO

DEDICATORIA

A Dios, por la oportunidad de seguir aprendiendo

A mi esposa, porque su amor justifica el esfuerzo

A mis padres, por su ejemplo de superación constante

A la ciencia, para ampliar el conocimiento administrativo

El aprendizaje es personal, pero el fruto de ejercer el correcto pensamiento es para gloria de todos.

JUAN CARLOS ABAD APUANGO

INDICE GENERAL

Portada	I
Aprobación del Tutor	II
Aprobación del Tribunal	III
Agradecimiento	IV
Dedicatoria	V
Índice general	VI
Lista de tablas	IX
Lista de figuras	X
Lista de siglas	X
Resumen	XII
Abstract	XIV
CAPITULO I	
1. Problema de investigación	1
1.1 Contextualización del problema	1
1.2 Planteamiento del problema	4
1.3 Formulación del problema	5
1.4 Objetivos de la investigación	5
1.5 Preguntas de investigación	6
1.6 Justificación	7
1.7 Viabilidad	7
CAPITULO II	
2. Marco Teórico	9
2.1 Administración de empresas	9

2.2 Planificación 10

2.3 Procesos 11

2.4 Transformador eléctrico 11

2.5 Mantenimiento industrial 19

2.6 Manual de procedimientos 21

2.7 Comunicación 29

2.8 Administración de inventario de repuestos 31

2.9 Recursos para un proyecto 32

2.10 Talento humano 33

2.11 Plan de mitigación de riesgos 36

CAPITULO III

3. Metodología 40

3.1 Tipo de investigación 40

3.2 Diseño 40

3.3 Definición de variables 41

3.4 Operacionalización de las variables 41

3.5 Población y muestra 43

3.6 Método de investigación 43

3.7 Técnicas e instrumentos 43

3.8 Proceso para obtener los resultados 44

3.9 Proceso para construir la propuesta 45

3.10 Trascendencia científica o valor práctico del estudio 45

CAPITULO IV

4. Análisis, interpretación y discusión de los resultados 46

4.1 Preguntas 47

4.2 Discusión del resultado de la investigación 59

4.3 Contrastación de preguntas de investigación con los resultados 63

CAPITULO V

5. Propuesta de investigación 65

5.1 Antecedentes 65

5.2 Propósito 66

5.3 Base teórica 66

5.4 Objetivos 73

5.5 Descripción de la propuesta 73

5.6 Beneficiarios 74

5.7 Diseño técnico del manual de procedimientos 75

5.8 Diseño administrativo 127

5.9 Determinación de impactos 131

5.10 Validación de la propuesta 132

5.11 Contrastación de preguntas de investigación con la validación de la propuesta 133

Conclusiones y recomendaciones 136

Lista de tablas

Tabla 1: Fallas en los transformadores 13

Tabla 2: Pruebas de diagnóstico para los transformadores 15

Tabla 3: Operacionalización de variables 42

Tabla 4: Tiempo de trabajo de los electricistas en la CHPM 52

Tabla 5: Conocimiento acerca del inhibidor del aceite dieléctrico 53

Tabla 6: Percepción del personal acerca de la confiabilidad de los transformadores 53

Tabla 7: Existencia de repuestos en bodega central 54

Tabla 8: Revisión de trabajos por parte del inspector 55

Tabla 9: Opinión del personal acerca de la satisfacción del cliente 55

Tabla 10: Resultados de la entrevista realizada al Jefe de Mantenimiento 56

Tabla 11: Plan de mantenimiento preventivo de los transformadores de potencia 57

Tabla 12: Actividades predictivas 58

Tabla 13: Elementos revisados o intervenidos preventivamente 58

Tabla 14: Planificación de actividades 60

Tabla 15: Desarrollo del proceso interno 61

Tabla 16: Relación con otros procesos 62

Tabla 17: Ficha de revisión y aprobación para procedimientos 76

Tabla 18: Encabezado de los procedimientos 77

Tabla 19: Cuadro de revisión y aprobación en portada de procedimientos 78

Tabla 20: Porcentajes de personal capacitado 82

Tabla 21: Periodicidad de revisión del Buchholz según electricistas 84

Tabla 22: Periodicidad de revisión del Buchholz según fabricantes 84

Tabla 23: Periodicidad de revisión del Buchholz según otras empresas 85

Tabla 24: Fallas comunes en los transformadores de potencia 86

Tabla 25: Resumen de actividades pendientes en los transformadores de la CHPM 87

Tabla 26: Resumen de hojas de vida de los transformadores de la CHPM 87

Tabla 27: Tipo de responsabilidad del personal sobre los procedimientos 128

Tabla 28: Plan de acción, etapa de ejecución de tareas 129

Tabla 29: Plan de acción, etapa administrativa 130

Tabla 30: Recursos necesarios para aplicación del plan 131

Lista de figuras

Figura 1: Criterio del personal de ejecución sobre la periodicidad preventiva 47

Figura 2: Conocimiento del personal acerca de las prácticas de seguridad 48

Figura 3: Conocimiento del personal acerca de las normas de pruebas 49

Figura 4: Opinión del personal acerca de los registros digitales 50

Figura 5: Criterio del personal sobre los equipos y herramientas usadas 50

Figura 6: Disponibilidad de repuestos según electricistas 51

Lista de siglas

CELEC EP: Corporación Eléctrica del Ecuador, Empresa Pública.

CENACE: Centro Nacional de Control de Energía.

CHPM: Central Hidroeléctrica Paute Molino.

E: Electricista

EPP: Equipo de protección personal.

F: Fabricante

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

M: Mantenimiento

I: Inspector

INCOP: Instituto Nacional de Compras Públicas.

INECEL: Instituto Nacional de Electrificación del Ecuador.

NI: No indica

PCB: Bifenilos policlorados.

S: Siempre

SE: Sistema eléctrico

SF6: Hexafluoruro de azufre.

SNI: Sistema Nacional Interconectado.

1D: Periodicidad diaria

1S: Periodicidad semanal

2M: Periodicidad bimestral

3M: Periodicidad trimestral

6M: Periodicidad semestral

1A: Periodicidad anual

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA PAUTE MOLINO. DISEÑO DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS.

Autor: Juan Carlos Abad Apuango

Tutor: Ing. Mauricio Vásquez

Año: 2011

Resumen

El transformador es una máquina que al estar en operación se encuentra sometida a esfuerzos de tipo eléctricos, mecánicos y electromagnéticos, así como también, su funcionamiento depende de las características propias de los materiales con los que fue construido, especialmente el papel aislante. De la misma forma, la temperatura de operación y la pureza del aceite mineral dieléctrico son otros de los factores predominantes que determinan si un transformador está en buenas condiciones o no. La gestión de mantenimiento que se le aplica a la máquina, el conocimiento del personal y las técnicas utilizadas son factores que deben ser tratados con mucha importancia y detenimiento ya que de su eficacia depende el buen desempeño del sistema de producción. Para el caso particular de investigación, la administración de mantenimiento de los transformadores de potencia de la Central Hidroeléctrica Paute Molino es un proceso clave para la generación de electricidad, pero en los últimos años ha demostrado debilidad debido a que varios problemas se han detectado en las máquinas. Por este motivo, la investigación analiza la situación actual de la administración del proceso, evalúa las causas que provocan los problemas y define una solución viable y pertinente basada en el diseño de un manual de procedimientos. Una de las conclusiones más importantes del trabajo determina que las grandes ventajas del uso de un

manual de procedimientos brindan mayor conocimiento al personal, lo guía mediante la estandarización y actualización de la información, a la vez ofrece un punto de referencia para la toma de decisiones. El trabajo investigativo confirma que uno de los factores más importantes para el correcto desempeño de un sistema de mantenimiento es la capacitación del personal, sin embargo, éste factor debe ser atendido con mayor importancia porque esto también asegura el bienestar de la gente. El trabajo también pretende aportar a la sociedad y a la ciencia con un novedoso análisis administrativo aplicado a un proceso técnico de ingeniería eléctrica. Esto posibilita la utilidad de su metodología a la generalidad de procesos técnicos de otras ramas profesionales.

MAINTENANCE SYSTEM ADMINISTRATION OF THE TRANSFORMER OF PAUTE MOLINO HYDROELECTRIC POWER STATION. DESIGN OF A TECHNIQUES AND ADMINISTRATIVES PROCEEDINGS HANDBOOK.

Author: Juan Carlos Abad Apuango

Tutor: Ing. Mauricio Vásquez

Year: 2011

Abstract

The transformer is a machine that in operation is subdue to efforts of electrical, mechanical and electromagnetic type, and too, your working depend of the material characteristics for your factory, in especial the insulator paper. Therefore, the temperature of working and the quality of dielectric oil are factors very important to bring about if a transformer is ok or not. The maintenance administration over the machine, to make of personal and the techniques uses are factors that have working with very important, of their efficacy depend the good working of the production system. In this case, the maintenance administration of the transformer of Paute Molino Hydroelectric Power Station is an important process for electric generation, but in the last years this was weak because the machine gives a lot of trouble. For this reason, the investigation examine the current situation of the process administration, evaluate the cause of the problems and define a viable and appropriate solution based in the design of a proceedings handbook. The more important conclusion it can see the advantages from the use of the proceedings handbook giving know how to the personal, its lead with the standard and news information, and too giving a reference about the decisions. The investigation work confirm that the capacitating of personal is a very important factor for the correct working of

maintenance system, however, this factor must are attended of better form because this insure the well-being of people. The work hope to contribute at the society and to science with an innovative administrative examine make at process of electrical engineer. This make possible the use of it methodology in the technique process from others professional rams.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Contextualización del problema.

La Central Hidroeléctrica Paute Molino (CHPM) fue construida entre las provincias de Cañar, Azuay y Morona Santiago aprovechando el caudal del río Paute y la topología propicia de la zona; inició su operación en 1983 y llegó a tener una "potencia instalada de 1100MW siendo su producción anual promedio en los últimos diez años de 4700GWh." (Unidad de Negocio Hidropaute, 2010, p. 17). Fueron instaladas 10 unidades de generación hidroeléctrica y cada una dotada de un transformador de potencia.

Para el Ecuador esta central ha sido la obra de generación eléctrica más grande e importante, abasteciendo en sus inicios hasta el 60% de la demanda total de energía a nivel de país, esto ayudó mucho para que la demanda del sistema nacional eléctrico no dependa constantemente del aporte energético de las centrales térmicas que ofrecían el servicio a costos más altos y con la consecuente contaminación al ambiente debido al uso de fuentes de energía no renovables basadas en los derivados del petróleo.

La administración de la central fue dirigida inicialmente por el Instituto Nacional de Electrificación del Ecuador (INECEL), luego asumió esa responsabilidad la empresa HIDROPAUTE S.A. para finalmente pasar a manos de la Corporación Eléctrica del Ecuador Empresa Pública (CELEC EP).

El personal que ha participado en la planta durante su construcción como en su operación han sido ecuatorianos de todas las regiones, pero principalmente de las provincias de Cañar y Azuay. De esta forma, con el tiempo la central se fue convirtiendo en una de las más prestigiosas escuelas para profesionales de ingeniería.

A lo largo de su vida, el servicio que ha venido brindando la central a la provincia del Cañar, al austro ecuatoriano y al país en general es difícilmente superable. Abastece de energía a más de un tercio de los consumidores

nacionales, lo cual genera empleo, producción y flujo de dinero, en lo social y ecológico viene ejecutando proyectos en bien de las comunidades que rodean a la planta en sí y a las que se encuentran a lo largo de los afluentes del río Paute.

1.1.1 *Antecedentes.* Los equipos e instalaciones de la central han funcionando continuamente por más de 27 años. En su gran mayoría los sistemas fueron concebidos con tecnología de hace tres décadas; por ello, a lo largo de su servicio se han presentado averías de pequeña importancia y otras de mayor relevancia siendo estas últimas las que han representando un gran riesgo para la producción de la planta.

Dentro de las instalaciones, todos los transformadores cuentan con sistemas auxiliares tales como tableros eléctricos, dispositivos de control, sensores de variables físicas, intercambiadores de calor, fluidos dieléctricos, etc. Todos estos elementos han sufrido alteraciones durante su uso y algunos han tenido que ser reemplazados.

El informe de falla en el transformador de la unidad #4 (2008), indica que el 2 de enero del mismo año se produjo un serio problema en el transformador de potencia #4 que obligó a parar su producción por un lapso de cinco meses, reduciéndose la capacidad instalada de generación de la planta en un 10%; consecuentemente el Sistema Nacional Interconectado (SNI) fue debilitado por este déficit de generación de energía.

Este problema se agudizó considerablemente cuando de forma paralela se tuvo que sacar de operación a la Central Hidroeléctrica San Francisco por los problemas de diseño y construcción que se detectaron en sus instalaciones, por ello, la situación de generación eléctrica del país estuvo en riesgo y fue necesario incrementar la compra de energía a Colombia.

1.1.2 *Situación actual del problema*. La administración del mantenimiento de los transformadores tiene aciertos; pero también posee errores. Como virtud principal se observa el compromiso indudable de los trabajadores de la CHPM que constantemente buscan mejorar los procesos, sin embargo, el mayor de

sus problemas es que no se puede garantizar una operación segura y confiable de los transformadores, más aún cuando las condiciones energéticas actuales exigen competitividad y mayor rapidez de respuesta ante los cambios que puedan ocurrir.

Durante los últimos años se han implementado actividades predictivas para mejorar el control sobre el estado de los equipos. Se ha tratado de enfatizar el análisis de resultados, interpretarlos correctamente y tomar acertadas decisiones para la ejecución de acciones que correspondan según sea el caso, esto con el fin de reducir al mínimo las fallas indeseadas en los equipos que provoquen su inutilidad.

Sin embargo, por el problema suscitado en el transformador principal #4 se pudieron detectar falencias en la administración del mantenimiento; aspectos tales como la falta de conocimiento del personal, la ausencia de repuestos y el manejo de los resultados de pruebas a cargo de una sola persona, entre otros.

Dentro del proceso de mantenimiento, desde INECEL hasta CELEC EP, la forma de hacer mantenimiento ha variado muy poco ya que hasta ahora se siguen haciendo las mismas tareas que se realizaban al inicio de la operación de la planta. Para el mantenimiento de los transformadores no se cuenta con un manual de procedimientos administrativos ni técnicos. Con el tiempo y el uso la vida útil de las partes finaliza y algunas ya se han cambiado, pero no se ha readecuado el proceso de mantenimiento.

Los transformadores de potencia de la planta continuarán brindando sus servicios con aparente normalidad; sin embargo, a mediano plazo existe la posibilidad de que el proceso no sea capaz de brindar sus servicios con las exigencias que el sistema demanda.

Actualmente la central aporta con el 38,55% de la demanda total de energía eléctrica del país en período de lluvia, éste gran aporte se lo debe asegurar con mayor razón cuando el ritmo de crecimiento de la demanda en el país es cada vez más acelerado.

En caso de que otro transformador presente un problema grave, la generación de energía en el país nuevamente entrará en un período de emergencia.

1.1.3 *La prospectiva.* La mayoría de las centrales hidroeléctricas de la región y del mundo basan su administración en sistemas integrados de gestión (calidad en procesos, medio ambiente y seguridad industrial).

Con relación al proceso de mantenimiento, se lo dirige utilizando sistemas operacionales apropiados para cada planta y se los actualiza constantemente, de esta forma se consigue ofrecer un mejor servicio.

La meta es mejorar constantemente la productividad de energía, mantenerla disponible y confiable.

Para el caso particular en estudio, si se analiza y adecúa la forma de administrar el mantenimiento, se podrá mejorar el proceso para poder controlar eficazmente el estado de los equipos, se preverán posibles defectos surgidos como consecuencia de eventos normales o extraordinarios, e incluso se buscará la manera de optimizar los recursos; en otras palabras, se cumpliría de forma clara y oportuna con el ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar, actuar).

Procedimientos adaptados y actualizados en base a las particularidades del proceso que se puedan aplicar para la ejecución de tareas, inspección de los equipos, manejo de repuestos, control sobre el conocimiento del personal, etc., podrán servir indudablemente para conseguir los resultados esperados.

Las horas disponibles para operación de los transformadores y la cantidad de tareas correctivas pendientes para cada máquina son indicadores se deberán atender.

1.2 Planteamiento del problema

Analizando la situación se define que el problema se enmarca dentro de un contexto administrativo donde la planificación, el control y el monitoreo del proceso son aspectos importantes a mejorar.

Planteamiento del problema:

Inadecuada administración de mantenimiento de los transformadores de potencia de la CHPM.

- Tema: Administración de mantenimiento de transformadores de potencia.
- Dimensión del espacio: CHPM.
- Dimensión del tiempo: Actualidad, año 2010.
- Situación problemática: Administración inadecuada.

1.3 Formulación del problema

Una vez planteado el problema, se formula el mismo en base a una pregunta que considera la búsqueda de la apropiada solución administrativa.

¿Qué herramienta administrativa sería adecuada para aplicarla y mejorar el proceso de mantenimiento de los transformadores de potencia de la CHPM?

1.4 Objetivos de la investigación

Los objetivos surgen para identificar con exactitud las causas fundamentales que provocan el problema, y de establecer estrategias que guíen hacia soluciones que mitiguen o eliminen las consecuencias. Se indican objetivos generales y específicos.

1.4.1 Objetivo 1:

Evaluar el proceso de mantenimiento de los transformadores de potencia de la CHPM.

- Caracterizar el plan actual de mantenimiento.
- Determinar las tareas administrativas y técnicas relacionadas al proceso de mantenimiento que provocan la ineficacia.

1.4.2 Objetivo 2:

Diseñar un manual de procedimientos técnicos y administrativos para el sistema de mantenimiento de los transformadores de potencia de la CHPM.

- Elaborar un manual de procedimientos acorde al proceso de mantenimiento.
- Detallar los recursos para la aplicación del manual de procedimientos.

1.5 Preguntas de investigación

El estudio genera varias interrogantes que deben ser investigadas de acuerdo al contexto al que pertenecen, según esto se han clasificado en dos grupos que buscan alcanzar los dos objetivos principales planteados.

Preguntas de acuerdo al primer objetivo general y sus objetivos específicos:

- ¿Cuáles son las características de la planificación del mantenimiento?
- ¿Qué tareas administrativas influyen en el mantenimiento?
- ¿Qué herramientas técnicas controlan el estado de los transformadores?
- ¿Qué aspectos rigen la organización de reserva de repuestos?
- ¿Cuál es el nivel de conocimiento del personal técnico sobre estos equipos?

Preguntas de acuerdo al segundo objetivo general y sus objetivos específicos:

- ¿Qué hacer para orientar al personal?
- ¿Qué actividades de mantenimiento deberían realizarse?
- ¿Qué funciones especificas deben tener cada puesto de trabajo?
- ¿Qué hacer para poseer un sistema de reserva de repuestos?
- ¿Qué recursos se necesitan para aplicar el manual de procedimientos?

Como se observa, existen muchas interrogantes que deben ser descubiertas durante el desarrollo del estudio, evidentemente en el trascurso investigativo se generarán otros cuestionamientos.

Lo importante es aplicar correctamente las técnicas investigativas para responder a las incógnitas planteadas.

1.6 Justificación

El problema en análisis representa un riesgo de gran importancia porque puede afectar directamente a la producción de la planta ya que en caso de falla de alguno de los transformadores de potencia, la generación de energía podría disminuir considerablemente; esto afectaría al SNI provocando que su operación se vuelva crítica pudiendo fácilmente causar racionamientos eléctricos a nivel nacional, causando innumerables problemas y molestias a los usuarios finales. Las decisiones correctivas tomadas hasta la presente fecha han devenido de la urgencia de corregir desperfectos; pero no responden a un plan diseñado para el mediano o largo plazo que brinde mejores resultados. Lo que pretende la investigación es diseñar un manual de procedimientos que sirva para solucionar los problemas encontrados y los aún no descubiertos, considerando todo el contexto de la realidad. La información útil para lograr este objetivo se conseguirá de bibliografía actualizada sobre manuales de procedimientos administrativos en el área de producción y generación de servicios.

Se podrán conseguir varios beneficios tales como la generación de energía eléctrica permanente al servicio del país; la confiabilidad de los transformadores de potencia, la optimización de la vida útil de las instalaciones, la seguridad de los sistemas eléctricos relacionados, la competitividad del personal encargado del mantenimiento de estos equipos, la optimización de recursos, la reducción de generación de desechos contaminantes al ambiente, el desarrollo de una cultura organizacional de mantenimiento pionera a nivel de plantas de generación similares en la región e incluso la aplicación práctica de la ciencia administrativa contemporánea, su desarrollo en el campo de la técnica y el consecuente aporte de nuevo conocimiento.

1.7 Viabilidad

Concretando sobre este aspecto, el desarrollo del proyecto demanda dos necesidades, una sobre el estudio del problema en sí y otra sobre las condiciones para el diseño de la solución.

Sobre la primera necesidad, es fundamental disponer de información veraz de la causa o causas del problema (analizando manuales de equipos, hojas de vida, registros de pruebas), el contexto y la realidad en la que se desenvuelve el proceso de mantenimiento de transformadores. Actualmente se cuenta con esto, ya que el personal responsable del proceso está comprometido e interesado en colaborar con información necesaria para el desarrollo investigativo; mediante una reunión de trabajo fue presentada la idea para mejorar el mantenimiento de los transformadores y se ha conseguido el apoyo necesario.

Sobre el desarrollo de la propuesta para solucionar el problema, se requiere de información relacionada con las ciencias administrativas contemporáneas y la gestión de las técnicas de mantenimiento sobre transformadores de potencia.

La factible obtención de datos reales sobre las características del problema y la suficiente existencia de información documental a cerca de manuales de procedimientos hacen propicia y viable la elaboración de la presente investigación.

Económicamente la investigación no demandará recursos significativos sino aquellos usuales relacionados con el manejo de documentación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

El marco teórico considera el planteamiento del problema como la inadecuada administración de mantenimiento de los transformadores de potencia de la CHPM, y en base a ello centra su atención en aspectos sobre administración de procesos, planificación, organización y control, entre otros temas. Incluye información necesaria para entender la naturaleza y las características de los transformadores eléctricos de potencia y el mantenimiento que se aplica a los mismos.

Abarca conceptos que facilitan la elaboración y el diseño de la solución al problema; por ello, los fundamentos teóricos se complementan con el tema sobre los manuales de procedimientos y su administración.

Todos los conceptos tienen sustento bibliográfico, para mayor entendimiento el presente texto incluye las referencias de las fuentes de información de manera oportuna cuando los conceptos son definidos.

2.1 Administración de empresas

Dentro de las ciencias sociales, al tema de la administración se le ha dado innumerables definiciones, considerando todos los agentes involucrados; sin embargo, como extracto del análisis se puede decir que se entiende por administración al proceso social que conlleva la responsabilidad de planear, organizar, coordinar y controlar las operaciones de un emprendimiento para conseguir metas trazadas.

En una de las referencias bibliográficas, Reyes (2004) dice que la administración es “la función de lograr que las cosas se realicen por medio de otros” (p. 4). Esta definición es rápida y práctica sin embargo quedan aspectos importantes que no se consideran ya que la administración abarca un sinnúmero de variables que se deben atender, va más allá de lo que simplemente se hace a lo que en el futuro se desea.

Una de las tareas más importantes de la administración es la organización del emprendimiento, entendiéndose esto como la relación que existe entre las diferentes partes involucradas asociando las funciones de cada una, tomando en cuenta su aporte y efecto en las demás y en el todo como tal.

2.2 Planificación

Sobre el tema, Saavedra, Castro, Restrepo y otros (2001) indican que se trata de “actuar en el presente con una visión de futuro, buscando los medios para lograr los cambios deseados y posibles” (p. 31).

Acerca de ello, como comentario, se entiende que la planificación básicamente está relacionada con lo que se va a hacer en el futuro, viaja teóricamente hacia adelante en el tiempo y observa su posible realidad dentro de las características que posiblemente rijan el entorno de ese entonces.

Consiste en el proceso para decidir las acciones que se deben realizar en el futuro, debe ser precisa en detallar sus objetivos y flexible en la forma para llegar a conseguirlos. Luego sirve para comparar si los resultados se obtuvieron de acuerdo a lo planeado o se consiguieron logros diferentes, así entonces habrá que planificar nuevamente; por ello, la planificación es un proceso de constante renovación.

En esta etapa final, la de la evaluación de resultados, es importante saber medirlos, en caso de existir problemas hay que llegar a conocer las verdaderas causas; por ello es necesario aplicar correctamente procesos eficaces sobre los paradigmas de investigación que permitan cumplir esta meta.

> Los paradigmas de la investigación determinan cómo se conceptualiza el objeto de estudio, los problemas a tratar, los métodos y técnicas a utilizar, la forma de explicar, interpretar o comprender los resultados de la investigación realizada. Es por esto que es fundamental tener algún dominio sobre las bases filosóficas del conocimiento y tomar al respecto, alguna postura como investigador. (Pineda, 1994, p. 15).

2.3 Procesos

Básicamente un proceso se caracteriza por tener un agente o varios agentes que ingresan en él y luego de su tratamiento se obtiene un resultado de acuerdo a especificaciones establecidas.

Obtener el resultado con las características deseadas o mejores define la eficacia del proceso; manifestándose esta eficacia como una consecuencia del proceso y no como un objetivo central, como lo indica Jullien (1999).

Por ello todas las tareas internas se controlan mediante herramientas apropiadas. Así mismo es importante considerar que todo proceso debe tener recursos suficientes, el uso de ellos obligadamente afecta o interactúa con el ambiente que lo rodea ya sea para bien o para mal, nada es totalmente aislado.

Sobre el proceso, Mira, Gómez, Blaya y otros (2009) lo conciben como el conjunto de actuaciones, decisiones, actividades y tareas que se encadenan de forma secuencial y ordenada para conseguir un resultado que satisfaga plenamente los requerimientos del cliente al que va dirigido.

En esta definición se observa la inclusión de un nuevo agente relacionado con el proceso, el cliente. En el mundo actual gobernado por los mercados y la economía globalizada es quizá el cliente es aspecto más importante de toda cadena de producción o de servicios, sin su visto bueno ninguna idea podría continuar creciendo.

2.4 Transformador eléctrico

Es necesario tener una idea clara y sencilla de la naturaleza de los transformadores de potencia; en base a éste conocimiento específico se elabora luego el análisis del estado actual del sistema de mantenimiento y su administración. Como tal, el transformador es una máquina encargada de transmitir energía eléctrica de un circuito a otro con ciertos cambios en las variables eléctricas. Fink, Beaty y Carroll (1984) indican que estas máquinas también cumplen la función de aislar eléctricamente el circuito primario del secundario.

Generalmente el transformador recibe un nivel de voltaje V1 en su lado primario y mediante el proceso electromagnético, entrega un nivel de voltaje V2 en su lado secundario; pudiendo ser V2 menor a V1 (transformador reductor de voltaje), V2 mayor a V1 (transformador elevador de voltaje), o incluso V2 puede ser igual a V1 (transformador de aislamiento eléctrico); todo depende de la aplicación para la cual ha sido diseñado el equipo.

2.4.1 Características generales.- Todo equipo eléctrico tiene particularidades en su fabricación y operación.

En los transformadores existe gran cantidad de características técnicas, entre ellas están las de los materiales de los componentes, las estrictamente eléctricas, las químicas, las físicas, la interacción entre las partes, las relacionadas con su operación y mantenimiento, las de los procesos de fabricación, las de sus artefactos, entre otras. Los datos técnicos básicos de placa son entre otros la marca del fabricante, el año de construcción, la potencia nominal, el nivel de voltaje, el nivel de corriente eléctrica, el grupo de conexión, el nivel de aislamiento, la altura de instalación, los pesos, el sistema de protecciones, etc. Todo depende del tipo de transformador, su potencia, de la tecnología aplicada en el proceso productivo, la ubicación de la instalación y de la aplicación que se le vaya a dar.

Horning, Kelly, Myers y otros (2006), consideran varios elementos constitutivos de los transformadores y analizan su constitución de acuerdo a las siguientes partes básicas:

- Parte activa; núcleo de hierro, aislamiento sólido y bobinas de cobre.
- Elemento refrigerante; aceite dieléctrico.
- Bushing pasatapas del primario, secundario y centro estrella.
- Conmutador de conexiones (TAP).
- Sistema de transferencia de calor; intercambiadores y accesorios.
- Cuba; tanque principal contenedor del transformador.
- Tanques de conservación; para reserva de aceite mineral.
- Pararrayos.
- Sistema de puesta a tierra.

- Tableros de control.
- Elementos de monitoreo y protección (relé Buchholz, termómetros, etc.).

2.4.2 Fallas comunes en el transformador.- Para el presente estudio se entiende como “falla del transformador” a todo evento que le ocurre al equipo y que obliga a dejarlo fuera de servicio. A lo largo de los años empresas fabricantes, laboratorios, talleres de construcción y reparación, empresas usuarias, entre otras, han realizado algunos estudios que buscan determinar las fallas más comunes que ocurren en los transformadores y a su vez se ha tratado de precisar las causas que lo generaron. En la siguiente tabla se detalla un análisis de los problemas más comunes que ocurren en los transformadores de potencia y sus causas respectivas. Esta información es producto de la investigación realizada en base a consultas hechas a otras organizaciones relacionadas, a profesionales afines, a hojas de vida y a material bibliográfico. Estadísticamente se ha determinado que la mayor cantidad de fallas ocurren debido a la gestión de mantenimiento que se aplica al equipo.

Tabla 1:

Fallas en los Transformadores.

Aspecto causante de fallas	% fallas
Mantenimiento	45
Temperatura de operación	22
Otros	11
Construcción	10
Calidad del aceite	7
Fallas externas	5

Fuente: Gallo, E. (2010). Diagnóstico y mantenimiento a transformadores en campo

Elaboración: Ernesto Gallo.

2.4.3 Diagnóstico del estado actual.- Una herramienta fundamental para la gestión mantenimiento de transformadores es el diagnóstico oportuno del estado de los mismos, gracias a ello la administración sustenta su accionar en resultados reales y confiables. No solo se garantiza la disponibilidad y confiabilidad del uso de los equipos sino que también brinda seguridad para el personal y para el resto de la instalación.

Existen varios métodos de diagnóstico y la mayoría se basa en analizar información tal como los datos de fábrica, las características de operación, los resultados de pruebas, las hojas de vida, la información de máquinas semejantes y el análisis conjunto de resultados.

La información se analiza por partes y luego se realiza un estudio enlazando y relacionando los resultados obtenidos de todas las pruebas, para discernir entre datos aislados que no representan novedad y datos que analíticamente demuestran en conjunto una sintomatología que revela una situación no normal del transformador.

El objetivo es conocer la naturaleza del problema, en caso de haberlo, mediante la observación de sus síntomas los cuales pueden variar dependiendo de la causa raíz, para luego plantear las posibles soluciones.

Tipos básicos de diagnóstico:

- Preventivo.- Usa la información de base (datos de fábrica, hojas de vida) y la conjuga con resultados de pruebas de concepción preventiva.

- Predictivo.- Usa todo el análisis preventivo y lo complementa con resultados de investigaciones más específicas en función de pruebas predictivas y especiales que anuncien lo que va a suceder.

- Ingeniería de análisis.- Es un proceso más avanzado y completo, donde conjuga los dos casos anteriores e incorpora información sustancial sobre el proceso de fabricación, las características de la red eléctrica, tipo de operación, y demás.

En la siguiente tabla se indican las pruebas de diagnóstico comunes aplicadas al papel aislante, al aceite mineral y a equipo en general.

Tabla 2:

Pruebas de diagnóstico para los transformadores

Papel aislante	Aceite mineral	Adicionales
Contenido de Furanos	Análisis de gases disueltos	Parámetros eléctricos
Grado de polimerización	Análisis metales disueltos	Parámetros mecánicos

Fuente: Horning, M. y otros (2006). Transformers Maintenance Guide.
Elaboración: Horning M.

La destreza científica y la capacidad analítica del personal de ingeniería que administra el mantenimiento de los equipos son fundamentales para que la toma de decisiones en caso de tener indicios de posibles fallas sea oportuna y correcta.

2.4.4 Determinación de la vida residual de los transformadores.- Una de las grandes inquietudes dentro de la ingeniería eléctrica es poder conocer con cierta precisión el tiempo de vida residual que le queda a un transformador en servicio, esa información es valiosa porque sirve para poder definir planes de mantenimiento, cambio, reparación e incluso para remodelar las instalaciones.

Primero hay que establecer que la vida operacional confiable de un transformador es el tiempo durante el cual éste puede soportar los esfuerzos de operación normal.

Determinar la vida residual es hasta la fecha una tarea que implica cierta complejidad ya que los parámetros involucrados son por sí solos de análisis delicado, no se diga cuando se trata de conjugar todo el transformador como un sistema total.

Se analiza el estado del núcleo de hierro, del cobre de bobinas, de los accesorios, del aislamiento gaseoso (aire, nitrógeno), del aislamiento líquido (aceite dieléctrico), del aislamiento sólido y del papel aislante. Todos los elementos tienen larga vida si se los conserva, pero si el afectado es el aislamiento sólido, una vez que la celulosa del papel aislante se ha deteriorado no existe ningún proceso mediante el cual se pueda recuperar las propiedades físico químicas de dicho elemento, por ello se dice que la vida del papel aislante es la vida del transformador eléctrico.

2.4.5 Vida del transformador según el papel.- Según Horning, Kelly, Myers y otros (2006), el 85% de transformadores averiados (que formaron parte de su investigación) fueron afectados debido al deterioro del papel aislante (p. 429).

Los factores que deterioran al papel aislante son el agua, el oxígeno, los subproductos de oxidación del aceite (hidrocarburos) y el calor.

Inicialmente el papel se absorbe partículas de agua y se humedece, las moléculas de celulosa se debilitan, pierde su fortaleza mecánica debido a la oxidación y finalmente se cristaliza por la temperatura.

Lo que se hace hasta la fecha es un análisis de la “vida residual calculada” del transformador (que considera suposiciones), no se puede obtener todavía un estimado de la “vida residual real”.

Para sacar de servicio un transformador no solo se considera la parte técnica sino también la económica atendiendo lo siguiente:

- Final de vida técnica: basado en el papel aislante.
- Final de vida estratégica: basado en las condicionantes de la red.
- Final de vida económica: basado en la gestión y política del usuario.

2.4.6 Métodos de estudio de la vida residual del transformador.- No es objeto del presente estudio ahondar en el detalle de los métodos de estudio para determinar la vida residual del equipo, pero sí es necesario al menos indicar cuáles son los que actualmente se utilizan.

- Método 1: Análisis del grado de polimerización del papel (furanos).
- Método 2: Análisis de las guías de carga, según degradación térmica del papel.
- Otro método: Arrhenius – Dakin, es un método limitado (temperatura del papel).

Se ha llegado al consenso de que estos métodos deben necesariamente complementarse con el estudio de las fallas externas que ocurren en la red a la cual está conectado el transformador, fallas tales como sobre voltajes, cortocircuitos, etc. que en ocasiones son más perjudiciales que el envejecimiento a largo plazo.

2.4.7 Conclusiones a cerca de la vida residual de los transformadores:

- El Método 1 es muy simple pero bastante concreto, indica que el nivel del grado de polimerización del papel es el aspecto más representativo y muestra una idea clara del estado del papel y su vida remanente.

- El Método 2 es aplicable; pero no muy preciso debido a que solamente considera a la temperatura como único agente de degradación, ignorando los efectos dañinos de otros agentes.

- El método 3 es impreciso, porque la confiabilidad de los datos extrapolados es baja cuando estos se alejan de la curva de ensayo de envejecimiento, además no considera todas las reacciones químicas que internamente ocurren en el equipo.

  Debido a los muchos factores que causan deterioro del aislamiento del transformador y que influyen en el efecto acumulativo de la temperatura en un determinado tiempo, se imposibilita predecir con precisión la vida útil del aislamiento en condiciones controladas y mucho menos ante situaciones de servicio sujetas a cambio (IEEE, 2006, p. 6).

2.4.8 Prevención de fallas.- Las fallas según el origen de su causa pueden ser internas, externas por manipulación o externas por la red eléctrica.

Los problemas causados por los dos primeros orígenes pueden ser evitados porque sus variables se pueden controlar, pero en el caso de fallas de origen externo debido a la red eléctrica, sus variables no se pueden controlar, para este caso al transformador se lo suministra de equipos de protección para los posibles eventos que puedan ocurrir.

Fernández, M., García, M., Alonso, G. y otros (1998) se refieren a este tema considerando al proceso de “mantenimiento” como el directamente responsable de prevenir y proteger a la máquina; la mayoría de las fallas pueden ser evitables si la administración del mantenimiento es eficaz.

El equipo como tal contiene sistemas auxiliares que ayudan a detectar fallas potenciales y en caso de que ocurra una de ellas, está provisto de sistemas de protección complementarios entre sí que evitarán un daño mayor al equipo. Sin embargo, por sí solos no son capaces de prevenir fallas.

El proceso para prevenir la ocurrencia de fallas se basa en:

- Planificar el sistema de mantenimiento.
- Diagnosticar el estado actual del transformador (se verifican fallas potenciales).
- Cambiar y mejorar subprocesos en caso de ser necesario.
- Monitorear y verificar las variables.
- Replanificar y mejorar continuamente.

En el tema de la prevención siempre está en juego la relación costo-beneficio, el factor económico a veces actúa como un agente limitante o como un impulsador de proyectos que bien administrado brinda la oportunidad de cumplir con las metas planteadas.

2.4.9 Influencia del transformador en el medio ambiente.- Dentro del transformador existen varios productos industriales como metales, compuestos químicos, gases, entre otros; con relación al medio ambiente unos son más contaminantes que otros.

Entre los metales se tienen en gran cantidad al hierro y al cobre que son productos contaminantes, principalmente durante su proceso de producción debido a los gases que se generan. Con el transformador en servicio o ya desmantelado, éstos elementos no representan mayor riesgo y son fácilmente reciclables.

Los compuestos químicos tales como el aceite mineral, y dentro de él los bifenilos policlorados (PCB) son extremadamente ofensivos para el medio ambiente en especial los PCBs ya que afectan a la vida humana y animal.

Los gases relacionados al uso del transformador son el mismo aire, el nitrógeno y el hexafluoruro de azufre (SF6), los dos primeros no son peligrosos pero el SF6 es un agente que al ser reflectante contribuye al efecto invernadero del planeta.

Por otro lado, el transformador contiene aceite mineral (hidrocarburo) que al ser un elemento líquido tiene gran potencial de contaminar el agua por derrame directo o llegando al nivel freático a través de la tierra.

2.4.10 Contaminación por productos usados en el mantenimiento.- Los principales agentes contaminantes son los químicos usados para actividades de limpieza y tareas de reparación, estos elementos pueden ser resinas, solventes, alcoholes, etc.

Dichos compuestos afectan al medio ambiente y a la salud humana; sin embargo, son fáciles de manejar y controlar durante y después de su uso. Las pocas cantidades manejadas posibilitan estas aseveraciones. Lo importante es que el personal que maneja dichos productos trabaje con los equipos de protección personal apropiados y el tratamiento de desechos sea el correcto para no contaminar el ambiente.

2.5 Mantenimiento industrial

A manera de síntesis, García S. (2003) en su análisis sobre el tema manifiesta entre otras cosas que el mantenimiento es un conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor

tiempo posible, asegurando la disponibilidad y el óptimo rendimiento productivo.

El mantenimiento industrial ha evolucionado en el tiempo, pasando del correctivo, al preventivo y luego al predictivo. Sobre este tema, Fernández, García, Alonso y otros (1998) indican que “las características propias del proceso industrial y, en particular, las de las máquinas en él utilizadas, determinan la forma de aplicación del mantenimiento predictivo y su capacidad para la detección precoz de averías” (p. 15).

Con el fin de mantener a los transformadores de potencia funcionando de forma correcta, generalmente la administración de las centrales hidroeléctricas enfatiza sus esfuerzos en su cuidado y protección gracias a la delegación de funciones y responsabilidades. Por un lado existe un cuerpo de ingeniería encargado de operar la máquina, de controlar su funcionamiento así como todos los parámetros técnicos fijos y variables que se deben supervisar para que la máquina funcione de forma segura y eficaz brindando el servicio para el que fue diseñado. Por otro lado, un departamento de mantenimiento es el responsable de la delicada tarea de conservar y custodiar a la máquina. Precisamente éste departamento se encarga del proceso que involucra las intervenciones en la máquina, sean éstas de índole periódicas o de carácter extraordinarias. Para estas tareas el departamento de ingeniería de mantenimiento basa su acción en programas técnicamente determinados que para la ejecución de actividades considera las recomendaciones del fabricante de la máquina, aquellas que surgen de agrupaciones de ingeniería de investigación, de las de normas técnicas, y de las sugerencias hechas por asesoría de expertos, entre otras.

González F. (2005), en su análisis sobre el mantenimiento industrial explica que actualmente, la administración de este proceso es más completa ya que considera la gestión integrada de mantenimiento incluyendo metodologías como el RCM (Reliability Centered Maintenance) o el TPM (Total Productive Maintenance), que no deben ser excluyentes sino más bien hay que saber integrarlas y complementarlas entre ellas y con otras técnicas apropiadas y aplicables para cada caso específico.

Así mismo, el programa de mantenimiento no solo define las actividades a cumplir y la periodicidad con que éstas se deberán realizar; sino va más allá para visualizar su gestión como un proceso a largo plazo. La definición del programa de mantenimiento no es tarea simple ni peor aún empírica, todo su detalle debe tener sustento técnico administrativo del por qué de cada cosa. Otro aspecto importante a considerar son los recursos necesarios para llevar a cabo el programa, entre estos se encuentran el personal técnico competitivo, los equipos y herramientas generales y específicas para cada tarea, la gestión de los repuestos y materiales entre otros; pero principalmente, el programa de mantenimiento debe contar con un sistema administrativo bien elaborado que considere todos los agentes involucrados en cada tarea.

Se deben definir objetivos y metas a largo plazo, esto porque una central hidroeléctrica por su propia constitución está diseñada para que brinde sus servicios por alrededor de cincuenta años o más. De la misma forma, el proceso de mantenimiento en sí debe contar con los recursos técnicos suficientes para desarrollar el programa. Hay que considerar que dentro de estos recursos es muy importante contar con un manual de procedimientos técnicos y administrativos que guíen, faciliten y aseguren la efectividad de las actividades desarrolladas en el transformador eléctrico durante su vida útil y aún más allá en caso de que la máquina sea regenerada o modificada para extender su operación.

2.6 Manual de procedimientos

Inicialmente es necesario indicar que los procedimientos son herramientas eficientes de los planes, que señalan en detalle y en secuencia cronológica las actividades que se deben realizar para obtener los mejores resultados para una empresa o una idea trazada.

2.6.1 Definición.- En esencia, el manual de procedimientos se trata de un documento actualizado que describe de manera concisa y clara las actividades que se deben cumplir en la ejecución de las funciones de un proceso.

Finkowsky y Benjamín (2002) esquematizan los manuales de procedimientos y los presentan como una herramienta administrativa en constante evolución que se elabora, aprueba y divulga, luego se controla y mejora cada vez que es necesario, apoyándose en herramientas metodológicas que aseguran el cumplimiento de estos preceptos.

Contiene información básica a cerca del funcionamiento del proceso en estudio y su administración. Establece los recursos necesarios para el cumplimiento de cada tarea. Para los cargos que intervienen en el proceso, el manual precisa en detalle la responsabilidad que cada puesto de trabajo tiene dentro del proceso, define con claridad el alcance de las tareas encomendadas y evita confusión o desentendimiento.

Sobre los recursos técnicos, el manual referencia particularidades sobre el manejo y control de herramientas tales como formatos, planos, manuales de equipos, hojas de inspección, hojas de vida, informes, etc.

Dentro del manual las actividades son agrupadas convenientemente para brindar facilidad a la hora de realizar consultas sobre un tema específico y orientar eficazmente la ejecución de tareas. Así mismo su contenido se caracteriza por ser flexible de tal forma que sea capaz de cubrir diversos escenarios que posiblemente se puedan presentar en el trabajo.

2.6.2 Objetivos del manual.- El manual busca como gran meta mejorar el proceso productivo de la organización.

Rodríguez J. (2002) sintetiza los objetivos manifestando que el manual es la herramienta necesaria para garantizar la uniformidad del tratamiento de las actividades periódicas, evitar cambios en los sistemas por decisiones apresuradas, facilitar el entendimiento de las tareas de mantenimiento, reducir errores operativos así como minimizar el período de entrenamiento para el personal nuevo.

En síntesis, el manual basa su accionar motivado por la búsqueda de los siguientes objetivos básicos:

- Estandarizar criterios, patrones y acciones en el trabajo.
- Establecer un sistema de información formal.
- Asistir a la correcta ejecución de actividades.
- Servir de medio de integración y orientación a personal nuevo.
- Permitir el aprovechamiento de recursos.
- Facilitar la supervisión y evaluación del trabajo.
- Incrementar la productividad de la organización.

El manual de procedimientos es parte de un todo, por ello se enmarca bajo los lineamientos generales de la organización para que efectivamente pueda ser una herramienta válida y confiable que permita alcanzar objetivos comunes. Monografías es un excelente sitio web para entender los objetivos de los manuales de procedimientos (http://www.monografías.com).

2.6.3 Metodología.- Para construir el manual se pueden aplicar metodologías simples o bastante desarrolladas, todo depende del tipo de organización, del proceso bajo estudio, de la naturaleza de las variables y de la disponibilidad de la información, entre otros. En general el desarrollo de la investigación sigue una lógica básica, primero para obtener los datos primordiales y otros adicionales, luego para integrar dicha información, realizar el análisis correspondiente, preparar el diagnóstico y definir el manual. Finalmente el manual se pone a consideración de la administración para su revisión y posterior aprobación. Entonces inicia su socialización, aplicación y mejoramiento continuo.

2.6.4 Obtención de la información.- La efectividad del manual de procedimientos se fundamenta en el análisis de datos, los cuales deben ser reales y concretos, es por ello que la obtención de la información es el primer paso y quizá el más importante ya que de allí parte el estudio.

Para este propósito, Álvarez M. (2006) indica que una práctica común es solicitar a un miembro del proceso bajo estudio, que enliste los pasos que se cumplen dentro cada actividad específica.

Por ello primero se debe contar con personal capacitado para realizar dicha actividad, teniendo claro que los datos que obtenga correspondan a un registro de hechos reales, específicos y útiles para lo que se busca. Se identifica las fuentes de información apropiadas. Las técnicas de investigación usadas para el efecto deben considerar contenido documental, registros de datos, archivos técnicos, información digital, e incluso deben complementarse con entrevistas elaboradas y secuenciales a profesionales involucrados en el tema que pueden ser de la misma organización o externos.

De la información obtenida hay que saber discriminar entre lo real y las sugerencias para mejorarla. También se puede recopilar datos mediante observación directa, en el sitio de trabajo e incluso de conversaciones informales con la gente involucrada.

2.6.5 Integración de la información.- Una vez que se tenga información suficiente se la organiza de acuerdo a criterios técnico administrativos que permitan clasificar la información. Entonces se procede a sistematizar la base de datos para que se la utilice correctamente y facilite su entendimiento.

Importante es tener claro que no hay que mezclar o confundir los datos, la información debe organizarse de acuerdo a su naturaleza y a sus características propias de tal forma que su comprensión sea fácil.

2.6.6 Análisis de la información.- Se realiza el estudio de la información ya organizada para conocer su naturaleza, características, comportamiento y para analizar su relación, interdependencia e interacción interna y con el ambiente. Así entonces se puede llegar a determinar un diagnóstico objetivo de la realidad operativa. El análisis se sustenta en las siguientes inquietudes:

- Conocer ¿qué trabajo se hace?
- Describir ¿para qué se hace? ¿quién lo hace? ¿con qué se hace?
- Descomponer ¿qué partes tiene?
- Examinar críticamente
- Ordenar cada elemento ¿cuál es su naturaleza?
- Definir relaciones ¿qué le afecta? ¿a qué afecta?
- Identificar y explicar su comportamiento

Para el análisis se puede apoyar el estudio en técnicas organizacionales de características diversas. Según el caso se pueden utilizar técnicas como el desarrollo organizacional, árbol de decisiones, benchmarking, análisis por competencias, etc.

El análisis de la información debe brindar resultados que sustenten las ventajas de los procedimientos, Rodríguez J. (2001) dice que los mismos "ayudan a dirigir todas las actividades de la empresa hacia unos objetivos organizacionales comunes" (p. 53).

2.6.7 Elaboración del manual de procedimientos.- Una vez que se ha realizado el análisis de la información y se la ha clasificado correctamente según los criterios establecidos para el efecto, se procede a elaborar el manual que básicamente debe contener lo siguiente:

- Identificación de la organización y del proceso
- Índice
- Introducción
- Objetivos de los procedimientos
- Alcance de los procedimientos
- Responsables
- Normas de funcionamiento
- Conceptos
- Procedimiento
- Formularios impresos
- Diagrama de flujo

Para mayor comprensión, a continuación se detallan las características específicas de cada uno de estos aspectos citados.

Identificación de la organización y del proceso: contiene el nombre de la organización y su logotipo, indica el nombre del proceso al cual se refiere el procedimiento, hace referencia a la dirección y fecha de la elaboración del documento, al número de revisión pudiendo ser este un borrador o ya un

documento autorizado, también se detallan los responsables de la ejecución, revisión y autorización, así como los códigos del documento específico.

Índice: detalla de forma sencilla el contenido general del documento indicando tan solo los títulos de cada tema.

Introducción: explica brevemente el objeto del documento, el contenido del mismo, el proceso involucrado, y su importancia respondiendo a la pregunta ¿por qué se hace el procedimiento?, para que de esta forma el lector entienda el contexto de lo que se ha elaborado.

Objetivos de los procedimientos: explican el propósito específico de los mismos. La definición de estos objetivos particulares debe estar de acuerdo con los objetivos teóricos que pretende un procedimiento como tal y al mismo tiempo ser conformes con lo que el manual de procedimientos busca. Así lo explica Juran J. (1990), en su análisis sobre la planificación de la calidad y el uso de los procedimientos dentro de la organización.

Alcance de los procedimientos: indica desde dónde empiezan las tareas y hasta dónde llegan, es decir, hace referencia sobre límites de los procedimientos. De esta manera, quienes ejecutan y quienes supervisan las tareas conocen a ciencia cierta la importancia de su trabajo dentro de todo el conjunto.

Responsables: son las unidades administrativas o los cargos que intervienen directa o indirectamente en los procedimientos en cualquiera de sus fases. El manual detalla esta información con la intención de que no existan vacíos o descuidos en las tareas y al mismo tiempo, guía al personal y evita la repetición de las labores.

Parera C. (2002) especifica a la responsabilidad de cada tarea como un aspecto propio de cada cargo, que no se puede delegar, y que intrínsecamente exige la competitividad suficiente para ejecutarla.

Normas de funcionamiento: son los criterios sobre el proceder del personal involucrado con el manual, de acuerdo a sus responsabilidades. Para

ello, el documento establece la guía para utilizar y administrar correctamente los procedimientos; y para el caso del comportamiento del personal, el manual incluso puede tomar en consideración el código de ética o el reglamento interno de la organización

Conceptos: evidentemente esta parte del manual es un listado de términos particulares aplicados al manejo de los procedimientos, de ésta forma, todos quienes los utilicen, trabajan con palabras de definición estandarizada para que no exista confusión al momento de la interpretación y de la comunicación entre las partes.

Procedimiento: descripción específica de cada actividad. Es el qué, cómo, dónde, quién, con qué, cuándo, cuánto tiempo, los responsables y el código. El procedimiento como tal únicamente detalla las tareas específicas, aunque evidentemente lo hace de forma secuencial y cronológica.

Valls E. (1995), al tratar sobre los temas de aprendizaje, enseñanza y evaluación, manifiesta que “existe una coincidencia bastante general en referirse a los procedimientos como conjunto de acciones ordenadas, orientadas a la consecución de una meta” (p. 31).

Formularios impresos: formatos relacionados a cada actividad mediante el mismo código. Como lo manifiesta Álvarez M. (2006), “los formatos son todas aquellas formas o documentos que se utilizan periódicamente para registrar información y evidencia relacionada con el sistema de trabajo de la organización” (p. 45).

El diagrama de flujo: es explicación gráfica de la sucesión de las operaciones de un procedimiento. Según Álvarez M. (2006), el diagrama de flujo es más útil mientras más compacto sea y los pasos para elaborar el mismo son:

- Enlistar personas o departamentos que participan en el procedimiento.
- Definir en secuencia lógica, detallada y concreta los pasos de cada actividad, mediante el uso de los símbolos para diagramas de flujo.
- Verificar que todas las líneas y conectores estén bien unidos.

- Asegurar que los textos de todos los símbolos empiecen con un verbo.
- Revisar que el diagrama esté completo. Que otras personas lo revisen.
- Probar la validez del diagrama, verificando que no se mezclen tareas.
- Aprobar el diagrama de flujo y elaborar el procedimiento.

Es importante que se anote las conclusiones de la investigación realizada, ya que éstas sirven de marco de referencia para ampliar el estudio, para ejecutar investigaciones complementarias o para tomar otras decisiones.

2.6.8 Recomendaciones.- Después de haber concluido la investigación se detallan una o varias recomendaciones para que la administración de la organización realice el análisis correspondiente y tenga una idea más clara de los resultados obtenidos. Para ello se considera aspectos tales como los recursos necesarios, las ventajas potenciales, los limitantes y los costos que implican.

Las recomendaciones pueden ser de eliminación, de adición o de modificación. Mucho dependerá de los resultados del proceso investigativo y de las metas generales de la organización.

2.6.9 Método de implantación del manual.- En el universo del estudio de manuales de procedimientos existen varios métodos que posibilitan su implantación, pero cada uno depende del tipo de proceso a cual se le vaya a aplicar el proyecto.

Cuando se trata de implantar un manual de un solo proceso de la organización, se usa el método del proyecto piloto que es aplicado de forma específica.

El beneficio es que permite realizar cambios solo al proceso involucrado y no a toda la organización, permite hacer pruebas y variantes durante su ejecución. Todo inicia con la capacitación al personal, la ejecución de foros de discusión, reuniones de trabajo, entre otras actividades que buscan integrar a todo el personal relacionado con el proceso, a más de socializar las bondades de la aplicación del manual.

2.6.10 Revisión y actualización.- Inicialmente se definen períodos de revisión y/o actualización de cada procedimiento con el fin de evaluar los resultados y conseguir la retroalimentación necesaria para el constante desarrollo del sistema. Para ello se asignan responsables que deben mantener operativo y actualizado cada procedimiento.

Para el caso de la aplicación en procesos de mantenimiento de transformadores eléctricos, el manual de procedimientos puede brindar grandes ventajas ya que aparte de guiar también define con claridad la filosofía de las intervenciones en la máquina, éstas pueden ser de tipo predictivo o preventivo; incluso en caso de realizarse alguna intervención correctiva en la máquina, el programa de mantenimiento ampliará o modificará el alcance del manual de procedimientos abriendo la posibilidad de mejorar continuamente el proceso.

2.7 Comunicación

En general se entiende que la comunicación trata sobre la transmisión de información desde una fuente hacia un receptor. El ser humano como tal es un sujeto sociable, hecho por la sociedad y para la sociedad y en este marco nace la necesidad de comunicación con los demás; sin embargo el arte de saber comunicarse y de ser oportuno al hacerlo define los beneficios que de ello resultan o las desventajas en caso contrario.

En la actualidad, la correcta comunicación es esencial para el desarrollo empresarial. Andrade H. (2005), manifiesta que “el nacimiento y consolidación de la comunicación organizacional como un campo de estudio y como un área funcional de la empresa, es la mejor prueba de que la comunicación como proceso social es de enorme importancia para las organizaciones” (p. 10).

Dentro de la empresa evidentemente la comunicación es uno de los aspectos más importantes a considerar ya que su correcta aplicación coadyuva a que los procesos internos se desarrollen de mejor manera, agilitando las tareas, coordinando acciones y evitando malos entendidos.

Cabe señalar que el hombre como ser envuelto dentro de la filosofía se comunica básicamente por sus emociones, luego lo hace por sus necesidades, por ello se dice precisamente que el hombre nació para vivir con otros similares.

El ser humano siempre está en constante comunicación, esto es entendible desde el punto de vista teórico, sin embargo en la vida real existen situaciones que provocan el silencio debido a la conveniencia, a la pertinencia o a la ignorancia; sea cual fuere la causa, para estos casos la transmisión de información se detiene.

Bueno es pensar antes de hablar.

Lo importante es que la información a ser comunicada sea veraz, oportuna y clara para su entendimiento. Esto asegura que las causas del acto de comunicarse se justifiquen siempre y cuando los objetivos se cumplan.

Cuando se trata sobre el estudio de la comunicación dentro de las empresas, se enfatiza en su fluidez como se demuestra en el siguiente texto:

> Las comunicaciones a lo largo de toda la organización generalmente fluyen en tres direcciones: descendente, ascendente y en forma horizontal. Los administradores son responsables del establecimiento y mantenimiento de canales formales de comunicación en estas tres direcciones. También usas canales informales, lo que significa que salen de sus oficinas y conviven con sus empleados. (Daft, R., Marcic, D., 2004, p. 492).

Actualmente, una de las características principales que rige la presente época es la rapidez en la comunicación y las condiciones son tales que se ha convertido en un poder del ser humano, de las naciones, de las empresas multinacionales y especialmente de todo lo relacionado al manejo de la información donde los medios de comunicación juegan un papel importante.

Las técnicas de comunicación se pueden clasificar en simples y complejas. Entre las simples están el poder del habla, los medios escritos, las señas, los medios televisados, el teléfono, la comunicación por internet entre otros. Para los medios sofisticados el desarrollo de nuevas tecnologías determina las características, la forma de actuar, los beneficios, etc.

Métodos tales como los celulares en base a la tecnología satelital, software sofisticados para aplicaciones en redes sociales o redes privadas, radio enlaces de frecuencias no públicas, etc.

2.8 Administración de inventario de repuestos

El inventario es el conjunto de elementos que toda empresa requiere para poder desempeñar su trabajo. La administración de inventario dirige el manejo eficiente de los registros, la rotación y la evaluación de las existencias y faltantes, de esta forma se provee todos los recursos en el momento indicado.

Arnoletto E. (2007) analiza el aprovisionamiento de inventarios en base al concepto japonés del justo a tiempo, indica que “el justo a tiempo es una filosofía industrial integral que busca tener clientes atendidos en el momento justo” (p. 124).

El manejo de los inventarios afecta directamente al desempeño financiero de la empresa, por ello la administración debe definir la mejor política en este ámbito pudiendo ser razonable no disponer de ningún elemento en almacenamiento o debiendo ser necesario disponer de varias unidades similares. La administración del proceso de mantenimiento, sus objetivos a mediano y largo plazo, el factor económico y el plan operativo definen entre otras cosas qué repuestos se deben tener disponibles, cómo se los debe almacenar, dónde ubicarlos, cómo registrarlos, cómo mantenerlos en buen estado, como controlar los egresos, etc.

El flujo de los repuestos, los responsables de su manejo y los encargados de las adquisiciones son otros de los factores que la administración debe atender para controlarlos.

Lo más relevante es que esta parte del proceso sea capaz de dotar de lo necesario oportunamente cuando así se lo requiera, caso contrario, si ocurre una situación particular en la que se necesite un repuesto y en bodega no exista, esto provocaría pérdida de tiempo en el cumplimiento de las actividades, lo que ocasionaría no solo la pérdida de dinero sino también generaría inconformidad para con los clientes a los que se ofrece el servicio.

Entonces, el manejo de los inventarios es una de las variables condicionantes que determinan si el área responsable cumple con sus objetivos planteados y coadyuva a que los demás procesos y en este caso el de mantenimiento pueda ejercer su tarea eficazmente.

2.9 Recursos para un proyecto

Normalmente cuando se habla de recursos lo primero que se analiza es el aspecto financiero; efectivamente esto se debe considerar, pero no se debe centrar en sus fortalezas o sus debilidades, es importante saber que los recursos necesarios para desarrollar un emprendimiento va más allá del simple factor económico, muchas veces se lo puede tener y en demasía pero esto no asegura nada, es algo necesario pero no fundamental.

Sobre el presupuesto financiero de proyectos, Hernández, Hernández y Hernández (2005) indican que “el presupuesto es un conjunto de pronósticos que se refieren a un período determinado” (p. 61). Esto conlleva a relacionar al presupuesto con la planificación, por lo tanto el primero debe obedecer a las exigencias del segundo para que éste pueda cumplir con sus metas.

Para la elaboración de un plan para un proyecto determinado es necesario que se presente un presupuesto indicando los costos y detallando el por qué de cada posible egreso.

Así también todo proyecto basa su labor en el aporte del recurso humano o talento humano, la administración de herramientas tangibles e intangibles, los equipos, la infraestructura, etc., es decir, todo lo que es necesario para llevar a cabo un proyecto sin demora y de forma eficiente.

Los recursos para un proyecto son el conjunto de elementos que deben estar disponibles para realizar una actividad determinada o para resolver una necesidad que ha surgido de la práctica empresarial.

2.10 Talento humano

Cuando se trata de administrar objetos, materiales o cosas, se definen parámetros guías para su tratamiento y estos “objetos” son tratados de acuerdo a ello, no tienen otro destino.

Por el contrario, cuando se administra al ser humano la gestión sobre él se vuelve más compleja, el simple hecho de que las personas “opinen” sobre la forma en que son administrados marca un hito entre lo fácilmente administrable (objetos sin opinión) y lo complejamente administrable (el sujeto humano).

Puede afirmarse que uno de los factores que al ser humano le inquieta es la satisfacción de sus necesidades, y para ello en el mundo actual globalizado y materializado el dinero viene a convertirse en un aspecto que sirve para motivarlo y conseguir de él mejores resultados laborales.

> La tarea administrativa se complica debido a las múltiples dimensiones del ser humano. El hombre piensa, siente, aprende, tiene capacidad para expresar ideas y emociones (comunicación) y necesita permanentemente de nuevos incentivos (uno de ellos es el sueldo o salario) que lo estimulen. El jefe o administrador interesado debe saber cuáles son esos incentivos para obtener el mejor rendimiento (Rodríguez, 2007, p. 13).

No debería ser así, el dinero no lo debería marcar; sin embargo ésta administración, la de los salarios, es una de las más delicadas porque de su buen accionar depende la satisfacción o al menos la tranquilidad del trabajador. Caso contrario, si la política salarial no se la controla apropiadamente se pueden generar controversias no solo de empleado a empleador sino entre empleado y empleado, y esto si se convierte en una situación peligrosa para la

empresa porque se pierde peligrosamente un fundamento básico de toda organización: el trabajo en equipo.

Por otro lado, como ser propiamente dicho, el hombre ejerce un ciclo de vida donde a lo largo del tiempo va creciendo como persona y con un actor en la sociedad, es decir, un talento humano dentro de una organización está en constante aprendizaje y por sí mismo debe desarrollarse en el tiempo, mucho más si se trata de evolucionar como profesional y como compañero, parte de, en un marco organizacional donde su labor está afectada por otros procesos hechos por otras personas y así mismo donde su trabajo afecta a otros actores.

La competitividad es otro de los aspectos modernamente más relevantes de toda empresa, entre otras cosas la competitividad hace referencia al saber hacer, al conocer para aplicar, a lo empírico y a lo teórico.

Todo profesional o no profesional que pretenda ingresar a laborar en una empresa x debe ser competente, tener las habilidades y demostrarlas para cumplir las metas establecidas en la caracterización del puesto de trabajo. En el otro lado, cuando el sujeto ya es parte de la organización, constantemente está hoy por hoy en la obligación de mejorar sus habilidades, de ampliar sus conocimientos y de perfeccionar su accionar, es decir, debe evolucionar a un ser perseverantemente competitivo, pero sin caer en el error de exagerar en ello, porque descuidará sus objetivos de eje que se trazó cuando llegó por primera vez a ejercer un cargo.

El talento humano y sus competencias es un factor fundamental para el desarrollo de la empresa. Alles M. (2006), dice que la competencia “hace referencia a las características de personalidad, devenidos comportamientos, que general un desempeño exitoso en un puesto de trabajo” (p. 29).

En este contexto, la capacitación es otro tema interesante que en gran medida corresponde a la empresa atender sus principales demandas. En este contexto, el personal debe estar capacitado no solo para que sepa hacer bien su trabajo sino para que el empresario se asegure que el trabajo se está haciendo en base a un sustento definido, controlado y conocido.

Importante es saber sobre qué hay que capacitar, a quién y para qué. Responder acertadamente a estas preguntas orienta con claridad al administrador que a más de eso deberá no solo ejecutar las capacitaciones sino que debe planificar para cumplir unas metas en el futuro, no capacitar porque sí. Ahora bien, una vez capacitado al personal lo que se debe hacer es aplicar los refuerzos o nuevos conocimientos adquiridos, hacer el seguimiento correspondiente y evaluarlos en un tiempo prudencial. Pero luego cabe otra pregunta, ¿hasta cuándo es valedera una capacitación? Es decir, cuando ha llegado su caducidad y por tanto se volverá necesaria una nueva planificación de capacitaciones, quizá sobre los mismos temas, quizá sobre otros, en fin, es tarea no solo del administrador definir estas necesidades, porque básicamente el propio trabajador es quién sabe a ciencia cierta sobre sus habilidades, destrezas, conocimientos así como sus deficiencias.

Lamentablemente todo se relaciona con los recursos de los que se dispone, no solo sobre el sustento económico que permitiría el desarrollo de un plan de capacitaciones sino también sobre quién o quiénes interna o externamente pueden “capacitar”. Esto en ocasiones se convierte en la variable operativa más difícil de cumplir ya que puede ocurrir que en el medio próximo no exista alguien que pueda hacerlo, es crítico generalmente cuando dentro de un país no se encuentra la fuente de conocimiento, enfatizando en que el mundo globalizado ha provocado esta condición.

Sobre el talento humano, uno de los grandes retos es lograr el compromiso fidedigno de los empleados para con la empresa. Es un principio ético, una cuestión filosófica que se convierte en realidad práctica gracias a la conducta del ser, convirtiendo esto en una norma moral. Estar comprometido con algo es sinónimo de ser parte de ese algo, si ese algo está bien es consecuencia de que el sujeto individual está bien, debe ser recíproco y consecuente.

Puede ser que se entienda que comprometerse es obligarse a, de esto surge la reflexión de que aquello que se hace por obligación se hace porque debe y no porque voluntariamente quiere.

Nuevamente llegamos a una división conceptual, pero en una realidad ideal “debería” ocurrir que el compromiso del trabajador para con la empresa y viceversa se desarrolle fundamentado como un principio ético, sin exigencia de nada, autónomo del entorno pero involucrado para con el mismo.

Si algo ocurre dentro de un ambiente, ese algo lo afecta, lo modifica, lo mejora o empeora, todo depende de la causa. El compromiso como tal propende a generar un círculo laboral donde todos aportan y todos se benefician. La administración empresarial está en la obligación, eso sí, de asegurarse de que los colaboradores de la organización estén comprometidos para con los objetivos centrales que se pretenden.

2.11 Plan de mitigación de riesgos

En toda organización, y mucho más en una planta industrial existen riesgos de todo tipo, ya sean riesgos contra las personas, contra los bienes, contra el ambiente y demás.

Ventura, Delgado, Ventura y Martínez (2010) dicen que “cuando el resultado de la evaluación de todos los riesgos relacionados con la empresa pusiera de manifiesto situaciones reales de riesgo, el empresario planificará la actividad preventiva que proceda con objeto de eliminar o controlar y reducir dichos riesgos…” (p. 276).

El primer paso para elaborar un plan de mitigación de riesgos es identificar los tipos de riesgos y las causas de estos, para saber cómo poder eliminarlos, mitigarlos o al menos manejarlos adecuadamente.

En general para una planta industrial se deben establecer planes de emergencia para los siguientes casos de incidentes o accidentes:

- Incidentes con lesión grave (choque o volcamiento).
- Incendios en máquinas rotativas, máquinas eléctricas, hidráulicas o neumáticas, gasolineras, e incendios forestales.
- Inundación por daño o rotura de tuberías en sitios confinados.
- Deslaves sobre las instalaciones, entre otros.

2.11.1 Objetivos del plan. Los Planes de Emergencia están dirigidos para prevenir o mitigar consecuencias por efectos de cristalización de riesgos extremos, donde estén inmersos vidas humanas, instalaciones y equipos.

El objetivo principal es que los trabajadores, empleados, contratistas y visitas que se encuentren dentro de las instalaciones de la empresa, conozcan los riesgos reales, las medidas a adoptarse, las instrucciones básicas, los canales de comunicación y los medios disponibles en caso de afrontar una situación considerada de emergencia.

Todo esto busca resguardar la integridad de las personas que trabajan y se relacionan con la empresa, así como también los bienes y demás materiales de valor.

2.11.2 Mapa de riesgos. El mapa es un documento de fácil entendimiento que explica brevemente los principales riesgos existentes dentro de las instalaciones de una organización.

García (1994) hace un análisis elocuente sobre este tema y asegura que el mapa de riesgos laborales consiste en “todo instrumento informativo dinámico que permite conocer los factores de riesgo y los probables o comprobados daños en un ambiente de trabajo” (p. 4).

Existen diferentes tipos de mapas de riesgos que dependen del ámbito geográfico, sector económico, factores de riesgo, o por la población específica expuesta, entre otros.

2.11.3 Medidas de prevención. La mejor forma de evitar un accidente es la prevención del mismo. Para ello lo más importante es que el personal esté informado y tenga conocimiento de los riesgos existentes en el sitio de trabajo.

Gracias a la determinación de los riesgos existentes y potenciales, y la socialización del mapa de riesgos, se pueden aplicar medidas de prevención para poder en cierta forma ofrecer condiciones de trabajo seguras para todos.

Una de las medidas de prevención más útiles es aquella en la que mediante reuniones sobre seguridad industrial se logra conformar un grupo de brigadas o grupo de seguridad conformado por los mismos trabajadores.

Esto permite involucrar al personal, quien a su vez se interesa por conocer sobre los riesgos, su prevención y su manejo en caso de ocurrencia. Así mismo se logra incentivar a los participantes para que sean ellos mismos quienes sean parte del diseño del plan de mitigación de riesgos, o sean fuente de información real.

Para casos graves, se establecen señales de información de diferente nivel de importancia según el caso. Las señales pueden ser:

- Señal de alerta: Se aplica cuando se evidencia que existe un problema dentro de las instalaciones de la empresa, pero la situación es manejable.

- Señal de emergencia: Indica que el personal debe evacuar las instalaciones para precautelar su integridad.

- Señal de fin de alerta: Indica que la situación de riesgo ha sido controlada.

La aplicación de las señales pueden utilizar diferentes medios para que el personal se dé cuenta de su activación, estas pueden ser sonoras, luminosas, o de otro tipo.

2.11.4 Canal de comunicación. Otro importante tema acerca del control de riesgos y su manejo es el canal de comunicación.

Se trata de cómo el personal debe comunicarse cuando conoce sobre algún incidente o accidente ocurrido.

Es decir, el canal de comunicación mediante un gráfico explica rápidamente, a quién se debe avisar sobre la existencia de un incidente o accidente, o explica a quién se debe preguntar en caso de estar desinformado.

Normalmente, cuando ocurre un problema de este tipo, siempre se define un puesto de trabajo al que hay que notificar la novedad, sea este un puesto de guardia (que tiene personal las 24 horas), o un puesto de operación que tenga relevo y labore durante todo el día.

Una vez que el guardia o el operador conocen la novedad la notifican al jefe de seguridad encargado y si no se encuentra se comunica directamente a la persona responsable de la planta.

Esta persona finalmente da parte a la brigada propia de la empresa, o al departamento médico o se comunica, dependiendo del caso, con organizamos externos de socorro y ayuda.

2.11.5 Recursos. La aplicación del plan demanda una serie de recursos necesarios para su correcto desempeño.

El plan debe determinar específicamente qué recursos necesita, la cantidad de los mismos, los responsables de su administración y utilización, así como la forma de resguardarlos y mantenerlos para tenerlos siempre listos para su uso.

Entre los recursos más importantes se tienen:

- Humanos: Encargados de la seguridad industrial, médicos, brigadistas.
- Materiales: Radios de comunicación, extinguidores, arneses, cuerdas, guantes.
- Económicos: Necesarios para la aplicación y mantenimiento del plan.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

Para desarrollar el proceso investigativo se parte del planteamiento del problema que trata sobre la inadecuada administración de mantenimiento de los transformadores de potencia de la CHPM.

Luego se plantean los objetivos y las preguntas de investigación. En base a ello se hace el análisis correspondiente para precisar el tipo de investigación aplicable al caso, se definen las variables relacionándolas con los objetivos, se determina la población y según esto la muestra.

Se establece una parte importante del proceso investigativo que es el método de investigación y las técnicas e instrumentos, para ello se diseñan encuestas y entrevistas con preguntas diseñadas para obtener información veraz, fiable y actualizada.

Finalmente se establece el proceso para analizar los resultados, definir los hallazgos y presentar las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

A continuación se presenta el detalle de toda la metodología de investigación aplicada al presente estudio.

3.1 Tipo de investigación

Para llegar a conseguir los objetivos planteados, se diseña y aplica una investigación caracterizada por ser exploratoria y descriptiva ya que indagará sobre el objeto de estudio enmarcándolo en la realidad según sus particularidades, y a la vez es proyectiva porque diseñará un nuevo manual de procedimientos.

3.2 Diseño

La información necesaria para el desarrollo del proyecto se basa en datos bibliográficos y de campo; éstos se encuentran en libros y revistas

técnicas, archivos magnéticos, páginas Web, así como también en informes de mantenimiento, registros de pruebas en equipos, hojas de vida y en órdenes de trabajo; por lo tanto la naturaleza de los datos es de carácter mixta.

En lo referente a la temporalidad de la investigación, el estudio es de tipo transversal ya que se concentra en el análisis actual del problema (año 2010), considerando antecedentes operativos del mantenimiento de los transformadores, y proyectando su comportamiento en el futuro.

El tratamiento de los datos es un proceso no experimental porque básicamente se concentra en acopiar, filtrar, analizar y describir la información para finalmente elaborar un adecuado manual de procedimientos.

3.3 Definición de las variables

Las variables se definen considerando las características propias del estudio del problema y del modelo de solución.

Sobre el primer tema se consideran aspectos administrativos, técnicos y humanos con indicadores de organización, planificación, procesos y tecnología complementados con la competitividad y el ambiente laboral. Sobre el segundo tema se analizan aspectos similares con indicadores sobre las funciones, normas, procedimientos, recursos y el contexto laboral.

3.4 Operacionalización de las variables

La identificación de las variables se basa tanto en el problema de investigación como en la formulación de objetivos; así mismo se sustenta en el marco teórico. Esto permite explicar cómo se miden las variables.

Es importante recalcar que la operacionalización abarca aspectos administrativos considerados en los objetivos específicos del trabajo investigativo. De ello se puede desprender con mayor facilidad las características de las variables, sus límites y a la vez sus indicadores.

Tabla 3:

Operacionalización de las variables

VARIABLE PARA EL DIAGNÓSTICO			
Variables	Dimensiones	Indicadores	Índices de medición
Características administrativas, técnicas y humanas que rigen al sistema actual de mantenimiento.	Aspectos administrativos	Organización del mantenimiento	Excelente, buena, regular, mala.
		Planificación	
	Aspectos técnicos	Proceso de ejecución, verificación y control	
		Tecnología de los transformadores	
		Equipos-herramientas	
	Aspectos humanos	Competitividad	
		Ambiente laboral	
VARIABLE PARA LA PROPUESTA			
Características de los procedimientos técnicos y administrativos que permitan mejorar el mantenimiento de transformadores.	Aspectos administrativos	Funciones	Muy pertinente, pertinente, nada pertinente
		Normas	
		Procedimientos	
		Recursos	
	Aspectos técnicos	Funciones	
		Procedimientos	
		Recursos	
	Aspectos humanos	Competitividad	
		Compromiso	
		Contexto laboral	

Fuente: Instructor Dr. Mario Montenegro
Elaboración: Investigador

3.5 Población y muestra

La inapropiada administración del mantenimiento de transformadores de la planta afectaría al servicio eléctrico del país en general; sin embargo, al ser las causas netamente administrativas, la población no está compuesta necesariamente por los habitantes de todo el conjunto denominado país porque ellos no poseen información concreta relativa a la investigación.

La población se compone de sujetos relacionados con el sistema administrativo y técnico de la CHPM. Para este caso particular la población es el universo entero, así:

Población, 21 personas:

- Administrativos: 2
- Técnicos en electricidad: 14
- Técnicos afines: 5

Muestra: 21 personas.

Es el 100% de la población.

3.6 Método de investigación

El tipo de investigación se caracteriza por ser exploratoria y descriptiva al momento de levantar la información, por lo tanto los enfoques apropiados para realizar el análisis son el empírico cuantitativo y el teórico inductivo con el fin de conocer aspectos sobre la administración y el sistema de mantenimiento.

3.7 Técnicas o instrumentos

El estudio define tareas para observar y reconocer así como caracterizar y diagnosticar la información conseguida.

De esto se aplicarán las siguientes herramientas para obtener información:

- Encuesta: En base a los objetivos y preguntas de investigación se elabora un conjunto de interrogantes y se las adecúa en un formato simple para aplicarlas al personal a quien se le pide que responda con datos reales.

- Entrevista estructurada: Aplicada a personas relacionadas con el problema de investigación, es decir al personal de mantenimiento eléctrico y de otras áreas de la organización.

- Observación pasiva: Forma no participativa que estudiará el fenómeno administrativo. Se podrán obtener ciertos aspectos característicos del tema. Para ello es necesario la aplicación de fichas de trabajo de campo con el fin de registrar detalles y/o acontecimientos significativos.

- Recopilación Bibliográfica: Aplicada para la revisión de documentos escritos, informes, libros, registros, etc. Para el caso particular, se revisará información del Archivo Central, de la documentación del área de Mantenimiento Eléctrico, de Bodega y de otros procesos que dispongan de datos útiles para la investigación.

3.8 Proceso para obtener los resultados

Por las características de la investigación (comprensiva, exploratoria, descriptiva, diagnóstica), su desarrollo se basará en el método científico.

Según esto, el proceso a seguir es el siguiente:

- Identificar el problema.
- Plantear los objetivos.
- Definir las preguntas investigativas.
- Elaborar el marco teórico.
- Recopilar información de campo.
- Indagar información adicional.
- Procesar y analizar la información.
- Determinar los resultados.
- Formular conclusiones y recomendaciones.

3.9 Proceso para construir la propuesta

El proyecto de investigación centra su estudio en los sistemas administrativos y específicamente en el diseño de manuales de procedimientos; por tanto, la solución depende de la veracidad de la información recopilada y del apropiado proceso analítico que se dé a la misma. El proceso a seguir es el siguiente:

- Analizar los antecedentes sobre el diagnóstico del problema.
- Estudiar el aspecto teórico sobre los sistemas administrativos.
- Diseñar el plan para elaborar el un manual de procedimientos.
- Definir el financiamiento del proceso investigativo.
- Analizar los beneficios a conseguir.
- Especificar los impactos consecuentes.
- Elaborar la evaluación final de resultados.

3.10 Transcendencia científica o valor práctico del estudio

Actualmente existen innumerables métodos para ejecutar el mantenimiento a transformadores de potencia, pero casi todos están basados en aspectos técnicos de ingeniería eléctrica, incluso hay planes basados tan solo en lo que recomiendan los fabricantes y las empresas diseñadoras de los equipos para pruebas.

La presente investigación aportará al conocimiento científico porque analiza el tema desde un enfoque administrativo, considerando aspectos que la ingeniería no atiende, estableciendo un contacto directo con la realidad y llegando a conocer su comportamiento. Se basará en lo general para aplicarlo a lo particular usando conocimientos universales.

Su correcta aplicación permitiría contar con el servicio continuo, confiable y seguro de los transformadores de potencia, reduciendo costos por fallas y brindando energía eléctrica de calidad a la provincia del Cañar y al país. El análisis podrá ser fuente de saber para otras aplicaciones quizá en otras plantas eléctricas o en procesos relacionados.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio realizado centra su accionar en obtener información aplicando varias técnicas de investigación. Se realizó una encuesta estructurada al personal operativo (anexo 1), una entrevista estructurada al jefe de mantenimiento (anexo 2), se aplicó la técnica de observación pasiva y se recopiló información documental del Departamento de Mantenimiento Eléctrico y del Archivo.

El personal relacionado con el proceso al que se le aplicaron las técnicas de investigación fueron: electricistas, inspectores de mantenimiento, tecnólogos de operación, un inspector de seguridad industrial, un representante de auditoría interna, agentes de bodega, un supervisor y un jefe de mantenimiento.

Para obtener información acerca de las particularidades del proceso se encuestó al personal operativo y para asuntos acerca de los lineamientos de la administración del Mantenimiento se realizó una entrevista al jefe del área. La recolección de información se ha complementado con el levantamiento técnico desde bases de datos, de registros documentados y de archivos electrónicos.

La idea fue obtener información relacionada con la administración del proceso, los tipos de mantenimiento aplicados, las partes del proceso, la planificación de actividades, la ejecución y control de las mismas, el manejo de la reserva de repuestos, la capacitación del personal e información acerca de otros factores que influyen en el desarrollo del proceso.

Los resultados se presentan en forma textual y en tablas para una mejor apreciación del comportamiento de las variables. Luego se elabora el respectivo análisis distinguiendo y separando las partes del asunto cuestionado.

4.1 Preguntas

4.1.1 Resultados de la encuesta aplicada al personal de mantenimiento.

Para analizar la situación actual de la problemática sobre la administración del mantenimiento de transformadores de potencia; en función de los objetivos de investigación y en concordancia con las hipótesis planteadas, se ha elaborado un banco de preguntas que se incluyen en una encuesta aplicada al personal. A continuación se detallan los resultados.

PREGUNTA 1: Considera que la periodicidad de intervención preventiva en los transformadores es:

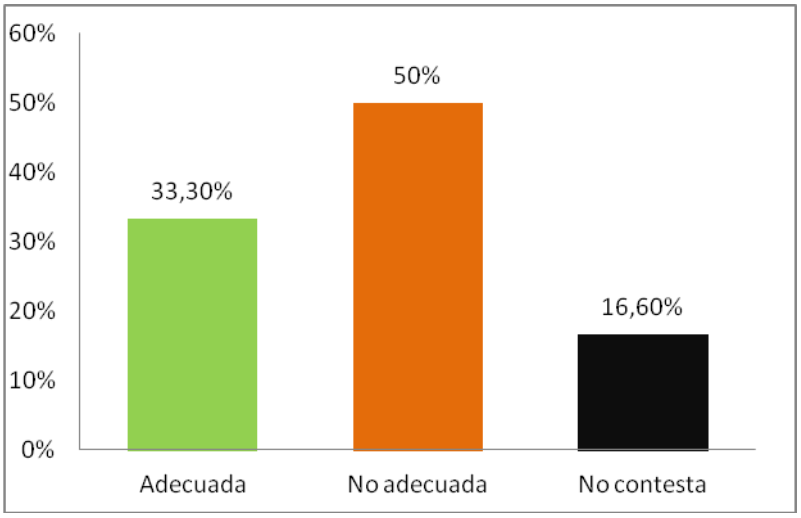


Fig. 1: Respuesta sobre la periodicidad preventiva
Cantidad de encuestados: 12 personas
Fuente: Encuesta aplicada a técnicos electricistas
Elaboración: Investigador

Los resultados demuestran que el personal identifica como no adecuada la periodicidad de intervención preventiva en los transformadores.

Esto hace entender que a unos elementos se los debería intervenir con mayor frecuencia, y a otros se los podría revisar en intervalos de tiempo más prolongados.

Sin embargo, las respuestas dependen del criterio técnico del personal, de cada uno, de su experiencia en el campo de aplicación y de su conocimiento teórico acerca del funcionamiento de las partes.

PREGUNTA 2: ¿Conoce las prácticas de seguridad ante todos los riesgos que se presentan durante las actividades de mantenimiento en los transformadores?

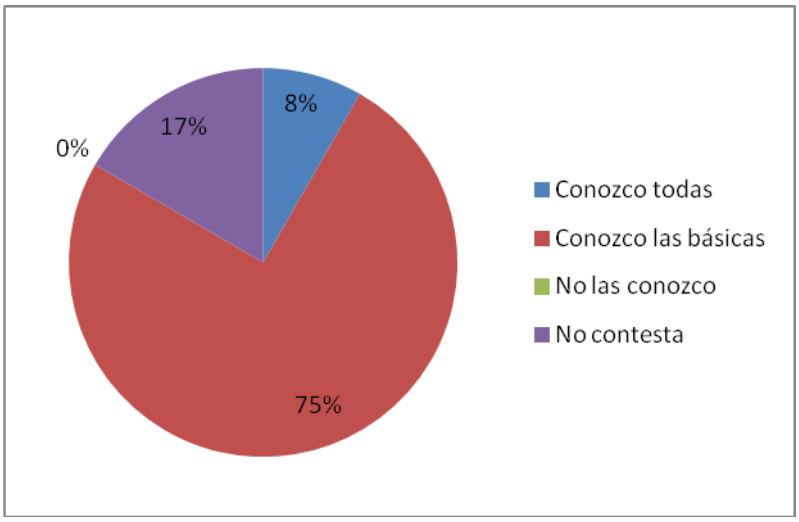


Fig. 2: Respuesta sobre el conocimiento de seguridad industrial
Cantidad de encuestados: 12 personas
Fuente: Encuesta aplicada a técnicos electricistas
Elaboración: Investigador

Se observa que el personal se preocupa y conoce al menos las normas básicas de seguridad industrial para aplicarlas en el lugar del trabajo. Es responsable por su propia seguridad.

Sin embargo, como el talento humano de la organización es el bien más importante, su seguridad y bienestar es prioridad de la empresa; por ello se debe mejorar en concientizarlos para que amplíen su conocimiento y apliquen todas las prácticas de seguridad.

PREGUNTA 3: Para interpretar los resultados de las pruebas que se practican en las máquinas ¿conoce las normas técnicas que se aplican?

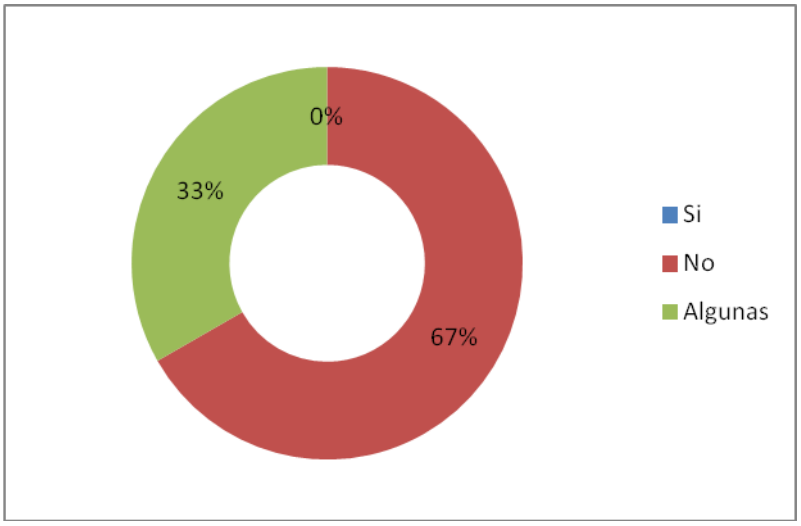


Fig. 3: Respuesta sobre el conocimiento de normativas para análisis de datos
Cantidad de encuestados: 12 personas
Fuente: Encuesta aplicada a técnicos electricistas
Elaboración: Investigador

Se evidencia que el personal ignora los detalles de este importante tema, esto demuestra que la interpretación de resultados no dispone de un procedimiento estándar para su ejecución, por ello dependen del criterio de quien lo analiza.

El desconocimiento puede provocar que, resultados que presenten datos entre rangos normales sean cuestionados innecesariamente. O resultados que evidencien alarma y estén fueran de rangos normales no sean atendidos oportunamente, permitiendo que el problema se agrave con el transcurso del tiempo quizá hasta llegar a una eventual falla que demande cambio o reparación.

La interpretación de resultados de pruebas, sean estas eléctricas, mecánicas o físico químicas es una tarea especial, necesaria para la toma de decisiones.

PREGUNTA 4: ¿La información en los registros digitales del aislamiento de los transformadores se mantiene actualizada?

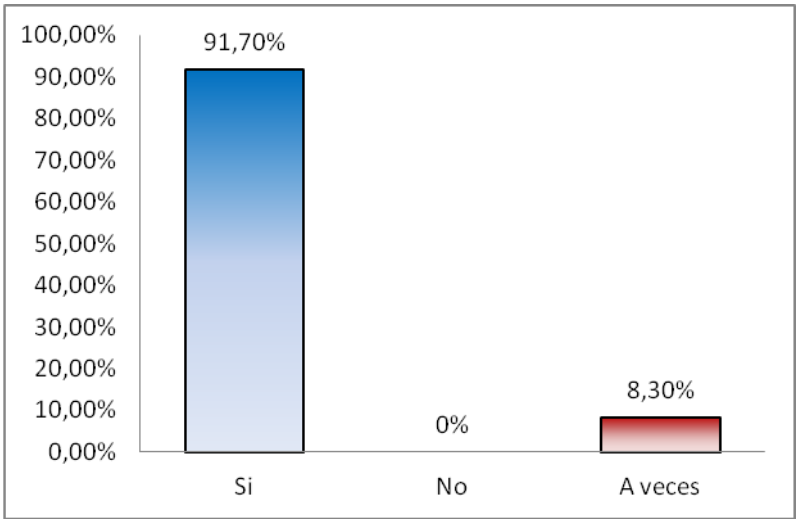


Fig. 4: Respuesta sobre la actualización de registros digitales
Cantidad de encuestados: 12 personas
Fuente: Encuesta aplicada a técnicos electricistas
Elaboración: Investigador

Se demuestra que la información digital está actualizada y el personal la utiliza con frecuencia. Es una herramienta concreta para la toma de decisiones.

PREGUNTA 5: ¿Los equipos y herramientas usados son adecuados?

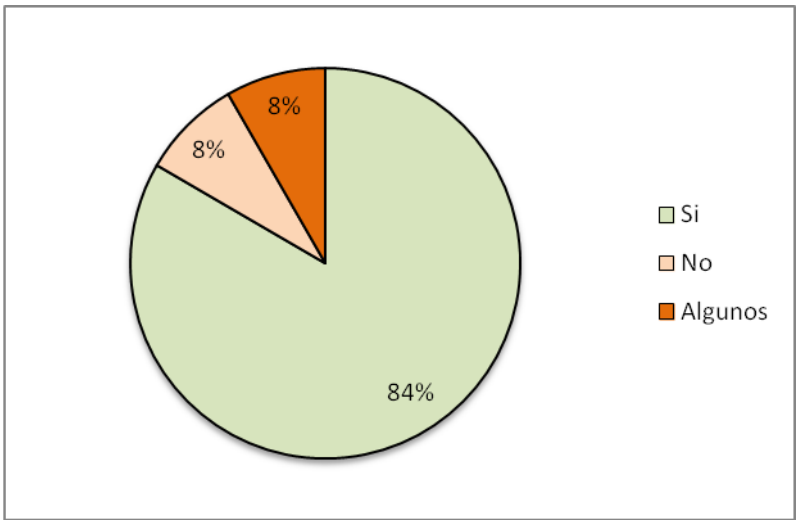


Fig. 5: Respuesta sobre el uso de equipos y herramientas

Cantidad de encuestados: 12 personas
Fuente: Encuesta aplicada a técnicos electricistas
Elaboración: Investigador

Se nota que la dotación de equipos y herramientas para el cumplimiento de las tareas es acorde a las necesidades.

PREGUNTA 6: Cuando debe cambiar un elemento del sistema ¿Usted dispone del repuesto?

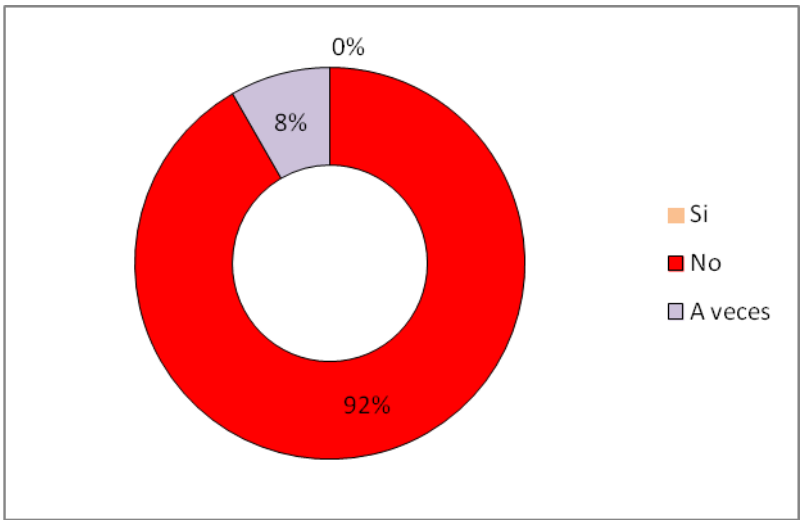


Fig. 6: Respuesta sobre la disponibilidad de repuestos
Cantidad de encuestados: 12 personas
Fuente: Encuesta aplicada a técnicos electricistas
Elaboración: Investigador

El personal expresa que no dispone de repuestos para poder cumplir cabalmente con sus tareas. En caso de requerirse un repuesto, no se podrá reemplazar el elemento dañado lo que provocará la potencial indisponibilidad de los sistemas.

Esta información es corroborada por los resultados del Cuadro de Mando Integral (2010) que indican que existe un retraso en la ejecución de tareas debido a reportes de equipo defectuoso. La principal causa es la falta de repuestos.

4.1.2 Resultados de la encuesta no estructurada aplicada al personal relacionado.

PREGUNTA 7: ¿Cuánto tiempo trabaja en Mantenimiento Eléctrico, en la CHPM?

Tabla 4:

Respuesta (años)	Frecuencia	Porcentaje
De 1 a 5	2	16.6%
De 5 a 10	4	33.3%
De 10 a 15	5	41.6%
Más de 15	1	8.3%

Cantidad de encuestados: 12 personas
Fuente: Encuesta aplicada a técnicos electricistas
Elaboración: Investigador

La tabla indica los años de experiencia que el personal de inspección y ejecución tienen en actividades en el área de Mantenimiento Eléctrico y por lo tanto es el tiempo en el que llevan trabajando con los transformadores de potencia. Sin embargo, se evidencia que solo una persona estuvo trabajando durante la construcción y montaje de los equipos de transformación (la instalación de la CHPM finalizó en 1992). Por lo tanto la mayoría del personal no conoce los detalles de construcción de los sistemas y tampoco han sido capacitados por las compañías que fabricaron los equipos, fuente importante de información. Así mismo, existen dos electricistas novatos en el área a quienes se los debe entrenar formalmente para que al menos conozcan nociones básicas pero fundamentales sobre las características y funcionamiento de los transformadores de potencia, su rol dentro de sistema nacional y temas específicos a cerca de la gestión de mantenimiento que se le aplica.

PREGUNTA 8: ¿Cuál es la función del inhibidor dentro del aceite dieléctrico?

Tabla 5:

Repuesta	Frecuencia	Porcentaje
Absorber partículas de agua presentes en el aceite	1	8.3%
Mejorar la rigidez dieléctrica del aceite	4	33.3%
No responde	7	58.3%

Cantidad de encuestados: 12 personas
Fuente: Encuesta aplicada a técnicos electricistas
Elaboración: Investigador

La consulta aplicada a los electricistas indica que se desconoce sobre este tema. Se verifica que el personal no está capacitado, no se conocen conceptos fundamentales para poder intervenir en los transformadores.

PREGUNTA 9: En las actuales circunstancias ¿considera usted que los transformadores son confiables para su operación?

Tabla 6:

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Todos los transformadores	0	0%
La mayoría de ellos	11	91.7%
Ninguno	1	8.3%

Cantidad de encuestados: 12 personas
Fuente: Encuesta aplicada a técnicos electricistas
Elaboración: Investigador

Es un indicativo de que el personal tiene la percepción de que actualmente los transformadores están operando en condiciones no completamente confiables, existen dudas por su seguridad. Esto demuestra que la principal meta del proceso no se está cumpliendo (mantener confiables las unidades de generación).

PREGNTA 10: Actualmente en bodega central ¿qué repuestos de los transformadores se dispone?

Tabla 7:

Repuesto	Existencia
Transformador de reserva	No
Bushing pasatapas	Si
Tanque conservador	No
Relé Buchholz	No
Bomba de refrigeración	No

Cantidad de encuestados: 1 persona
Fuente: Encuesta aplicada al encargado de Bodega Central
Elaboración: Investigador

De la muestra extraída del anexo 3 se evidencia que la empresa no dispone de un conjunto de repuestos básico para solventar defectos en los equipos que actualmente brindan servicio.

Esta es una condición que afecta directamente al desempeño del proceso.

4.1.3 Resultados de la observación pasiva aplicada al proceso.

Observación pasiva ejecutada durante el desarrollo de las tareas de mantenimiento.

PREGUNTA 11: Al finalizar las tareas, ¿el electricista hace revisar con el inspector el sistema intervenido?

Tabla 8:

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	30%
No	7	70%

Cantidad de observaciones: 10 ocasiones
Fuente: Observación aplicada a técnicos electricistas
Elaboración: Investigador

De lo que se ha observado, el personal de ejecución entrega el sistema al departamento de Operación (encargado de consignar la máquina) sin hacer revisar antes al inspector. Por otro lado, el inspector llega al sitio de trabajo y realiza una breve revisión pero al final de la tarea no regresa para completar la revisión. Para este resultado se observó el comportamiento del personal durante los mantenimientos en cinco transformadores.

PREGUNTA 12: Luego de la intervención ¿el electricista conoce si Operación y Transelectric están satisfechos con su trabajo?

Tabla 9:

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	7	70%
No	2	20%
No le interesa	1	10%

Cantidad de observaciones: 10 ocasiones
Fuente: Observación aplicada a técnicos electricistas
Elaboración: Investigador

Mediante estas respuestas queda expuesto que el electricista realiza las tareas dándole importancia a la satisfacción del cliente. Por tanto, el personal atiende con seriedad la opinión o las ideas de retroalimentación que el cliente pueda aportar.

4.1.4 Entrevista aplicada al Jefe de Mantenimiento

Mediante una reunión se realizó una entrevista al responsable del área.

Tabla 10: *Resultados de la entrevista realizada al Jefe de Mantenimiento*

Aspecto	Problema	Causa del problema según su criterio
Metas del plan de mantenimiento	No	
Criterios para elaboración del plan	Si	Plan no se ha actualizado hace años
Tiempo para ejecución de tareas	Si	No se tiene tiempo para correcciones
Disponibilidad de repuestos	Si	Falta de organización y de personal
Capacitación del personal	Si	No se cumple plan de capacitación

Cantidad de entrevistados: 1 persona
Fuente: Entrevista aplicada al Jefe de Mantenimiento
Elaboración: Investigador

Los objetivos del plan están alineados a las metas generales de la organización (anexo 4) y son apropiados para el proceso. Sin embargo, se evidencia que el plan no ha sido actualizado ni mejorado; tampoco se ha hecho una reingeniería en este campo. La elaboración del plan está restringido a dos intervenciones por año, esto provoca que todas las tareas (predictivas, preventivas o correctivas) se realicen ajustándose a esta política, lo que a su vez provoca que las tareas sean ejecutadas de forma apresurada con el potencial riesgo de cometer errores. Un aspecto preocupante es la falta de

repuestos. Para intervenir en equipos tan importantes y costosos como los transformadores de potencia se debe contar con personal capacitado y competente; sin embargo esto no se está cumpliendo a cabalidad pudiendo ser un factor determinante como causa de posibles fallas.

4.1.5 Información recopilada mediante investigación bibliográfica.

La información se extrajo de diferentes fuentes, priorizándose los datos actualizados a la fecha, desde órdenes de trabajo, informes, registros de pruebas, entre otros.

Tabla 11: *Plan de mantenimiento preventivo de transformadores de potencia (anexo 5)*

Transformador	Periodicidad 6M	Periodicidad 1A
U01	Junio 2011	Enero 2012
U02	Mayo 2012	Octubre 2011
U03	Agosto 2011	Febrero 2012
U04	Junio 2011	Diciembre 2011
U05	Marzo 2012	Septiembre 2011
U06	Noviembre 2011	Mayo 2011
U07	Septiembre 2011	Marzo 2012
U08	Diciembre 2011	Mayo 2011
U09	Agosto 2011	Marzo 2012
U10	Nov2011 – En2012	Nov2011 – En2012

Fuente: Cronograma de Mantenimiento período Junio 2011 – Marzo 2012.
Elaboración: Investigador

Se interviene en los transformadores cada 6 meses. Esta información corrobora los resultados anteriores.

Tabla 12: *Actividades predictivas*

Elementos intervenidos predictivamente	
Elemento o subsistema	Periodicidad 1A
Aceite dieléctrico (análisis de gases)	X
Bushings (termografía)	X

Fuente: Órdenes de Trabajo.
Elaboración: Investigador

Estas pruebas ayudan mucho a conocer el estado de los transformadores, para lograr sus beneficios es necesario saber interpretar los resultados y tomar decisiones oportunas.

Tabla 13: *Elementos revisados o intervenidos preventivamente*

Elemento o subsistema	Periodicidad	
	6M (9h)	1A (18h)
Cuba y tanques conservadores	X	X
Bushings de devanado primario	X	X
Válvulas, tuberías y empaques	X	X
Aceite dieléctrico	X	X
TAP		X
Relé Buchholz	X	X
Tablero de control y bombas	X	X
Pararrayos	X	

Fuente: Órdenes de Trabajo.
Elaboración: Investigador

Estos son los elementos intervenidos debido a actividades preventivas en función de las órdenes de trabajo (anexo 6).

Se constata que las actividades se realizan mediante órdenes de trabajo generadas cada seis meses, coincidiendo con la parada de las unidades de generación.

Se observa que existen elementos que no son atendidos durante esas intervenciones (accesorios de control) y por el contrario hay otros que son revisados con mucha frecuencia (tableros).

4.2 Discusión del resultado de la investigación

Luego de haber obtenido información suficiente sobre las condiciones del Mantenimiento de transformadores de potencia de la CHPM, el proceso investigativo continúa con la realización de un ordenamiento de los resultados de las observaciones de los hechos y situaciones dadas.

Se detallan las características administrativas de la gestión de mantenimiento; como son la planificación, las particularidades el proceso en sí y la relación con otros procesos.

Para su discusión, los datos obtenidos de la realidad son analizados considerando lo que la teoría sugiere; es decir, se toma en cuenta cada característica propia y se la compara con lo que en un proceso ideal se debería cumplir, sustentándose en las ciencias administrativas contemporáneas.

Entonces se describe la situación actual de todas las características estudiadas, para luego analizar la relación existente entre unas y otras.

Todo esto se hace con el fin de evaluar el proceso de mantenimiento de los transformadores de potencia de la CHPM, caracterizando el plan actual de mantenimiento y determinando las tareas administrativas y técnicas relacionadas al proceso de mantenimiento que provocan la ineficacia.

Tabla 14:

Planificación de actividades

Teoría	Investigación
Sirve para comparar si los resultados se obtuvieron de acuerdo a lo planeado	La meta planeada es mantener disponible y confiable a los transformadores. La confiabilidad no se cumple completamente.
	El plan de mantenimiento no se ha cambiado por más de diez años.
La planificación se caracteriza por ser un proceso en constante renovación	
	La periodicidad de intervención se hace dos veces por año. No atiende a todos los sistemas.
Se ajusta a la realidad y a las condiciones que rigen el entorno	

Es notorio que el plan de mantenimiento actual, como herramienta administrativa, no sirve para cumplir completamente con las metas del proceso. Se caracteriza por no estar actualizado y a la vez no considera los cambios que a lo largo de la vida de las instalaciones se han hecho. Por lo tanto se están descuidando actividades que deberían ser hechas necesariamente. Esto puede provocar fallas directas en los transformadores de potencia y generar desabastecimiento de energía eléctrica.

El plan de mantenimiento representa un grave problema ya que se relaciona directamente con la ejecución de tareas y su control, las actividades de tipo predictivas, preventivas o correctivas dependen de sus lineamientos.

Tabla 15:

Desarrollo del proceso interno

Teoría	Investigación
Proceso es un conjunto de actividades que se encadenan de forma secuencial, ordenada y controlada.	Luego de su intervención, los electricistas no acostumbran hacer revisar los sistemas por el inspector. La interpretación de resultados de las pruebas no se regula por un criterio estandarizado. Algunos elementos no son revisados durante el mantenimiento. No se aplican todas las normas de seguridad El personal no está capacitado.

Las tareas se realizan repetitivamente pero sin la correspondiente conciencia de su importancia (en referencia a la inspección de tareas y a la aplicación de normas de seguridad). Existe exceso de confianza durante la ejecución del trabajo.

Todas las actividades tienen una secuencia, pero su lógica y su ordenamiento deben ser replanteados y adecuados a las condiciones actuales (modo de operación de la máquina y fin de vida útil de los elementos).

La interpretación de resultados debe disponer de un procedimiento estándar para mejorar el diagnóstico del estado de las variables estudiadas.

Intervenir en los transformadores con personal que no está capacitado es un riesgo que puede provocar fallas en los sistemas.

Estos defectos en las tareas técnicas provocan la ineficacia del proceso favoreciendo a la posibilidad de que se presenten las condiciones necesarias para una eventual falla de un transformador de potencia.

Tabla 16:

Relación con otros procesos

Teoría	Investigación
La administración de inventarios provee todos los recursos en el momento indicado	Si se trabajan con equipos y herramientas adecuadas.
	No se dispone de repuestos.
Todo proceso pretende que el resultado satisfaga plenamente los requerimientos del cliente.	
	El personal se preocupa por satisfacer al cliente.

La administración de reserva de repuestos es un proceso ineficaz que provoca retrasos en el cumplimiento de las tareas de mantenimiento y peor aún, puede permitir la operación de los transformadores en condiciones inseguras y no confiables.

El personal está comprometido con sus actividades y está consciente que la satisfacción del cliente es un indicador de su desempeño.

4.3 Contrastación de preguntas de investigación con los resultados

¿Cuáles son las características de la planificación del mantenimiento?

Sobre este tema, se ha detallado que la meta es mantener disponibles y confiables los transformadores de potencia. También se conoce que se dispone de dos ocasiones al año para intervenir en las máquinas por concepto de mantenimientos preventivos programados, las fechas de intervención son aprobadas por un ente externo (CENACE) que desconoce las reales necesidades del mantenimiento de cada máquina.

Por otro lado, el plan de actividades a cumplirse en elementos específicos no se actualiza, las ordenes de trabajo se realizan de la misma manera que como se hacían hace más de diez años. Además, las herramientas de control no están completamente definidas (normas).

¿Qué tareas administrativas influyen en el mantenimiento?

El desarrollo de la gestión del mantenimiento se ve afectado por actividades administrativas tales como la elaboración del plan de actividades y su periodicidad, la toma de decisiones, la reserva de repuestos y el plan de capacitación del personal.

¿Qué herramientas técnicas controlan el estado de los transformadores?

Para llevar a cabo correctamente el mantenimiento, se disponen de herramientas técnicas que ayudan a controlar el proceso, entre las herramientas más importantes se tienen a los registros de información digital, las revisiones en campo por el personal, la ejecución de pruebas y la interpretación de resultados.

¿Qué aspectos rigen la organización de reserva de repuestos?

Uno de los factores que no se atienden de forma eficaz es la reserva de los repuestos para los transformadores de potencia, ya que no se ha definido una filosofía de administración de inventario de repuestos. Por tal razón,

actualmente existen muy pocos repuestos y para algunos elementos no existe su reemplazo.

¿Cuál es el nivel de conocimiento del personal técnico sobre estos equipos?

El personal es la parte más importante de la organización; sin embargo, actualmente los técnicos de ejecución tienen conocimiento limitado acerca de los transformadores de potencia. Existe un plan para capacitar al personal, pero no se cumple, así mismo, no se ha establecido un programa de entrenamiento para el personal inexperto.

4.3.1 Conclusiones sobre el estado actual del proceso de mantenimiento

Se han detectado varias deficiencias en la gestión administrativa del sistema de mantenimiento aplicado a los transformadores de potencia. El plan de mantenimiento tiene un objetivo apropiado, pero está caracterizado por aspectos no acordes a las necesidades actuales de los transformadores de potencia, se concluye que el plan de mantenimiento es regular.

De la misma forma, técnicamente, las herramientas de control son regulares, esto afecta a la toma de decisiones.

Otra tarea que provoca la ineficacia del proceso es la reserva de repuestos. Este proceso se califica como malo, y para complicar esta realidad, la ejecución de tareas se hace con limitado conocimiento sobre los sistemas. Se determina que este aspecto del mantenimiento es regular.

4.3.2 Recomendaciones

Para mejorar el proceso de mantenimiento se recomienda diseñar procedimientos administrativos para la toma de decisiones sobre problemas, para normar la reserva de repuestos y para capacitar al personal. Con relación a la parte técnica, es necesario diseñar procedimientos actualizados para ejecución de actividades de mantenimiento.

CAPITULO V

PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

5.1 Antecedentes.

La Central Hidroeléctrica Paute Molino actualmente es la generadora de energía renovable más grande del país.

La casa de máquinas viene operando continuamente de forma oficial y comercial desde 1983.

Dentro de sus instalaciones se dispone de diez unidades de generación que para la transmisión de energía utiliza el aporte de diez transformadores eléctricos de potencia.

Estas máquinas fueron concebidas y fabricadas en base a tecnología de hace tres décadas y a lo largo de su operación han presentado pequeños desperfectos que fueron resueltos con sencillez, sin embargo, en enero de 2008 se produjo un problema grave en el transformador de potencia #4 que obligó a detener su servicio, de esta forma la producción de la planta se redujo en un 10% por cinco meses (tiempo en que se resolvió parcialmente el problema).

Los transformadores de potencia son máquinas robustas y eficaces que en sus primeros años no presentan mayores novedades, pero con el paso del tiempo sus características se deterioran y cuando ocurre un problema en ellos, las consecuencias son verdaderamente relevantes y afecta gravemente a sus consumidores.

Por tal razón, se vuelve necesario realizar un estudio metodológico y sistemático que analice el problema considerando todas sus partes con el objeto de mejorar el proceso encargado de mantener a estas máquinas en condiciones apropiadas, confiables y seguras hasta que estratégicamente se evidencie el fin de su vida útil y deban ser retirados del servicio.

5.2 Propósito.

El desarrollo de la investigación ha demostrado (en el capítulo 4) que el proceso de mantenimiento eléctrico de los transformadores de potencia tiene problemas en aspectos administrativos y técnicos. Estos problemas afectan directamente a la satisfactoria ejecución de las tareas provocando que la meta “mantener disponibles y confiables los transformadores de potencia” tenga un alto riesgo de no poder cumplirse a cabalidad.

Bajo esta premisa se propone diseñar una herramienta administrativa práctica, adecuada y viable que en el mediano plazo sirva para mejorar el proceso. En este aspecto, el desarrollo de un manual de procedimientos acorde a las condiciones actuales del proceso de mantenimiento, considerando su historial y las perspectivas futuras, es una propuesta administrativa lógica y metódica ya que su diseño considera las variables que afectan al sistema y las modifica convenientemente en búsqueda del mejoramiento del proceso.

5.3 Base teórica

5.3.1 Planificación. Consiste en el proceso para decidir las acciones que se deben realizar en el futuro, debe ser precisa en detallar sus objetivos y flexible en la forma para llegar a conseguirlos. Sirve para comparar si los resultados se obtuvieron de acuerdo a lo planeado.

La planificación se caracteriza por ser un proceso en constante renovación y se ajusta a la realidad y a las condiciones que rigen en el entorno.

5.3.1.1. Toma de decisiones. Cuando se presenta un problema, el determinar la correcta solución al mismo es una tarea delicada que depende de la toma de decisiones. Decidir no es fácil, hay debe hacerlo metódicamente de acuerdo a la naturaleza del problema, por ello hay que considerar todos los aspectos que se relacionan, luego obtener información real, analizar y discutir el caso para finalmente decidir.

Wikipedia es un sitio muy bueno para analizar el proceso de la toma de decisiones dentro del ámbito administrativo (http://es.wikipedia.org).

Existen varios métodos generales y particulares para la toma de decisiones, pero un proceso básico para realizarlo es el siguiente:

- Identificar el problema.
- Levantar información: documentos, investigación de campo, asesoramiento, experiencia propia.
- Identificar la causa: método matemático estadístico, análisis de consenso, proceso racional y negociado, otros métodos.
- Identificar los criterios de decisión y ponderarlos, de acuerdo al objeto de análisis.
- Diseñar las alternativas para solucionar el problema.
- Evaluar las alternativas, considerar ventajas y desventajas.
- Elección de la mejor alternativa.

5.3.2 Proceso. Es el conjunto de actividades que se encadenan de forma secuencial y ordenada. Está compuesto por factores que ingresan al mismo y luego de su tratamiento mediante el uso de todos los recursos, se obtiene un resultado de acuerdo a las especificaciones establecidas en la planificación, para así satisfacer las demandas del cliente.

5.3.2.1Procedimiento. Forma en cómo se desarrollan las actividades dentro de un proceso e indica las respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Qué se hace?
- ¿Quién lo hace?
- ¿Cómo lo hace?
- ¿Para qué lo hace?
- ¿Dónde se hace?

5.3.3 Manual de procedimientos. Es un documento que contiene la descripción de actividades para el desempeño de procesos con el fin de ayudar al logro de metas y mejorar la productividad.

Describe información básica acerca del funcionamiento de procesos, tareas, ubicación, recursos, cargos y responsabilidades.

Sirve para:

- Analizar y revisar los procedimientos de un sistema.
- Facilitar evaluación y el seguimiento de metas.
- Facilitar el control interno, la supervisión de actividades.
- Estandarizar criterios.
- Establecer un sistema de información formal.
- Guiar al personal inexperto.
- Aprovechar recursos.
- Coordinar actividades entre procesos.

Las partes del manual son:

- Identificación
- Contenido del documento
- Introducción
- Objetivos de los procedimientos
- Alcance
- Responsables
- Terminología
- Procedimientos
- Formatos
- Simbología sobre procedimientos
- Manejo y conservación del manual
- Actualización

5.3.4 Elaboración del manual de procedimientos. Para iniciar el proyecto hay que identificar el tipo de manual, definir los responsables de su elaboración y el área relacionada.

El personal debe ser capacitado en el tema para que pueda realizar metodológicamente el diseño.

5.3.4.1 Levantamiento de información y su análisis. El levantamiento de la información debe considerar el registro de hechos para conocer y analizar su naturaleza para obtener información específica pero útil para el manual.

Las técnicas de investigación pueden ser diferentes, pero como referencia sirven las que permiten obtener datos de documentos, sistemas electrónicos informáticos, entrevistas a personal relacionado y mediante observación pasiva directa sobre el objeto de estudio. Hay que discriminar entre los datos “reales” de las “sugerencias”.

La integración de la información se realiza ordenándola y sistematizándola. Slideshare es una página web donde se indica con claridad el proceso básico para el levantamiento de la información y su análisis (http://www.slideshare.net).

Se procede con el análisis haciendo un estudio de cada dato definiendo su naturaleza, características y comportamiento, esto ayuda para poder entender las relaciones, interdependencias e interacciones de las variables entre ellas y con el ambiente.

La mecánica de análisis debe llegar a conocer, describir, descomponer, examinar, ordenar, definir relaciones e identificar comportamientos para finalmente formular el manual que deben contener todas las partes descritas anteriormente.

5.3.4.2 Elaboración de los procedimientos. Los procedimientos se construyen en base al manual de procedimientos.

Inicialmente se hace un borrador del procedimiento y usando técnicas apropiadas se lo identifica como un documento borrador.

Antes de su vigencia y aplicación, el procedimiento es revisado y aprobado mediante firmas de responsabilidad en la portada. Una vez vigente, el proceso lo ingresa a una lista maestra de documentos y se publica en medio digital identificándolo como una copia no controlada, se distribuye a todos mediante copias físicas con la marca de agua de copia no controlada y el original se deja bajo custodia de quien aprueba. Su aplicación es obligatoria a partir de la fecha de vigencia.

Debe existir un administrador del procedimiento, responsable de que el documento permanezca legible, conservado y disponible en versión vigente. Los cambios y versiones deben ser controlados, registrados, el documento es revisado y aprobado nuevamente, para retirar los documentos obsoletos y reemplazarlos por la última versión. Las copias obsoletas se las destruye.

Los procedimientos deben contener en su estructura el encabezado con nombre del procedimiento y códigos. La portada incluye el encabezado, las firmas de responsabilidad, el objeto, alcance, identificación, responsabilidad y autoridad, definiciones, procedimiento, diagrama de flujo y anexos. El procedimiento propiamente dicho se elabora indicando en forma ordenada y secuencial todas las actividades generales que se ejecutan, con los recursos aplicados y las normas de seguridad en caso de ser necesarias.

Un aspecto importante es la codificación de los procedimientos. Deben tener una lógica y sentido común, considerando a los procesos, tipos de documentos y números secuenciales.

5.3.5 Transformador de potencia. Máquina que transfiere energía eléctrica de un circuito a otro con ciertos cambios en las variables eléctricas.

5.3.5.1 Constitución del transformador

Partes principales:

- Devanado primario, bobinado de cobre que recibe la energía eléctrica.

- Devanado secundario, bobinado de cobre que entrega la energía eléctrica.

- El núcleo, formado por láminas de hierro que cierra el circuito magnético posibilitando la transferencia de energía del devanado primario al devanado secundario.

- Accesorios de medición, encargados de detectar las variables físicas y mediante una interfaz ser visibles para el operador. Amperímetros,

transformadores de corriente, termómetros, etc. son elementos de medición.

- Accesorios de protección, elementos que en caso de falla se encargan de presentar una alarma o en casos más graves, de disparar (sacar fuera de servicio) la máquina. Entre ellos se tiene a las válvulas de sobre presión, a los relés Buchholz, a los dispositivos de nivel, etc.

Los elementos más importantes para proteger al transformador son los elementos que detectan las señales de campo que las transmiten mediante contactos a los relés de protección.

Las válvulas de sobre presión son muy importantes ya que están diseñadas para aliviar sobre presiones dentro de las cubas del aceite por falla de la máquina evitando así que los daños sean mayores. El relé Buchholz es otro dispositivo muy importante, instalado en la línea de circulación de aceite dieléctrico.

En caso de ocurrir un problema interno en el transformador (chispa) se generan gases que al ser más livianos que el aceite, viajan a través de él hacia la parte superior donde está ubicado el relé y éste dispone de una cámara donde se almacena el gas para poder ser extraído y analizado. Consta de contactos de alarma y disparo de la máquina, dependiendo del caso.

5.3.6 Capacitación del personal. Uno de los grandes desafíos de toda sociedad es vencer a la ignorancia, más aún en los actuales momentos cuando la tecnología cambia vertiginosamente y obliga a la constante actualización de conocimientos, sumado a ello la rapidez de la transmisión de información mediantes los modernos sistemas de comunicación.

Kofman (2001) en su razonamiento acerca de este tema establece una relación entre el aprendizaje y la productividad indicando que mientras mejor sea el primer aspecto, más efectivo será el segundo. Esto es lógico y se cumple siempre y cuando ese aprendizaje sea aplicado en la práctica.

La capacitación del personal dentro de una empresa es un aspecto necesario porque permite asegurar la correcta ejecución de tareas, incrementar los índices de productividad, coadyuva a la creatividad y por lo tanto posibilita una mejora en la calidad de las acciones y decisiones. La capacitación empresarial tiene las características de ser constantemente cambiante, se adecúa a las condiciones y considera los temas necesarios, no menos, no más; esto permite adquirir aptitud y habilidad para realizar las funciones del cargo según sus requerimientos.

Para definir el sistema de capacitación se debe primero evaluar las necesidades de conocimiento (de la organización, de las tareas y de las personas), luego se debe diseñar el programa de capacitación planteando las metas que se desean conseguir.

Una vez que el plan esté definido se ejecuta la capacitación, pero se evalúa antes al personal y después también, para verificar la eficacia del programa y así poder determinar los pasos a seguir.

Finalmente, se evalúa integralmente el programa de capacitación ejecutado, considerando las etapas de reacción, aprendizaje, comportamiento y los resultados que el personal consiga. Entonces hay que retroalimentar esa información y nuevamente replantear, actualizar y adecuar el programa.

5.3.7 Manejo de inventario de repuestos. La administración de inventario dirige el manejo eficiente de los registros, la rotación y la evaluación de las existencias y faltantes, de esta forma se provee todos los recursos en el momento indicado.

Arnoletto (2007) analiza el aprovisionamiento de inventarios en base al concepto japonés del justo a tiempo, indica que “el justo a tiempo es una filosofía industrial integral que busca tener clientes atendidos en el momento justo” (p. 124).

Lo más relevante es que esta parte del proceso sea capaz de dotar de lo necesario oportunamente cuando así se lo requiera, caso contrario, esto provocaría pérdida de tiempo en el cumplimiento de las actividades.

Entonces, el manejo de los inventarios es una de las variables condicionantes que determinan si el área responsable cumple con sus objetivos planteados y coadyuva a que los demás procesos y en este caso el de mantenimiento pueda ejercer su tarea eficazmente sin contratiempos.

Para definir un sistema de gestión de repuestos es necesario considerar los siguientes aspectos:

- Plantear objetivos de la gestión de reserva de repuestos.
- Verificar cantidad existente.
- Clasificar los repuestos existentes y almacenarlos adecuadamente.
- Evaluar la necesidad de repuestos.
- Realizar solicitud de compra de repuestos.
- Comprar repuestos.
- Verificar especificaciones e ingresar repuestos al inventario.
- Administrar el inventario permitiendo acceso a personal clasificado.
- Mantener actualizado el inventario.
- Mantener suficiente inventario.

5.4 Objetivos

Para mejorar el proceso de mantenimiento se han trazado dos objetivos específicos:

- Diseñar un manual de procedimientos técnicos y administrativos adecuado para el sistema de mantenimiento de los transformadores de potencia de la CHPM.

- Detallar los recursos para la aplicación del manual de procedimientos dentro del área de Mantenimiento Eléctrico.

5.5 Descripción de la propuesta

Se propone diseñar un manual de procedimientos que incluirán aspectos administrativos y aspectos técnicos.

Para ambos casos, se realiza un levantamiento de información en base a técnicas de investigación, luego se tabulan los resultados, se analiza el comportamiento y se define la mejor alternativa para solventar los problemas, en este caso el manual de procedimientos responde a estas necesidades.

De esta forma la administración y la operación del proceso de mantenimiento de los trasformadores de potencia estarán guiadas bajo criterios estandarizados, con la ventaja de que pueden ser readecuados y actualizados las veces que sean necesarias tomando en cuenta las condiciones del entorno.

Los objetivos de manual de procedimientos, su diseño, aplicación y control deben estar sujetos a los lineamientos de la organización, es decir, en todo momento dichos procedimientos deberán responder a las necesidades y objetivos estratégicos que la empresa persigue.

5.6 Beneficiarios

Los beneficiarios directos serán los administradores y técnicos encargados del proceso de mantenimiento de los transformadores de potencia, porque se estandarizará sus tareas, ampliando conocimientos y contribuyendo a mantener confiables y disponibles las unidades de generación.

También se beneficiarán los usuarios finales de energía eléctrica de todo el país que usan el servicio del Sistema Nacional Interconectado, la dotación de energía estará asegurada de forma continua y con características técnicas óptimas, en referencia a fluctuaciones de voltaje o de frecuencia, dependiendo de la demanda energética.

Además, en la CHPM, otros beneficiarios serán todos los clientes del proceso de mantenimiento de los transformadores de potencia, directamente los departamentos de Operación y Seguridad Industrial, e indirectamente las empresas públicas Transelectric y CENACE.

Dentro del proceso, todo el personal administrativo y técnico se beneficiará por el mejoramiento en su competitividad profesional.

5.7 Diseño técnico del manual de procedimientos

El manual a desarrollar es de tipo administrativo y técnico operativo, y se caracteriza por los siguientes aspectos:

- *Área operativa involucrada*: El manual se aplicará en el área de Mantenimiento Eléctrico de la CHPM.

- *Objetivo del manual*: Estandarizar los criterios administrativos sobre la planificación del proceso, la ejecución de actividades, la toma de decisiones, la capacitación del personal y la reservar de repuestos. Todo esto con el fin de que el proceso de mantenimiento sea eficaz.

- *Fuentes de información*: La información se la adquiere del proceso de mantenimiento usando las técnicas de investigación bibliográfica, que recopila datos de manuales, planos, hojas de vida, órdenes de trabajo e informes; se usan encuestas que se aplican al personal y se complementa con la observación pasiva de las tareas.

- *Elaboración*: El manual se construye en base a la estructura teórica que la ciencia administrativa propone y se la adapta a la realidad del proceso de mantenimiento.

- *Responsabilidad*: El investigador elabora el manual, la Subgerencia de Mantenimiento lo revisa, la Gerencia General lo aprueba, los técnicos electricistas lo utilizan y el Supervisor de Mantenimiento lo tiene controlado.

- *Aplicación*: Una vez que el manual de procedimientos sea revisado y aprobado; mediante una reunión de trabajo se socializará el objetivo del proyecto explicando al personal de administración y de mantenimiento los pormenores del mismo. Se definirá la planificación de la aplicación y se hará el seguimiento mediante el cumplimiento de las tareas de acuerdo al cronograma establecido. Lo indicado se detalla en el subtítulo 5.8 que trata sobre el diseño administrativo del manual.

5.7.1 Elaboración del Manual de Procedimientos

La construcción del manual de procedimientos se realiza de acuerdo a los lineamientos detallados en el marco teórico.

A continuación se explica paso a paso la elaboración del manual. Este método se utiliza en general para elaborar tanto los procedimientos administrativos como los técnicos.

5.7.1.1 Elaboración del procedimiento. Procedimiento administrativo para la toma de decisiones. Se elabora el borrador del procedimiento y mientras se mantengan en esta condición se los identifica mediante la marca de agua "BORRADOR" con la revisión 00.

5.7.1.2 Revisión y aprobación. Antes de su vigencia y aplicación, los procedimientos son revisados y aprobados mediante firmas de responsabilidad en la portada y de acuerdo a lo siguiente:

Tabla 17:

Documento	Revisión	Aprobación
Procedimiento	Subgerencia de Mantenimiento	Gerencia General

5.7.1.3 Vigencia y distribución. Con el documento vigente, el proceso de mantenimiento lo ingresará a una lista maestra de documentos del área.

Se publica el documento en medio digital identificándolo como "COPIA NO CONTROLADA", se distribuye las copias físicas con la marca de agua "COPIA NO CONTROLADA" a los interesados aplicando registros de entrega. El original estará bajo custodia por el encargado de la aprobación.

5.7.1.4 Aplicación. A partir de la fecha de vigencia.

5.7.1.5 Administración de procedimientos. El supervisor de mantenimiento es responsable de que el documento permanezca legible, conservado, disponible y vigente.

Para el caso de los procedimientos administrativos, deberán estar almacenados en las siguientes carpetas Q:\MTTO ELECTRICO\PROCEDIMIENTOS.

Los procedimientos técnicos deberán estar almacenados de la siguiente forma: Q:\MTTO ELECTRICO\PROCEDIMIENTOS\(Anuales o Semestrales).

5.7.1.6 Cambios y versiones. El área de mantenimiento es responsable de realizar y registrar los cambios necesarios. El documento es revisado y aprobado nuevamente, se retiran los documentos obsoletos y son reemplazarlos por la última versión.

Las copias obsoletas se las destruye y el original se lo identifica como OBSOLETO.

5.7.1.7 Estructura de los procedimientos. Los documentos tienen la siguiente estructura:

a) Encabezado

Tabla 18:

CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	Página 1 de 1
	Procedimiento para	Código:
		Revisión N°: 00
	Revisado por:	Fecha: 01/06/ 2011
	Aprobado por:	

b) Portada

Incluye el encabezado, las firmas de responsabilidad y el siguiente contenido:

Objeto, alcance, identificación, responsabilidad y autoridad, definiciones, procedimiento, flujos, anexos.

Tabla 19:

	Revisado	Aprobado
Firma		
Nombre		
Cargo		
Fecha		

c) Objeto

Indica el propósito del procedimiento

d) Alcance

Establece la aplicación del procedimiento definiendo el proceso y las actividades.

e) Identificación

Usa un nombre y un código para identificar al procedimiento

f) Responsabilidad y autoridad

La responsabilidad de revisar el procedimiento es de la Subgerencia de Mantenimiento.

La responsabilidad de aprobar el procedimiento es de la Gerencia General.

La responsabilidad de cumplir el procedimiento es de todo el personal de CELEC EP Unidad de Negocio HIDROPAUTE.

La autoridad para hacer cumplir el procedimiento es la Jefatura de Mantenimiento.

La responsabilidad de las actualizaciones a este procedimiento es el área de Mantenimiento Eléctrico.

g) Definiciones

Términos que requieran explicación para evitar confusiones.

h) Procedimiento

Elabora secuencialmente las tareas para cumplir con el objeto. Debe contener información sobre mano de obra, riesgos, herramientas y equipos, haciendo referencia a planos, manuales, formatos, tablas, etc. en caso de necesitarse.

i) Flujo

Es un diagrama de flujo que ilustra la secuencia básica del procedimiento.

j) Anexos

Son los documentos que sirven de anexos necesarios para desarrollar la actividad.

5.7.1.8 Codificación. El código tiene las siguientes partes:

Código del proceso: MANTENIMIENTO ELECTRICO (E).

Código del documento: PROCEDIMIENTO (P).

Número secuencial: Indica la numeración ascendente del procedimiento, con números arábigos de dos dígitos.

Separador: Un guión separa al código del proceso con el resto de códigos.

Para el caso de los procedimientos técnicos se utilizan los formatos indicados en el anexo 13.

Es necesario indicar que estos formatos ya existen y se usan desde hace años en el mantenimiento de los transformadores de potencia. Lo que se ha hecho es adecuarlos para poder utilizarlos de acuerdo al manual de procedimientos propuesto.

5.7.2 Consideraciones para elaborar el procedimiento para la toma de decisiones.

Dentro del proceso del mantenimiento de transformadores y como en todo proceso, se deben tomar decisiones acerca de problemas surgidos tanto en su gestión como en la ejecución operativa. Las causas y los problemas para esos dos tipos de ciencia, administrativo y electricidad, son de diferente índole; sin embargo, su tratamiento debe obedecer a una forma común de actuar con el fin de estandarizar criterios, facilitar su análisis para mejorar en la toma de decisiones.

En la parte administrativa, la toma de decisiones debe basarse en los lineamientos del plan de mantenimiento, es decir, analizando principalmente:

- Los objetivos del plan.
- Los recursos.
- Los procesos internos.
- Los resultados obtenidos.
- Los controles y limitantes.
- Los impactos.

Dependiendo de las variables administrativas que estén involucradas en el problema se definirán los métodos de análisis correspondientes, existirán causas relacionadas al talento humano otras dependerán del desarrollo interno del proceso, etc.

En la parte técnica de la electricidad, de la misma forma, se deben estandarizar los criterios y procedimientos para realizar un análisis de los problemas que se puedan presentar. Existirán problemas de fácil solución donde se pueda identificar fácilmente a la causa, pero existirán otros donde el análisis exige un estudio más profundo y detallado que sistemáticamente vaya desmenuzando las partes y verificando los primeros síntomas, entendiendo los comportamientos individuales y luego lo conjugue como todo un sistema integrado donde la interacción de las diferentes variables mostrarán otros síntomas.

Para este caso se deberá considerar lo siguiente:

- Datos del diseño y montaje de los equipos
- Hojas de vida
- Control de pendientes
- Experiencia del personal
- Know How de otras plantas similares
- Recomendaciones de especialistas
- Análisis estandarizado de los resultados de las pruebas.

En este punto, uno de los aspectos que más relevancia tiene al momento de tomar decisiones es el análisis de los resultados de las pruebas. Es un tema muy delicado que, sumado a la suficiente experiencia del personal, propicia un punto de partida para tomar una decisión u otra.

Por lo tanto, la presente investigación se ha esmerado en estandarizar los tipos de pruebas, los métodos practicables, y las recomendaciones sobre los límites de los valores de los resultados. El procedimiento específico se detalla en el apartado 5.7.6.

5.7.3 Consideraciones para elaborar el procedimiento para capacitación del personal.

Varios de los factores más importantes a la hora de “hacer las cosas” son el conocimiento, pericia y habilidad del personal.

Si este fundamento básico es débil, mucho más lo será el desarrollo del proceso y consecuentemente los resultados de la actividad productiva estarán en riesgo de no poder cumplirse a cabalidad. Para atender esta importante necesidad hay que capacitar al personal y esto debe basarse en un plan de capacitación que atienda a los requerimientos reales del personal, ejecutar la capacitación oportunamente con instructores calificados para luego evaluar los beneficios que la capacitación ha brindado.

De la investigación realizada se detalla lo siguiente:

Tabla 20:

Personal capacitado en transformadores de potencia

	Cantidad	Porcentaje
Electricistas	0	0%
Inspectores	1	50%

Fuente: Plan de capacitación 2010.
Elaboración: Investigador

En vista de los resultados, en imperativo ejecutar el plan de capacitación al personal. Para ello se elabora un procedimiento acorde a las necesidades del proceso de mantenimiento de los transformadores de potencia. Todo depende del plan y su alcance por ello es importante que los administradores del proceso lo ejecuten oportunamente. El procedimiento específico se detalla en el apartado 5.7.6.

5.7.4 Consideraciones para elaborar el procedimiento para la reserva de repuestos

El proceso de reserva de repuestos debe obedecer a la política general de reserva de repuestos de la organización. Sin embargo, actualmente CELEC EP Unidad de Negocio HIDROPAUTE no tiene establecido un plan para el manejo de inventarios y reserva de repuestos.

Esta situación provoca que cada área de la organización administre sus repuestos y materiales por criterio propio, no existe un criterio estándar acerca de este tema; por lo tanto no se ha establecido una política de reserva de repuestos que brinde una guía para definir los lineamientos particulares que el proceso de mantenimiento de transformadores necesita.

Lo que se hace actualmente es comprar algo cuando se necesita, esto conlleva a la pérdida de tiempo, arriesgando la disponibilidad de las máquinas e incluso a ponerlas en peligro cuando su funcionamiento se realiza utilizando elementos artesanales en reemplazo de los repuestos originales.

Para agravar la situación, la organización al ser una empresa pública debe realizar sus adquisiciones bajo el procedimiento del INCOP (Instituto Nacional de Compras Públicas) donde las áreas de Abastecimientos y el Departamento Legal actúan como filtros para realizar las compras.

Esto se cumple a cabalidad, pero es un trámite burocrático exageradamente largo que en el mejor de los casos permite la llegada de los repuestos a Bodega después de cuatro meses de haber iniciado el proceso con la solicitud de compra, aunque esto también depende del contratista que proporciona el bien o el servicio, pudiendo entregar antes o después de lo previsto.

Como se nota, la adquisición de repuestos es una tarea que involucra a varias áreas de la organización y al INCOP, en cada una de ellas el proceso de adquisición toma su debido tiempo y las compras se dilatan en el tiempo.

Se concluye que la reserva de repuestos no es responsabilidad absoluta del proceso de mantenimiento de transformadores de potencia.

Sin embargo, para aclarar un poco el funcionamiento del sistema se ha elaborado un procedimiento generalizando las tareas con el objeto de guiar al personal acerca de este tema.

El procedimiento específico se detalla en el apartado 5.7.6.

5.7.5 Consideraciones para elaborar los procedimientos técnicos

El método utilizado para la elaboración del manual, en lo referente a los procedimientos técnicos se explica a continuación mediante un ejemplo práctico aplicado a un elemento de protección del transformador, el relé Buchholz. Se hace la misma pregunta a diferentes fuentes de información, luego se compara los resultados, se analiza las respuestas y su relación con otros elementos, para determinar la periodicidad de intervención en el equipo.

EJEMPLO:

¿Cuál debe ser la periodicidad de las revisiones al relé Buchholz?

Tabla 21:

Periodicidad de intervención en relé Buchholz según técnicos electricistas

Periodicidad / Actividad	3M	6M	1A	No indica
Revisión de presencia de gas en relé Buchholz		10%		90%

Fuente: Encuesta realizada a electricistas (anexo 7 y 8).
Elaboración: Investigador

Tabla 22:

Periodicidad de intervención en relé Buchholz según el manual del fabricante

Periodicidad / Actividad	6M	1A
Revisión de presencia de gas en relé Buchholz	X	X

Fuente: Manual del fabricante (anexo 9).
Elaboración: Investigador

Tabla 23:

Periodicidad de intervención en relé Buchholz según otras empresas.

Periodicidad / Actividad	6M	1A
Revisión de presencia de gas en relé Buchholz		X

Fuente: Manual del fabricante (anexo 10).

Elaboración: Investigador

Análisis del caso:

Descubrir presencia de gas en el relé Buchholz es muy importante ya que esto indica que al interior del transformador ha ocurrido un problema serio en su aislamiento. Parte de los electricistas encuestados indican que esta actividad debe realizarse cada seis meses. Esto demuestra dos cosas: primero, la falta de conocimiento acerca de este tema y segundo, no consideran revisar al relé frecuentemente aunque en realidad sea necesario. El fabricante recomienda realizar esta revisión cada seis meses si no se ha detectado gas, sin embargo esta revisión debe hacerse cada semana o menos si existe gas en el interior.

En otras empresas se realiza esta actividad una vez al año, dicen que se hace así porque solo una vez al año los transformadores paran para su mantenimiento. El registro de Hojas de Vida no indica novedades de tipo correctivo en dicho elemento (excepto en el transformador de la unidad N°4, ver anexo 11). El registro de control de pendientes no revela problemas (ver anexo 12). Entonces se determina que hay que:

“Revisar la presencia de gas en el relé Buchholz cada semana”

Para determinar la periodicidad de todas las tareas se consideran también estudios estadísticos sobre las fallas más comunes en los equipos.

Tabla 24: *Fallas comunes en los transformadores de potencia*

Elemento afectado	Falla	Causa aparente	Responsable		
			F	SE	M
Devanados	Fase a tierra	Deterior del papel aislante, puntos calientes, sueldas, ajuste de conexiones, aceite contaminado	x		x
	Cortocircuito entre fases	Contaminación del aceite, mal estado del papel, eventos en la red		X	x
	Cortocircuito en la misma fase	Contaminación del aceite, mal estado del papel, punto caliente			x
Pararrayos, bushings pasatapas	Destrucción del elemento	Sobretensiones de corta duración por descargas atmosféricas		X	
	Fugas de gas	Envejecimiento de empaques	x		x
Bushing pasatapas	Arco entre fases	Condiciones atmosféricas, aves, árboles, etc.		X	x
	Fase a tierra	Ajuste de conexiones, aceite contaminado, suciedad de bushing	x		x
	Destrucción del elemento	Manipulación, golpes			x
Cuba principal	Fuga de aceite	Envejecimiento de empaques, puntos de suelda fallidos	x		x
	Explosión	Falla electroquímica interna, válvula sobrepresión no opera			x
Instrumentación	Mediciones errores, o no realiza medición	Envejecimiento del equipo, gestión de metrología, golpes por manipulación			x
Sistema de enfriamiento	Fuera de servicio	Fugas de aceite en radiadores, bombas ineficientes por envejecimiento			x
Tanque conservador	Problemas con el aceite	Fugas por empaques dañados, contaminación por humedad			x
Equipos monitoreo y protección	Operan mal o no operan	Envejecimiento propio, manipuleo			x

Siglas indican F: Fabricante, SE: Sistema eléctrico y M: Mantenimiento.

Fuente: Gallo, E. (2010). Diagnóstico y mantenimiento a transformadores.

Elaboración: Ernesto Gallo.

Así mismo, del levantamiento de información de campo se realiza la tabulación de los datos las actividades pendientes y las hojas de vida de los transformadores de la CHPM, los resultados son los siguientes:

Tabla 25:

Resumen de actividades pendientes en los transformadores de la CHPM

Actividad pendiente	Frecuencia
Fuga de aceite en terminales y tanques	4
Pernería de manholes defectuosa	1
Fuga de gas SF6 de pararrayos	1

Fuente: Registro digital de Control de pendientes (CHPM)

Elaboración: Investigador.

Tabla 26: *Resumen de hojas de vida de los transformadores de la CHPM*

Actividad ejecutada	Frecuencia
Reposición de gas SF6	67
Reparación de fugas de aceite	71
Reparación de bushings	2
Reparación/cambio: control-protección.-instrumentos	58
Adecuaciones: control-protección-instrumentos	13
Correctivo mayor	1

Fuente: Registro digital de Hojas de vida (Mantenimiento Eléctrico).

Elaboración: Investigador.

Todos los procedimientos técnicos se detallan en el apartado 5.7.6.

5.7.6 Manual de procedimientos

Manual de procedimientos

Versión 00



Central Hidroeléctrica Paute Molino

Proceso: Mantenimiento eléctrico de transformadores de potencia

Guarumales - 2011

Contenido.

1. Control de documentos y registro de cambios
2. Introducción
3. Presentación de la empresa
4. Objetivo del manual
5. Alcance
6. Terminología
7. Procedimientos
8. Formatos aplicados
9. Simbología de los diagramas de flujo
10. Manejo y conservación del manual
11. Actualización

1. Control de documentos.

Versión: 00

Elaborado por:

Mantenimiento Eléctrico

Revisado por:

Subgerencia de Generación

Aprobado por:

Gerencia General

Código: HPE-P01

Registro de cambios:

Documento	Cambio realizado	Causa del cambio	Fecha
Manual de procedimientos	Documento original	Elaboración del manual	14 de abril de 2011

2 Introducción.

CELEC EP Unidad de Negocio Hidropaute conjuntamente con el área de Mantenimiento Eléctrico han considerado conveniente elaborar un manual de procedimientos aplicado al mantenimiento de los transformadores de potencia de las unidades de generación la Central Hidroeléctrica Paute, considerando primero la importancia del manejo de estos equipos y segundo, los beneficios administrativos y técnicos que el documento y su aplicación brindan al proceso productivo.

El manual de procedimientos permite evaluar fácilmente el proceso, realizar un control efectivo estandarizando criterios de forma que sus actores estén guiados bajo un mismo concepto.

Determina la responsabilidad y la ejecución de funciones así como fija puntos de control oportunos para el ajuste y retroalimentación con el fin de mejorar constantemente el desarrollo de las actividades y permitir el logro de objetivos trazados.

3. Presentación de la empresa.

CELEC EP Unidad de Negocio Hidropaute es una empresa pública al servicio del Ecuador, dedicada a la generación de energía eléctrica en base al aprovechamiento de recursos renovables.

Visión:

Ser la empresa pública líder que garantiza la soberanía eléctrica e impulsa el desarrollo del Ecuador.

Misión:

Generamos bienestar y desarrollo nacional como la mayor generadora de CELEC EP mediante la ejecución y la provisión de energía eléctrica de fuentes renovables, con altos estándares de calidad y eficiencia, el aporte de su talento humano altamente comprometido y competente, responsabilidad social, respetando y protegiendo el ambiente.

Objetivos estratégicos:

- Generar Energía Eléctrica de Calidad.
- Desarrollar nuevas unidades de negocio de energía eléctrica
- Obtener los recursos financieros
- Potenciar la imagen corporativa y buenas relaciones con la comunidad
- Construir al desarrollo social ambiental
- Maximizar la eficiencia de los procesos
- Minimizar los riesgos operativos
- Mejorar clima organizacional
- Potenciar las capacidades del capital humano
- Desarrollar conocimientos, innovación y tecnología (I&D).

4. Objetivo del manual.

El presente documento define los procedimientos administrativos y técnicos del proceso de mantenimiento de los trasformadores de potencia detallando las actividades, responsabilidades y autoridades con el fin de cumplir con la meta del proceso: mantener disponibles y confiables los transformadores de potencia.

5. Alcance.

El presente manual de procedimientos está diseñado para normar el desarrollo de las actividades en el proceso de mantenimiento de los transformadores de potencia. Es un proyecto piloto en el ámbito técnico de la organización.

No está diseñado para su aplicación en otros procesos de la organización.

6. Terminología.

Proceso: Conjunto de actividades que se encadenan de forma secuencial y ordenada.

Procedimiento: Forma en cómo se desarrollan las actividades dentro de un proceso e indica las respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Qué se hace?
- ¿Quién lo hace?
- ¿Cómo lo hace?
- ¿Para qué lo hace?
- ¿Dónde se hace?

Control: Acción que minimiza los riesgos, analiza el desempeño de una tarea, verifica su correcto cumplimiento y la corrige en caso de ser necesario.

7. Procedimientos:

CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	Página 1 de 3
	PROCEDIMIENTO SEMESTRAL **TABLERO DEL TRANSFORMADOR**	Código: E-P01
		Revisión N°: 00
	Revisado por:	Fecha: 01/06/ 2011
	Aprobado por:	

Contenido:

1. Objeto
2. Alcance
3. Identificación
4. Responsabilidad y autoridad
5. Definiciones
6. Procedimiento
7. Flujos
8. Anexos

	Revisado	Aprobado
Firma		
Nombre	Ing. Juan Chávez	Ing. Juan Espinoza
Cargo	Subgerente de Generación	Gerente General
Fecha		

1. Objeto

   Definir el procedimiento para realizar el mantenimiento preventivo de periodicidad semestral al tablero del transformador de potencia principal

2. Alcance

   Este procedimiento se aplica a la ejecución de actividades de mantenimiento en los diez transformadores de potencia de la CHPM.

3. Identificación

   Este procedimiento se identifica con el código E-P01

4. Responsabilidad y autoridad

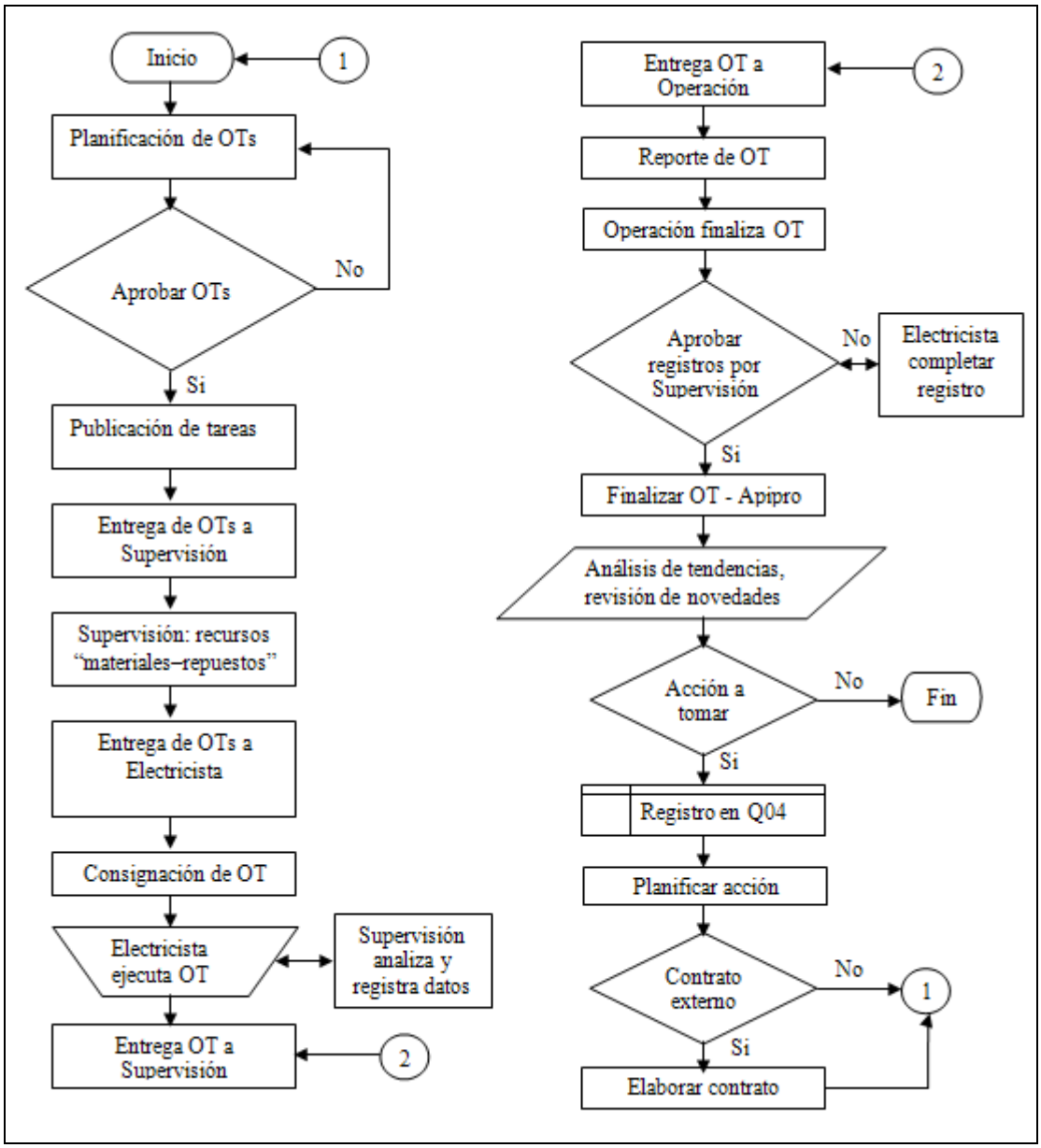
   Revisión: Subgerencia de Generación.
   Aprobación: Gerencia General.
   Cumplimiento: Todo el personal de CELEC EP Unidad de Negocio HIDROPAUTE
   Autoridad para hacer cumplir: Jefatura de Mantenimiento
   Actualización: Mantenimiento Eléctrico

5. Definiciones

   Procedimiento: Documento que describe actividades específicos y en secuencia.
   Registro: Documento que proporciona evidencia de actividades ejecutadas.

6. Procedimiento: Ver anexo.

7. Flujo



8. Anexos:

- Procedimiento semestral tablero del transformador

	MANTENIMIENTO ELECTRICO				
	PROCEDIMIENTO SEMESTRAL TABLERO DEL TRANSFORMADOR				
	Código: E-P01			Hoja 1 de 1	
Item	**Descripción**	**Responsable**	**Herramientas y equipos**	**Riesgos**	**Observación**
	MEDIDAS DE SEGURIDAD		**EPP:** Overol, zapatos de seguridad (dieléctrico), orejeras.	RF3.10: Ruido y Vibración	No utilizar joyas como anillos, pulseras o
1	Consignar Orden de Trabajo	Electricista			
2	Poner equipo fuera de servicio	Operador			
3	Verificar ausencia de tensión	Electricista	Multímetro	RF3.200 Contacto eléctrico indirecto	
4	Aplicar cinco reglas de oro del electricista	Electricista			
	PROCEDIMIENTO				
1	Medir resistencia ohmica de contactos de contactores	Electricista	Multímetro		
1.1	Si la resistencia es mayor a 1,0Ohm, limpiar conactos	Electricista	Destornilladores, pinzas		
2	Verificar ajuste de conexiones de los elementos de control	Electricista	Destornilladores, llaves mixtas		
3	Comprobar correcta inserción de relés de control	Electricista			
4	Revisar ajuste de conexiones en borneras y puesta a tierra	Electricista	Destornilladores, llaves mixtas		
5	Realizar la limpieza completa del tablero	Electricista	Cold solvent, lienzo, EPP	RQ1.10 Contacto con sustancias nocivas	
6	Pedir energización del tablero y verificar el funcionamiento de las lámparas de señalización	Electricista			
7	Revisar los trabajos realizados	Inspector			
8	Entregar el equipo a Operación	Electricista			
9	Reportar la Orden de Trabajo	Electricista			

CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	Página 1 de 3
	PROCEDIMIENTO SEMESTRAL **TRANSFORMADOR**	Código: E-P02
		Revisión N°: 00
	Revisado por:	Fecha: 01/06/ 2011
	Aprobado por:	

Contenido:

1. Objeto
2. Alcance
3. Identificación
4. Responsabilidad y autoridad
5. Definiciones
6. Procedimiento
7. Flujos
8. Anexos

	Revisado	Aprobado
Firma		
Nombre	Ing. Juan Chávez	Ing. Juan Espinoza
Cargo	Subgerente de Generación	Gerente General
Fecha		

1. Objeto

   Definir el procedimiento para realizar el mantenimiento preventivo de periodicidad semestral al transformador de potencia principal

2. Alcance

   Este procedimiento se aplica a la ejecución de actividades de mantenimiento en los diez transformadores de potencia de la CHPM.

3. Identificación

   Este procedimiento se identifica con el código E-P02

4. Responsabilidad y autoridad

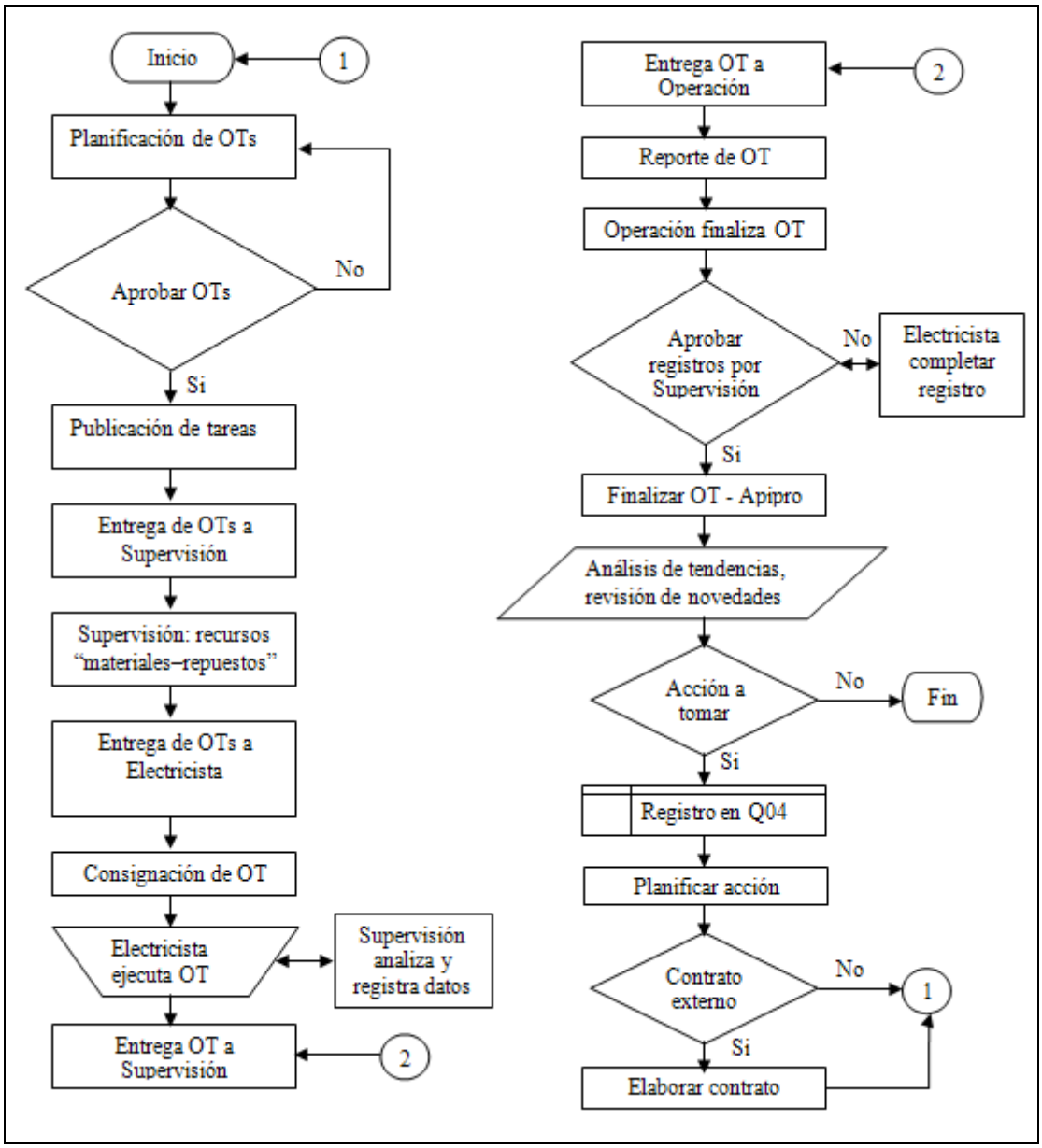
   Revisión: Subgerencia de Generación.
   Aprobación: Gerencia General.
   Cumplimiento: Todo el personal de CELEC EP Unidad de Negocio HIDROPAUTE
   Autoridad para hacer cumplir: Jefatura de Mantenimiento
   Actualización: Mantenimiento Eléctrico

5. Definiciones

   Procedimiento: Documento que describe actividades específicos y en secuencia.
   Registro: Documento que proporciona evidencia de actividades ejecutadas.

6. Procedimiento: Ver anexo.

7. Flujo



8. Anexos:

- Procedimiento semestral del transformador

	MANTENIMIENTO ELECTRICO				
	PROCEDIMIENTO SEMESTRAL TRANSFORMADOR				
	Código: E-P02			Hoja 1 de 1	
Item	Descripción	Responsable	Herramientas y equipos	Riesgos	Observación
	MEDIDAS DE SEGURIDAD		EPP: overol, zapatos de seguridad, orejeras.	RF3.10: Ruido y Vibración	No utilizar joyas como anillos, pulseras o cadenas.
1	Consignar la Orden de Trabajo	Electricista			
2	Poner Unidad fuera de servicio	Operador			
3	Confirmar la puesta a tierra en la Subestación	Electricista		RF3.200 Contacto eléctrico indirecto	
4	Aplicar cinco reglas de oro del electricista	Electricista			
	PROCEDIMIENTO				
1	Revisar temperatura de devanados y aceite. Registrar				
1	Revisar válvulas verificando ausencia de fugas	Electricista			
2	Retirar tapas de manholes de los bushings del primario (3 fases) para verificar la ausencia de fugas de aceite	Electricista	Llave y dado 13 mm, rachet, cinturón de seguridad	RF3.60.1 Caída a distinto nivel	Comunicar a la Supervisión de existir fuga
3	Revisar estado de bushings del primario y empaques	Electricista			
4	Colocar las tapas en su sitio	Electricista	Llave y dado 13 mm, rachet		
5	Revisar estado de bushing del neutro y sus empaques	Electricista			
6	Revisar cuba principal observando uniones de bridas y costuras de soldaduras. Revisar pintura y empaques	Electricista			
7	Revisar tanques conservadores, las uniones de bridas y costuras de soldaduras. Revisar pintura y empaques	Electricista		RF3.60.1 Caída a distinto nivel	
8	Revisar nivel de aceite en los tanques conservadores	Electricista			
9	Revisar presencia de gas en Relé Buchholz	Electricista			
10	Revisar presión de SF6 en pararrayos (Fase AB)	Electricista			Debe ser mayor a 4 bar
11	Revisar rodamientos de motores de bombas de aceite	Electricista			
12	Revisar ajuste de conexiones de puesta a tierra	Electricista	Llave 10mm, 13mm, destor.		
13	Revisar o cambiar el silica gel	Electricista			
14	Realizar limpieza general del transformador	Electricista	Lienzo, solvente, agua, etc.	RQ1.10 Contacto sustancias nocivas	
15	Revisar trabajos realizados	Inspector		Caída de personal	
16	Entregar el equipo a Operación	Electricista			
17	Reportar la Orden de Trabajo	Electricista			

CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	Página 1 de 3
	PROCEDIMIENTO ANUAL **TABLERO DEL TRANSFORMADOR**	Código: E-P03 Revisión N°: 00
	Revisado por:	Fecha: 01/06/ 2011
	Aprobado por:	

Contenido:

1. Objeto
2. Alcance
3. Identificación
4. Responsabilidad y autoridad
5. Definiciones
6. Procedimiento
7. Flujos
8. Anexos

	Revisado	Aprobado
Firma		
Nombre	Ing. Juan Chávez	Ing. Juan Espinoza
Cargo	Subgerente de Generación	Gerente General
Fecha		

1. Objeto

   Definir el procedimiento para realizar el mantenimiento preventivo de periodicidad anual al tablero del transformador de potencia principal

2. Alcance

   Este procedimiento se aplica a la ejecución de actividades de mantenimiento en los diez transformadores de potencia de la CHPM.

3. Identificación

   Este procedimiento se identifica con el código E-P03

4. Responsabilidad y autoridad

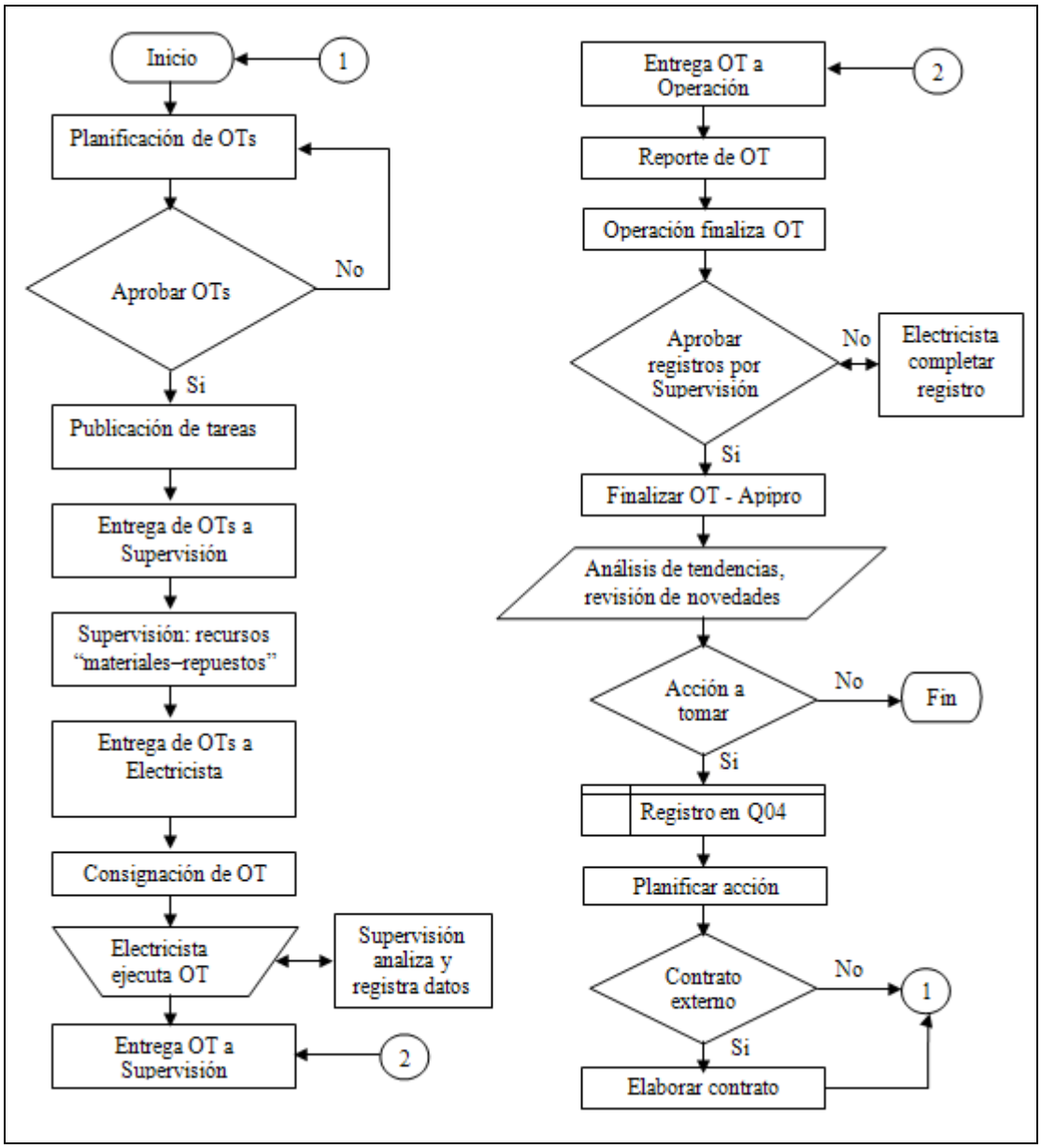
   Revisión: Subgerencia de Generación.
   Aprobación: Gerencia General.
   Cumplimiento: Todo el personal de CELEC EP Unidad de Negocio HIDROPAUTE
   Autoridad para hacer cumplir: Jefatura de Mantenimiento
   Actualización: Mantenimiento Eléctrico

5. Definiciones

   Procedimiento: Documento que describe actividades específicos y en secuencia.
   Registro: Documento que proporciona evidencia de actividades ejecutadas.

6. Procedimiento: Ver anexo.

7. Flujo



8. Anexos:

- Procedimiento anual tablero del transformador

	MANTENIMIENTO ELECTRICO				
	PROCEDIMIENTO ANUAL TABLERO DEL TRANSFORMADOR				
	Código: E-P03			Hoja 1 de 2	
Item	**Descripción**	**Responsable**	**Herramientas y equipos**	**Riesgos**	**Observación**
	MEDIDAS DE SEGURIDAD		**Equipo de seguridad básico:** overol, zapatos de seguridad, orejeras.	RF3.10: Ruido y Vibración	El personal no tendrá que utilizar joyas como anillos, pulseras o cadenas.
1	Consignar la Orden de Trabajo	Electricista			
2	Unidad fuera de servicio	Operador			
3	Verificar ausencia de tensión	Electricista	Multímetro	RF3.200 Contacto eléctrico indirecto	
	PROCEDIMIENTO				
1	Medir resistencia ohmica de contactos de contactores	Electricista	Multímetro		
1.1	Si la resistencia es mayor a 1,0Ohm, limpiar conactos	Electricista	Destornilladores, pinzas		
2	Medir el aislamiento eléctrico de los motores de las bombas de circulación de aceite	Electricista			
2.1	Retirar la tapa, verificar marquillas y en la bornera desconectar los conductores de acometida de los motores.	Electricista	Destornillador plano, llave 10		
2.2	Conectar el terminal positivo del Megger en cualquiera de los terminales del motor y el terminal negativo conectarlo a tierra. Aplicar 500 VDC durante 1 minuto (prueba overall). Anotar valores en formato E-18	Electricista	Megger 500 V	RF3.200 Contacto eléctrico indirecto	Comparar con los gráficos de control
2.3	Medición de la resistencia ohmica de la bobinas del motor. Anotar el valor en el formato E-18	Electricista	Ohmetro		Comparar con los gráficos de control
2.4	Realizar la conexión de los terminales de motores de acuerdo al marquillado y colocar la tapa de la bornera	Electricista	Destornillador plano, llave 10		
3	Verificar ajuste de conexiones de elementos de control	Electricista	Destronillador de bornera		
4	Comprobar correcta inserción de relés de control	Electricista			
5	Revisar ajuste de conexiones en borneras y puesta a tierra	Electricista	Destornillador plano y estrella (3-5mm) llave boca (8-10mm)		
6	En fase "C" realizar inspección y limpieza del tablero de alarmas ubicado frente a Transformadores de Excitación	Electricista	Llave tablero, lienzo, cold solvent, EPP		

	MANTENIMIENTO ELECTRICO				
	PROCEDIMIENTO ANUAL TABLERO DEL TRANSFORMADOR				
	Código: E-P03			Hoja 2 de 2	
ITEM	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	RIESGOS	OBSERVACIONES
7	Realizar la limpieza completa del tablero	Electricista	Cold solvent, lienzo, EPP	RQ1.10 Contacto con sustancias nocivas	
8	Pedir energización del tablero y verificar operación de las lámparas de señalización y del sistema anticondensación	Electricista	Multímetro		
9	Medir las corrientes de trabajo de los motores y compararlas con las tomadas antes del mantenimiento.	Electricista	Pinza amperométrica	RF3.200 Contacto eléctrico indirecto	
10	Revisar los trabajos realizados	Inspector			
11	Entregar el equipo a Operación	Electricista			
12	Con máquina operando realizar termografía a contactores, térmicos, breakers y motores	Electricista Termógrafo			
13	Reportar la Orden de Trabajo	Electricista			

CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	Página 1 de 3
	PROCEDIMIENTO ANUAL **TRANSFORMADOR**	Código: E-P04
		Revisión N°: 00
	Revisado por:	Fecha: 01/06/ 2011
	Aprobado por:	

Contenido:

1. Objeto
2. Alcance
3. Identificación
4. Responsabilidad y autoridad
5. Definiciones
6. Procedimiento
7. Flujos
8. Anexos

	Revisado	Aprobado
Firma		
Nombre	Ing. Juan Chávez	Ing. Juan Espinoza
Cargo	Subgerente de Generación	Gerente General
Fecha		

1. Objeto

   Definir el procedimiento para realizar el mantenimiento preventivo de periodicidad anual del transformador de potencia principal

2. Alcance

   Este procedimiento se aplica a la ejecución de actividades de mantenimiento en los diez transformadores de potencia de la CHPM.

3. Identificación

   Este procedimiento se identifica con el código E-P04

4. Responsabilidad y autoridad

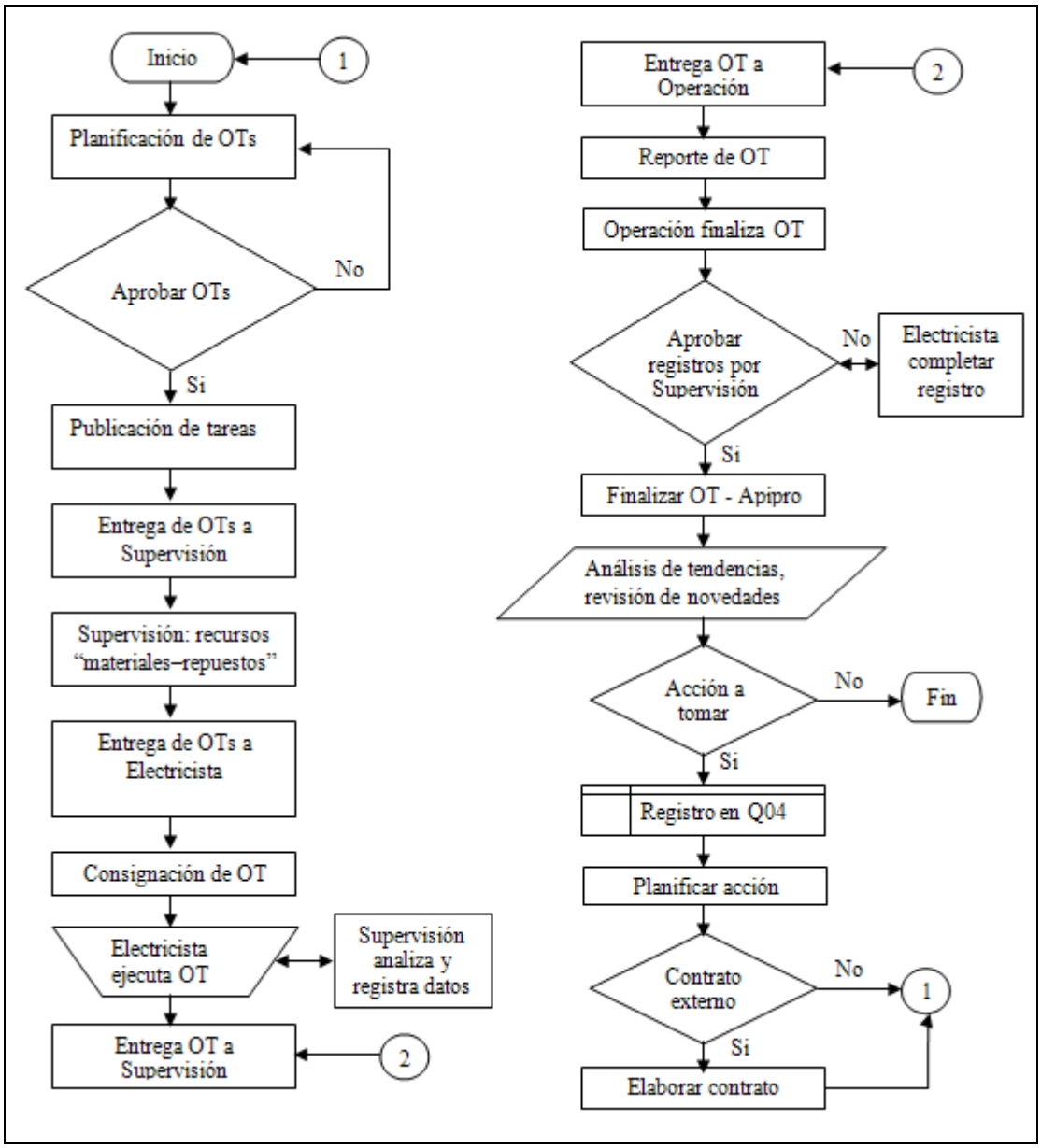
   Revisión: Subgerencia de Generación.
   Aprobación: Gerencia General.
   Cumplimiento: Todo el personal de CELEC EP Unidad de Negocio HIDROPAUTE
   Autoridad para hacer cumplir: Jefatura de Mantenimiento
   Actualización: Mantenimiento Eléctrico

5. Definiciones

   Procedimiento: Documento que describe actividades específicos y en secuencia.
   Registro: Documento que proporciona evidencia de actividades ejecutadas.

6. Procedimiento: Ver anexo.

7. Flujo



8. Anexos:

- Procedimiento anual del transformador

	MANTENIMIENTO ELECTRICO				
	PROCEDIMIENTO ANUAL TRANSFORMADOR				
	Código: E-P04			Hoja 1 de 2	
Item	**Descripción**	**Responsable**	**Herramientas y equipos**	**Riesgos**	**Observación**
	MEDIDAS DE SEGURIDAD		**EPP:** overol, zapatos de seguridad, orejeras.	RF3.10: Ruido y Vibración	No utilizar joyas como anillos, pulseras o cadenas.
1	Consignar la Orden de Trabajo	Electricista			
2	Poner Unidad fuera de servicio	Operador			
3	Confirmar la puesta a tierra en la Subestación	Electricista		RF3.200 Contacto eléctrico indirecto	
4	Aplicar cinco reglas de oro del electricista	Electricista			
	PROCEDIMIENTO				
1	Realizar pruebas de rigidez dieléctrica a los acietes y anotar resultados en formato E06	Electricista	Espinterómetro, llaves de pico de 10 ", 15" en fase C.	RF3.60.1 Caída a distinto nivel	
2	Tomar muestras de aciete para pruebas de contenido de furanos (grado polimerización) y análisis físico químico	Electricista	Envases de ámbar		
3	Realizar prueba de análisis de gases a los aceites	Inspector	Equipo de prueba		
4	Revisar válvulas verificando ausencia de fugas	Electricista		Caída de personal	
5	Retirar tapas de manholes de los bushings del primario (3 fases) para verificar la ausencia de fugas de aceite	Electricista	Llave y dado 13 mm, rachet, cinturón de seguridad	RF3.60.1 Caída a distinto nivel	Comunicar a la Supervisión de existir fuga
6	Revisar estado de bushings del primario y empaques	Electricista			
7	Colocar puestas a tierra locales en los terminales del generador y en el lado de las barras capsuladas.	Electricista	Cables de puesta a tierra		
8	Desconectar la juntas flexibles de los terminales	Electricista	Extensión luz, llave mixta y dado 19 mm., Rachet	RF3.60.1 Caída a distinto nivel	Utilizar el dado #24 y la llave 24mm en la fase C
9	Medir el aislamiento eléctrico de la bobina del primario con respecto a tierra.	Electricista			
9.1	Retirar las tierras locales respectivas de cada terminal del transformador, antes de la medición.	Electricista			
9.2	Conectar el terminal de línea (H) del Megger a una de las tres fases de BT, el otro terminal (L) conectarlo a tierra	Electricista	Megger 5000 V		
9.3	Realizar la medición aplicando 5000 VDC durante 10 minutos. Anotar los resultados en formato E-03	Electricista	Megger 5000 V		Descargar a tierra luego de la medición
9.4	Colocar nuevamente las tierras locales	Electricista	Cables de puesta a tierra		
9.5	Conectar las juntas flexibles con torque de 120 Nm	Electricista	Torquímetro, llave mixta y dado 19 mm., Rachet		Antes se debe medir aislamiento de Barras Capsuladas

	MANTENIMIENTO ELECTRICO				
	PROCEDIMIENTO ANUAL TRANSFORMADOR				
	Código: E-P04			Hoja 2 de 2	
ITEM	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	RIESGOS	OBSERVACIONES
10	Colocar tapas de manholes después de realizar la termografía	Electricista	Llave 13 mm, cinturón de seguridad	RF3.60.1 Caída a distinto nivel	
11	Revisar presencia de gas en Relé Buchholz y probar el accionamiento de sus contactos de alarma y disparo	Electricista			
12	Revisar cuba principal observando uniones de bridas y costuras de soldaduras. Revisar pintura y empaques	Electricista			
13	Revisar tanques conservadores, las uniones de bridas y costuras de soldaduras. Revisar pintura y empaques	Electricista			
14	Revisar nivel de aceite en los tanques conservadores	Electricista			
15	Revisar rodamientos de motores de bombas de aceite	Electricista			
16	Revisar ajuste de conexiones de puesta a tierra	Electricista	Llave 10mm, 13mm, etc.		
16.1	Medir valor de resistencia a tierra y registrar en OT.	Inspector	Equipo de medición		
17	Revisar presión de SF6 en pararrayos (Fase AB)	Electricista			Debe ser mayor a 4 bar
18	Revisar o cambiar el silica gel	Electricista			
20	Accionar el conmutador TAP	Electricista			
20.1	Anotar la posición actual del TAP	Electricista			
20.2	Abrir candado	Electricista	Llave del candado		Pedir llave en el CAS.
20.3	Girar el volante hasta pasar por los cinco taps, luego dejar en la posición encontrada	Electricista			Tap C para la fase AB y tap 2 para la fase C
20.4	Colocar candado	Electricista			
21	Revisar el ajuste correcto de la pernería en general, su estado, posición y seguros en caso de haberlos	Electricista			
22	Realizar limpieza general del transformador	Electricista	Lienzo, solvente, agua, etc.	RQ1.10 Contacto sustancias nocivas	
23	Revisar trabajos realizados	Inspector		Caída de personal	
24	Entregar el equipo a Operación	Electricista			
25	Con máquina operando realizar termografía a conexión de juntas flexibles	Electricista Termógrafo		RF3.60.1 Caída a distinto nivel	
26	Reportar la Orden de Trabajo y adjuntar formatos	Electricista			

CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	Página 1 de 3
	PROCEDIMIENTO TOMA DE DECISIONES TRANSFORMADOR	Código: E-P05
		Revisión N°: 00
	Revisado por:	Fecha: 01/06/ 2011
	Aprobado por:	

Contenido:

1. Objeto
2. Alcance
3. Identificación
4. Responsabilidad y autoridad
5. Definiciones
6. Procedimiento
7. Flujos
8. Anexos

	Revisado	Aprobado
Firma		
Nombre	Ing. Juan Chávez	Ing. Juan Espinoza
Cargo	Subgerente de Generación	Gerente General
Fecha		

1. Objeto

   Definir el procedimiento para tomar decisiones acerca de los problemas surgidos en el transformador de potencia principal.

2. Alcance

   El procedimiento sirve para definir planes de acción para resolver problemas surgidos en los diez transformadores de potencia de la CHPM.

3. Identificación

   Este procedimiento se identifica con el código E-P05

4. Responsabilidad y autoridad

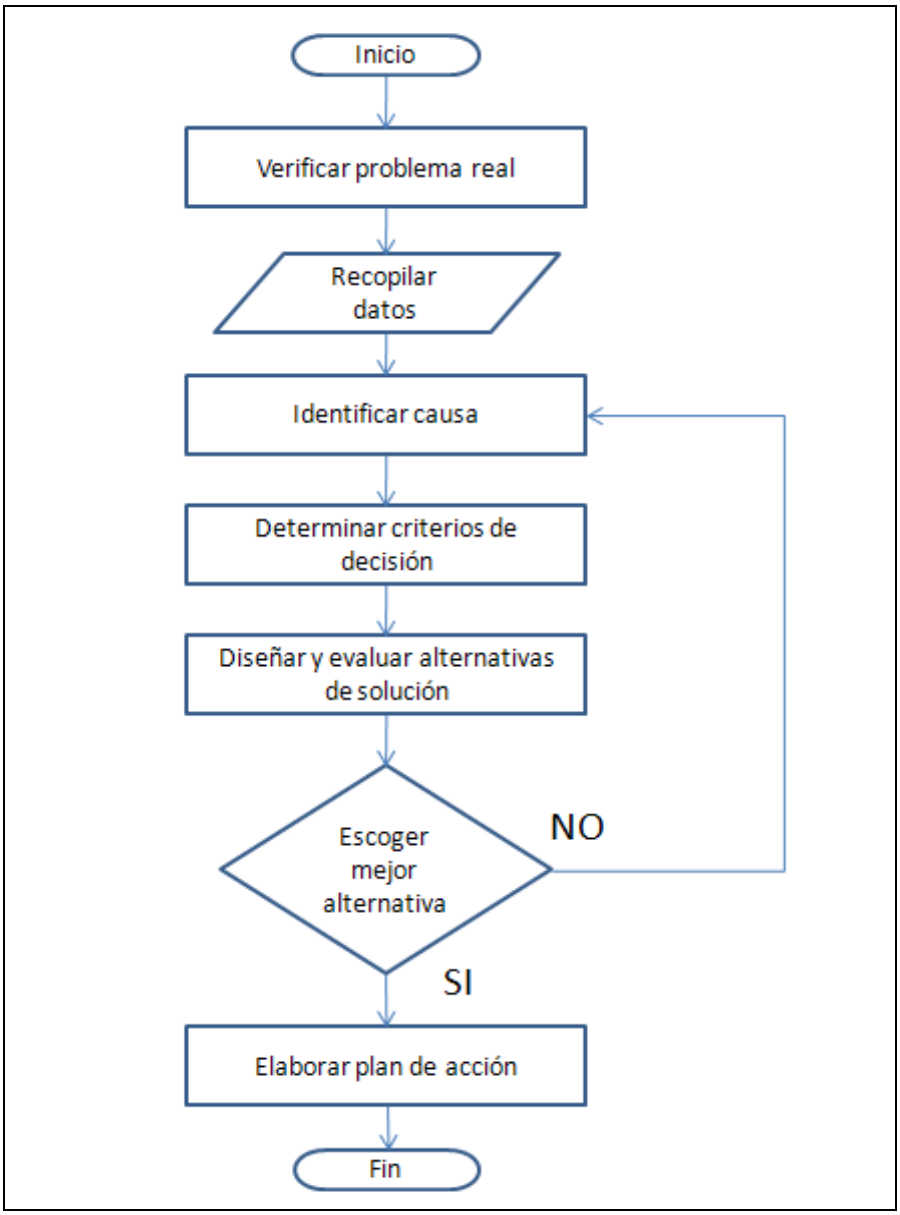
   Revisión: Subgerencia de Generación.
   Aprobación: Gerencia General.
   Cumplimiento: Todo el personal de CELEC EP Unidad de Negocio HIDROPAUTE
   Autoridad para hacer cumplir: Jefatura de Mantenimiento
   Actualización: Mantenimiento Eléctrico

5. Definiciones

   Procedimiento: Documento que describe actividades específicos y en secuencia.
   Registro: Documento que proporciona evidencia de actividades ejecutadas.

6. Procedimiento: Ver anexo.

7. Flujo



8. Anexos:

- Procedimiento toma de decisiones transformador
- Estandarización de pruebas

	MANTENIMIENTO ELECTRICO				
	PROCEDIMIENTO PARA TOMA DE DECISIONES TRANSFORMADOR				
	Código: E-P05			Hoja 1 de 1	
Item	Descripción	Responsable	Herramientas y equipos	Riesgos	Observación
	MEDIDAS DE SEGURIDAD		Equipo de seguridad básico:		
1	Ninguna				
	PROCEDIMIENTO				
1	Verificar que el problema sea real				
1.1	Consultar a Operación	Inspector			
1.2	Verficar situación en sitio	Inspector			
2	Recopilar información adicional	Inspector			
2.1	Estudiar reporte de Operación	Inspector			
2.2	Verificar cronología de actuación de protecciones	Supervisor			
2.3	Considerar criterio de testigos ocasionales	Supervisor			
2.4	Observar estado de las partes y piezas del transformador	Inspector			
3	Definir método para análisis causa - raiz	Supervisor			
3.1	Realizar reunión para análisis con todos los actores	Supervisor			
3.2	Estudiar hoja de vida del equipo	Inspector			
3.3	Analizar datos históricos de pruebas	Inspector			
3.4	Consultar a peritos externos, de ser necesario	Supervisor			
3.5	Considerar recomendaciones bibliográficas	Supervisor			
3.6	Identificar causa del problema	Supervisor			
4	Determinar criterios de decisión	Supervisor			
5	Diseñar y evaluar alternativas	Supervisor			
5.1	Escoger mejora alternativa, considerar costo - beneficio	Supervisor			
6	Elaborar plan de acción para corregir problema	Supervisor			

Estandarización de Pruebas Recomendadas al aceite mineral dieléctrico, para transformadores en servicio							Hoja 1 de 2
Prueba	*Descripción*	*Normativa 2010*	*Otra norma*	*Aceptable*	*Cuestionable*	*Inaceptable*	*Unidad*
Contenido de furanos (papel)	5H2F	ASTM D5837					
	2FOL	ASTM D5837					
	2FAL (dos furaldehído)	ASTM D5837		≤0,001			
	2ACF	ASTM D5837					
	5M2F	ASTM D5837					
Otras pruebas para el papel	Grado de polimerización	ASTM D4243				≤200	
	DP calculado						
	Vida remanente						
Análisis de gases disueltos (método cromatográfico)	Hidrógeno (H2)	ASTM D3612	IEC 60567 / 60599	<100	100 - 700	>700	ppm
	Oxígeno (O2)						
	Nitrógeno (N2)						
	Monóxido de cargono (CO)	ASTM D3612		<350	350 - 570	>570	ppm
	Metano (CH4)	ASTM D3612		<120	120 - 400	>400	ppm
	Dióxido de carbono (C02)						
	Etileno (C2H4)	ASTM D3612		<50	50 - 100	>100	ppm
	Etano (C2H6)	ASTM D3612		<65	65 - 100	>100	ppm
	Acetileno (C2H2)	ASTM D3612		<2	2 - 5	>5	ppm
	Total gases	ASTM D3612		<700	700 - 1900	>1900	ppm
Físico químico al aceite	Nº neutralización	ASTM D974	ASTM D664	≤0,05	>0,05 ≤0,10	>0,10	mgkOH/g
	Tensión interfacial	ASTM D971	ASTM D2285	≥32	≥28 <32	<28	Dinas/cm
	Color	ASTM D1500		≤3,5	*	>3,5	
	Gravedad específica	ASTM D1298		0,84 a 0,91	<0,84	>0,91	
	Contenido de agua	ASTM D1533	IEC 60814 / IEEE C57.106.2002	≤8%	>8% <12%	≥12%	ppm
	Apariencia visual	ASTM D1524		Claro y brillante	*	*	
	Indice de Myers						
	Contenido de inhibidor	ASTM D2668	IEC 666 (aceites inhibidos)	0,2% a 0,3%	≥0,1% <0,2%	<0,1%	
	Viscosidad cinemática	ASTM D445					
	PCB - Bifenilos Policlorinados	ASTM D4059	US EPA 9079	< 50 ppm			
	Punto de Anilina	ASTM D611		65°C - 84°C			
	Punto de inflamación	ASTM D92		140°C - 145°C			
	Punto de fluidez	ASTM D97		- 40°C			
	Azufre corrosivo	ASTM D1275					
Eléctricas	Rigidez dieléctrica al aceite	ASTM D1816	C57 106-2006	≥47kV	≥42kV <47kV	<42kV	
	Factor de potencia	ASTM D924	ASTM D927	<0,1%	≥0,1% ≤0,3%	>0,3%	
Contenido metales	Cu yotros	ASTM D 3635 e IPC					
Normativas aplicables al aceite			IEEE C57.106-2006 : Guide for acceptance and maintenance of insulating Oil in Equipment				
			IEEE C57.104-2008 : Guide DGA				
			IEC 60422-2005: Mineral insulating oils in electrical equipment - Supervision and maintenance guidance				

Estandarización de Pruebas Eléctricas Recomendadas para transformadores en servicio							Hoja 2 de 2
Prueba	*Descripción*	*Normativa 2010*		*Aceptable*	*Cuestionable*	*Inaceptable*	*Observación*
Pruebas CA	Factor de potencia aislamiento, tip up	C57.12.90-1993					
	Corriente de excitación 1f						
	TTR	IEEE C57.12.00-2000		Desviación +/-0,5%			
Pruebas CC	Resistencia de aislamiento (IP)			IP ≥ 1,25	1< IP <1,25	IP < 1	
	Prueba de tensión escalonada Puesta a tierra del núcleo						
	Hi-Pot						
	Resistencia de devanados						

CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	Página 1 de 3
	PROCEDIMIENTO CAPACITACION PERSONAL PARA TRANSFORMADOR	Código: E-P06
		Revisión N°: 00
	Revisado por:	Fecha: 01/06/ 2011
	Aprobado por:	

Contenido:

1. Objeto
2. Alcance
3. Identificación
4. Responsabilidad y autoridad
5. Definiciones
6. Procedimiento
7. Flujos
8. Anexos

	Revisado	Aprobado
Firma		
Nombre	Ing. Juan Chávez	Ing. Juan Espinoza
Cargo	Subgerente de Generación	Gerente General
Fecha		

1. Objeto

   Definir el procedimiento para capacitar al personal.

2. Alcance

   Este procedimiento se aplica a la administración de mantenimiento en los diez transformadores de potencia de la CHPM.

3. Identificación

   Este procedimiento se identifica con el código E-P06

4. Responsabilidad y autoridad

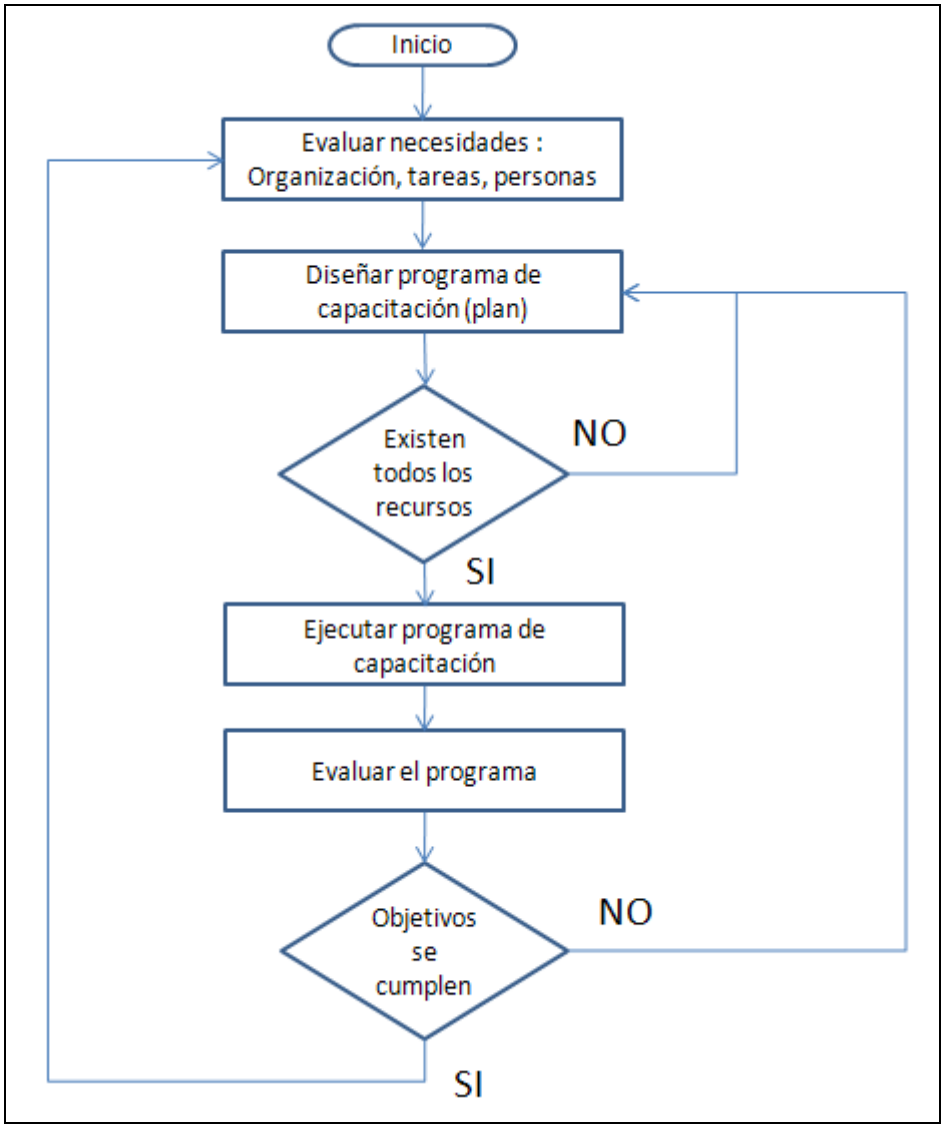
   Revisión: Subgerencia de Generación.
   Aprobación: Gerencia General.
   Cumplimiento: Todo el personal de CELEC EP Unidad de Negocio HIDROPAUTE
   Autoridad para hacer cumplir: Jefatura de Mantenimiento
   Actualización: Mantenimiento Eléctrico

5. Definiciones

   Procedimiento: Documento que describe actividades específicos y en secuencia.
   Registro: Documento que proporciona evidencia de actividades ejecutadas.

6. Procedimiento: Ver anexo.

7. Flujo



8. Anexos:

- Procedimiento capacitación personal

	MANTENIMIENTO ELECTRICO				
	PROCEDIMIENTO CAPACITACIÓN DE PERSONAL PARA TRANSFORMADOR				
	Código: E-P06			Hoja 1 de 1	
Item	Descripción	Responsable	Herramientas y equipos	Riesgos	Observación
	MEDIDAS DE SEGURIDAD		Equipo de seguridad básico:		
1	Ninguna				
	PROCEDIMIENTO				
1	Evaluar necesidades	Supervisor, Inspector			
1.1	Responder a la pregunta: ¿para qué enseñar?	Supervisor			
1.2	Organización: analizar el entorno y determinar oportunidades	Supervisor			
1.3	Tareas: definir los temas para la enseñanza	Supervisor			
1.4	Personal: determinar el grupo humano a ser capacitado	Supervisor			
2	Diseñar el programa de capacitación	Supervisor			
2.1	Definir plan: con objetivos, metas, recursos y cronograma	Supervisor			
2.2	Responder a las preguntas: - ¿Qué tema enseñar? - ¿Quién debe aprender? - ¿Cuándo enseñar? - ¿Dónde enseñar? - ¿Cómo enseñar? - ¿Quién debe enseñar?	Supervisor			
2.3	Verificar que existan todos los recursos para ejecutar el plan	Inspector			
3	Ejecutar programa de capacitación	Supervisor			
3.1	Evaluar al personal antes	Inspector			
3.2	Capacitar	Supervisor			
3.3	Evaluar al personal después	Inspector			
4	Verificar cumplimiento de objetivos y metas	Supervisor			
4.1	Replantear el programa	Supervisor, Inspector			

Contenido:

1. Objeto
2. Alcance
3. Identificación
4. Responsabilidad y autoridad
5. Definiciones
6. Procedimiento
7. Flujos
8. Anexos

	Revisado	Aprobado
Firma		
Nombre	Ing. Juan Chávez	Ing. Juan Espinoza
Cargo	Subgerente de Generación	Gerente General
Fecha		

1. Objeto

   Definir el procedimiento para realizar la reserva de repuestos para el transformador de potencia principal.

2. Alcance

   Este procedimiento se aplica a la administración y ejecución de actividades de mantenimiento en los diez transformadores de potencia de la CHPM.

3. Identificación

   Este procedimiento se identifica con el código E-P07

4. Responsabilidad y autoridad

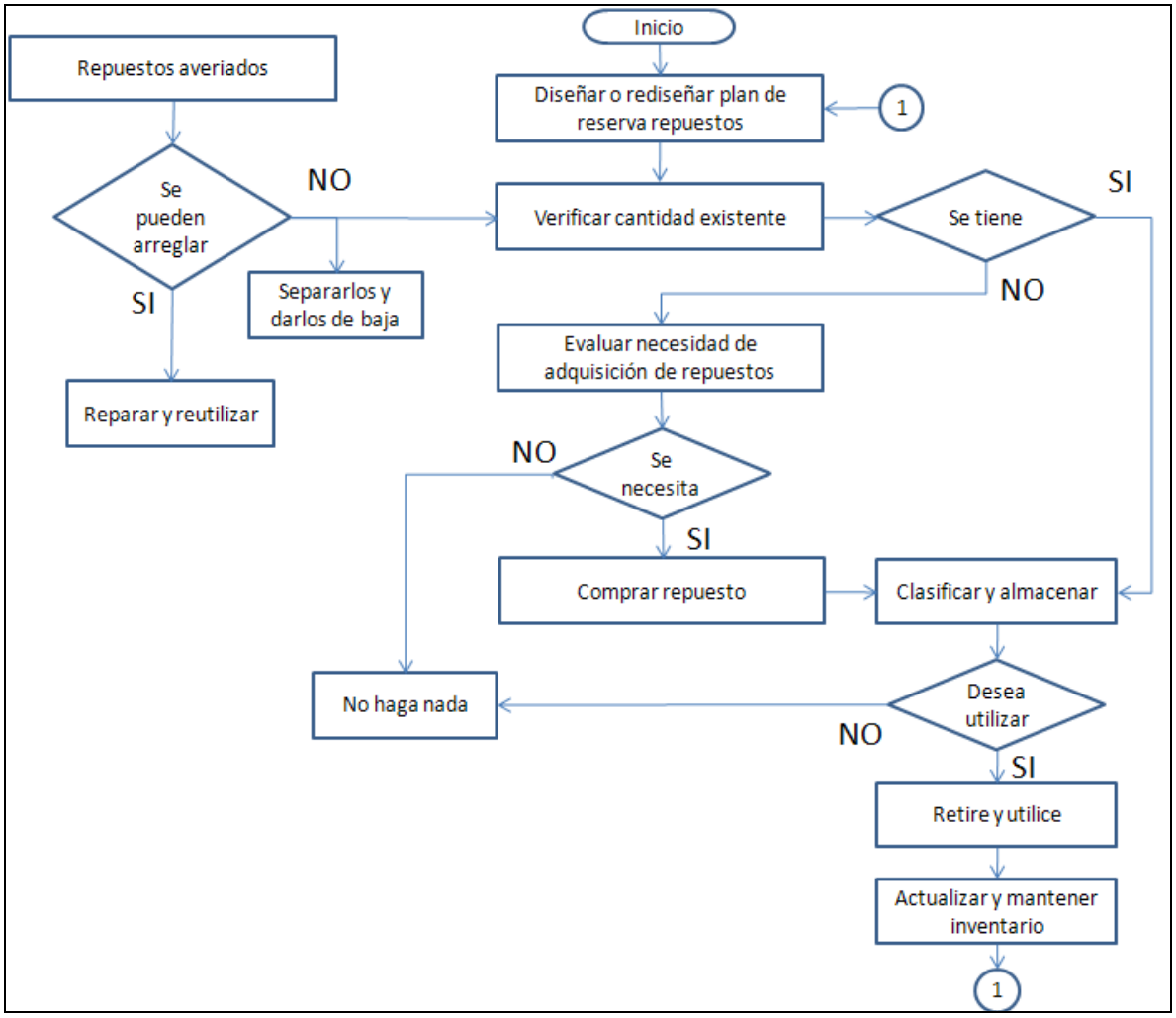
   Revisión: Subgerencia de Generación.
   Aprobación: Gerencia General.
   Cumplimiento: Todo el personal de CELEC EP Unidad de Negocio HIDROPAUTE
   Autoridad para hacer cumplir: Jefatura de Mantenimiento
   Actualización: Mantenimiento Eléctrico

5. Definiciones

   Procedimiento: Documento que describe actividades específicos y en secuencia.
   Registro: Documento que proporciona evidencia de actividades ejecutadas.

6. Procedimiento: Ver anexo.

7. Flujo



8. Anexos:

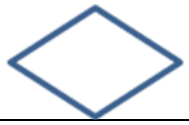
- Procedimiento reserva de repuestos transformador

	MANTENIMIENTO ELECTRICO				
	PROCEDIMIENTO RESERVA DE REPUESTOS PARA TRANSFORMADOR				
	Código: E-P07			Hoja 1 de 2	
Item	Descripción	Responsable	Herramientas y equipos	Riesgos	Observación
	MEDIDAS DE SEGURIDAD				
1	Ninguna				
	PROCEDIMIENTO				
1	Diseñar el plan de reserva de repuestos	Supervisor, Bodega			Plan general de organización
1.1	Trazar metas	Supervisor			
1.2	Definir responsabilidades y cargos	Supervisor			
1.3	Establecer método de seguimiento	Supervisor			
2	Verificar cantidad existente	Inspector			
2.1	Contar cantidad de repuestos para alta tensión	Inspector			
2.2	Contar cantidad de repuestos para baja tensión	Inspector			
2.3	Comprobar el estado de los repuestos	Inspector			
3	Evaluar necesidad de adquisición de repuestos	Supervisor			
3.1	Determinar (teoría) vida útil remanente de instalaciones	Supervisor			
3.2	Analizar las hojas de vida (cambios o reparaciones)	Inspector			
3.3	Considerar las tareas pendientes por falta de repuestos	Inspector			
4	Adquisición de repuestos	Supervisor			
4.1	Definir especificaciones técnicas y presupuesto	Inspector			
4.2	Establecer varias marcas de fabricantes como alternativas	Inspector			
4.3	Elaborar pliego para contratar el suministro de repuestos	Inspector			
4.4	Realizar trámite en INCOP	Administración			Otro área de la organización
4.5	Definir contratante encargado del suministro	Inspector			
4.6	Recibir repuestos con el cumplimiento de especificaciones	Inspector			
4.7	Ingresar a inventario	Inspector			
5	Clasificar y almacenar repuestos	Inspector			
5.1	Definir método de clasificación	Inspector, Bodega			
5.2	Almacenar adecuadamente	Bodega			Otro área de la organización

	MANTENIMIENTO ELECTRICO				
	PROCEDIMIENTO RESERVA DE REPUESTOS PARA TRANSFORMADOR				
	Código: E-P07			Hoja 2 de 2	
Item	**Descripción**	**Responsable**	**Herramientas y equipos**	**Riesgos**	**Observación**
6	Retirar repuesto	Inspector			
6.1	Elaborar solicitud de egreso de bodega	Inspector			
6.2	Aprobar solicitud	Supervisor			
6.3	Retirar repuesto, utilizarlo y registrar información	Inspector			
7	Actualizar y mantener inventario	Bodega			Otro área de la organización
7.1	Hacer seguimiento al plan de reserva de repuestos	Supervisor			
7.2	Replantear la reserva de repuestos de ser necesario	Supervisor			
8	Administrar repuestos fuera de uso	Bodega			Otro área de la organización
8.1	Verificar su condición y obsolencia	Inspector			
8.2	Dar de baja del inventario	Bodega			Otro área de la organización
8.3	Separarlos y almacenarlos apropiadamente	Bodega			Otro área de la organización

8. *Formatos:* Remitirse a anexo 13.

9. *Simbología de los diagramas de flujo*

Anexo 14: Simbología para diagramas de flujo			
	Definición	Símbolo	
	Terminal, inicio o fin		
	Operación		
	Operación manual		
	Sentido		
	Decisión		
	Conector		
	Datos		
	Almacenamiento interno		

10. Manejo y conservación del manual

El supervisor de mantenimiento eléctrico es responsable de que el documento permanezca legible, conservado y disponible en versión vigente.

El manual de procedimientos deberá estar almacenado en las siguientes carpetas Q:\MTTO ELECTRICO\PROCEDIMIENTOS.

El documento físico del manual debe estar al alcance de todos, pero especialmente de quienes ejecutan las tareas de intervención en los transformadores, tanto en el tablero como en el equipo en general.

En caso de ser necesario se dispondrá de varias copias del mismo, esto puede ocurrir cuando varias personas estén trabajando simultáneamente en trabajos similares, pero en diferentes transformadores.

11. Actualización

El supervisor de mantenimiento eléctrico es responsable de realizar cambios que creyere conveniente y registrar los mismos. Esto debe considerar sugerencias del personal de ejecución y de inspección, las observaciones del personal del área de Operación, los cambios, modificaciones o adecuaciones nuevas en los equipos, etc.

Para ello, el documento es revisado y aprobado nuevamente siguiendo el mismo tratamiento como si fuese original, luego se retiran los documentos obsoletos y son reemplazados por la última versión.

Las copias obsoletas se las destruye y se desechan, y el original se lo identifica como OBSOLETO.

5.8 Diseño administrativo.

El desarrollo del proyecto considera aspectos administrativos tales como los recursos necesarios para su ejecución, un plan de acción, un cronograma necesario para su seguimiento y el presupuesto correspondiente.

El plan de mantenimiento de los transformadores de potencia debe mantener su objetivo principal “mantener disponibles y confiables los transformadores de potencia”. Todas las intervenciones de tipo predictivas, preventivas y correctivas deben realizarse durante las dos intervenciones al año, de acuerdo a las condiciones actuales del SNI.

Se debe utilizar el manual de procedimientos por el lapso de un año para que al final de su aplicación sea evaluado para entonces verificar sus beneficios y su eficacia, todo esto con el fin de mejorarlo en caso no cumplir totalmente con los objetivos planteados.

Se evidencia que la administración para la adquisición de repuestos depende también de otras áreas de la organización, en este caso de Abastecimientos y del Departamento Legal.

5.8.1 *Talento humano.* El personal que intervendrá para la aplicación del proyecto tiene responsabilidades específicas que a continuación se detallan.

Tabla 27:

Responsabilidades del personal sobre el manual de procedimientos

Cargo	Cantidad	Responsabilidad
Electricista	12	Aplicación
Inspector	2	Aplicación
Supervisor	1	Dirección
Jefe	1	Revisión

Fuente: Diseño de la propuesta
Elaboración: Investigador

5.8.2 *Capacitación.* Para que la aplicación del manual sea correcta, eficaz, ágil, ordenada y se puedan obtener los resultados deseados se debe capacitar

a todo el personal involucrado a cerca de las particularidades del mismo, específicamente en los temas:

- Conceptos sobre los manuales de procedimientos.
- Objetivo del manual.
- El diseño.
- Partes del manual.
- Procedimientos.
- Seguimiento y evaluación.

5.8.3 *Plan de acción.* Se diseña un plan para aplicar el proyecto en el área de Mantenimiento Eléctrico. Para mejorar la administración del mantenimiento se establece la estrategia de implementar el manual de procedimientos con las siguientes características:

Tabla 28:

Plan de acción, etapa de ejecución

Etapa de ejecución de tareas					
Estrategia	¿Qué?	¿Cómo?	¿Con qué?	¿Cuándo?	¿Quién?
	Manual	Acción	Recursos	Plazo	Responsable
Implementar el Manual de procedimientos	Capacitación. Aplicación de procedimientos	Definir el cronograma Usar durante mantenimientos	Humanos Materiales Tecnológicos Humanos Materiales	De 5/9/2011 A 9/9/2011 De 12/9/2011 A 24/10/2012	Investigador. Electricistas Inspectores

Fuente: Diseño de la propuesta

Elaboración: Investigador

Tabla 29:

Plan de acción, etapa administrativa

Etapa de administración					
Estrategia	¿Qué?	¿Cómo?	¿Con qué?	¿Cuándo?	¿Quién?
	Manual	Acción	Recursos	Plazo	Responsable
Implementar el Manual de procedimientos	Dirección de la aplicación del manual	Supervisar y controlar la ejecución con procedimientos estandarizados. Evaluar resultados	Humanos Materiales Tecnológicos Humanos Tecnológicos	De 1/9/2011 A 24/10/2012 De 26/10/2012 A 31/10/2012	Supervisor del área . Jefe de Mantenimiento

Fuente: Diseño de la propuesta

Elaboración: Investigador

5.8.4 Recursos. La aplicación del manual de procedimientos demanda ciertos recursos tanto humanos, materiales como económicos.

Como recursos humanos son necesarios:

- Un instructor: para entrenamiento del personal acerca del manual
- Un supervisor: para dirigir el proyecto y tomar decisiones
- Dos inspectores: para controlar y aplicar la ejecución del plan
- Diez electricistas: para ejecutar y aplicar el manual de procedimientos

Como recursos materiales y tecnológicos se necesitarán:

- Útiles de oficina y dos computadoras personales de escritorio.
- Equipos para ejecución de pruebas y herramientas.
- Equipos de protección personal para electricistas

La siguiente tabla detalla los recursos económicos necesarios para el desarrollo del proyecto; durante un año se necesitarán:

Tabla 30:

Recursos para la aplicación del manual

Ítem	Descripción	Costo unitario	Cantidad	Costo total
1	Pago a especialista por capacitación técnica del personal	$3800	1	$3800,00
2	Adquisición de útiles de oficina (kit)	$45	1	$45,00
			TOTAL	$3845,00

Fuente: Diseño de la propuesta
Elaboración: Investigador

Es necesario indicar que el pago para las pruebas preventivas a los aceites dieléctricos de los transformadores de potencia ya está considerado en el plan anual de contrataciones de la empresa.

5.9 Determinación de impactos

Los impactos que genere la aplicación del presente estudio tendrán características técnicas y administrativas. Los impactos se caracterizarán por:

- Actualizar conocimientos del personal.
- Mejorar análisis crítico al momento de resolver problemas.
- Estandarizar las actividades técnicas.
- Guiar al momento de tomar decisiones.
- Guiar la reserva de repuestos.
- Aclarar funciones del cargo.
- Incentivar al personal.

5.10 Validación de la propuesta.

Al inicio del proyecto investigativo, mediante una reunión de trabajo se socializó al personal administrativo y técnico de la organización la intención de estudiar las características de la administración del mantenimiento de los transformadores de potencia, se justificó brevemente el emprendimiento detallándose también los objetivos generales y solicitando la colaboración de todos, situación que fue aprobada por unanimidad y que no hizo más que incentivar y motivar al investigador.

Durante el desarrollo del proyecto, en la parte administrativa, el supervisor de mantenimiento aportó con ideas para cada tema, sugiriendo cambios o ampliaciones al documento de borrador.

En la parte de ejecución, los técnicos electricistas primero ayudaron a definir las características actuales del proceso de mantenimiento, y luego para la propuesta colaboraron con recomendaciones sobre las actividades que se deben hacer, los elementos que se deben atender y la periodicidad de intervención en cada sistema individual, esto en base a su experiencia y conocimiento. Por ello, se puede decir que el manual de procedimientos no fue construido únicamente por el investigador; sino más bien responde al esfuerzo y colaboración de todos quienes trabajan en el área de Mantenimiento Eléctrico.

Una vez diseñado el manual de procedimientos, se lo expuso al supervisor de mantenimiento, quien luego de hacer algunas recomendaciones validó el resultado del proyecto con el compromiso de aplicar los procedimientos de: toma de decisiones, reserva de repuestos, capacitación del personal y los procedimientos técnicos. Todo esto una vez que la Universidad Técnica del Norte apruebe el trabajo final de investigación. Los recursos económicos necesarios para la aplicación del proyecto se incluirán en el presupuesto de la organización. El anexo 15 contiene el certificado de validación.

5.11 Contrastación de las preguntas de investigación con la validación de la propuesta

La validación del proyecto detalla con claridad que a la organización le interesa trabajar con procedimientos estandarizados de tipo administrativo para la toma de decisiones, la reserva de repuestos y la capacitación del personal. De la misma forma sucede con los procedimientos técnicos, surgiendo la necesidad de su aplicación para orientar al personal, estandarizar las tareas y mejorar la supervisión de las mismas.

A continuación se exponen las respuestas en concordancia con la validación, que la propuesta investigativa concede a cada interrogante planteada con el fin de dar solución al problema.

- ¿Qué hacer para orientar al personal?

Es muy pertinente la instrucción al personal acerca del manual de procedimientos, su aplicación a lo largo del tiempo y a todo esto sumada la elaboración y ejecución de un plan de capacitación específico a cerca de las particularidades de los transformadores de potencia y el mantenimiento industrial, propiciarán las condiciones necesarias y suficientes para que el personal tanto de ejecución como de inspección y supervisión desarrollen sus funciones de forma orientada, ordenada y controlada, alineándose en todo momento los objetivos principales de la organización.

- ¿Qué actividades de mantenimiento deberían realizarse?

El presente estudio determina con claridad qué tareas se deben realizar tanto administrativamente como operativamente en el manejo del proceso de mantenimiento y durante la ejecución de tareas específicas de tipo predictivo y preventivo.

Es pertinente aplicar de forma eficaz el manual de procedimientos, se propone el objetivo de reducir la cantidad de tareas correctivas hasta cero, siempre y cuando se dispongan de todos los recursos (materiales y repuestos).

El detalle de las actividades se indica en los anexos correspondientes.

- ¿Qué funciones especificas deben tener cada puesto de trabajo?

Básicamente el proceso se divide en dos partes, uno administrativo y otro operativo. Para el primer caso, el supervisor es quien dirige el proceso de mantenimiento teniendo la gran responsabilidad de liderar al grupo y guiarlo hacia el logro del objetivo principal “mantener disponibles y confiables los transformadores de potencia”.

Para el segundo caso, los inspectores y electricistas desarrollan sus funciones bajo los lineamientos del plan de mantenimiento actualizado y adecuado según las condiciones de los transformadores y del SNI. Los inspectores controlando y realizando el seguimiento de las tareas y los otros ejecutando las mismas.

Los procedimientos, los diagramas de flujo y el plan de acción para la implementación del manual definen con detalle las funciones de cada cargo cuando se trata sobre el mantenimiento de los transformadores de potencia. Esto se considera pertinente.

- ¿Qué hacer para poseer un sistema de reserva de repuestos?

Mediante el presente estudio se evidenciaron varios aspectos que caracterizan a la reserva de repuestos y se ha establecido un procedimiento para que el personal sepa con claridad qué hay que hacer, para qué hay que hacer y quiénes lo deben hacer.

Actualmente CELEC EP Unidad de Negocio HIDROPAUTE al ser una empresa pública debe realizar sus adquisiciones en base al proceso de compras públicas administrado por el INCOP.

Este método para adquisición de bienes requiere personal calificado y suficiente, ya que este proceso demanda conocimientos específicos a cerca de la ley de contrataciones. A pesar de esto, el procedimiento de reserva de

repuestos guía al personal con la finalidad de determinar qué repuestos y cuántos de ellos se necesitan.

- ¿Qué recursos se necesitan para aplicar el manual de procedimientos?

Para su aplicación se necesita básicamente recursos humanos, materiales y económicos. Se necesita la participación de todo el personal de mantenimiento eléctrico incluido el instructor que realizará el seguimiento al cumplimiento del manual. Los materiales son herramientas, equipos para pruebas y útiles de oficina.

Los recursos económicos dependen de la ejecución de la capacitación técnica al personal mediante la participación de un experto, a más de la adquisición de insumos de oficina, estos rubros generan un costo de alrededor de 3840USD. Mediante la validación de la propuesta se ha conseguido la reserva de presupuesto para este costo.

CONCLUSIONES

- La aplicación del manual de procedimientos técnicos es pertinente para su uso en el proceso de mantenimiento de transformadores de potencia de la CHPM porque está actualizado y se adecúa a las condiciones de régimen operativo del SNI maximizando la eficiencia del proceso, cumpliendo así con uno de los objetivos estratégicos de la organización.

- La planificación de actividades se rige a dos intervenciones durante el año debido a las imposiciones del SNI; sin embargo, existen actividades que deben cumplirse en períodos de tiempo diferentes a 6 meses, el plan está restringido.

- El manual de procedimientos ofrece una guía apropiada para definir el plan de capacitación que una vez ejecutado, permitirá disponer de profesionales capaces de intervenir en las actividades de mantenimiento con seguridad, pudiendo enfrentarse a los problemas técnicos aplicando nuevos conocimientos para resolverlos de forma oportuna y sencilla. Esto cumple con otro objetivo estratégico empresarial que busca potenciar las capacidades del capital humano.

- Luego del correspondiente análisis se determina que el manual de procedimientos no asegura la dotación oportuna de repuestos, ya que esto también depende de otras áreas de la organización, sin embargo sirve como guía para definir qué y cuántos repuestos se necesitan.

- Los recursos para la aplicación del manual son pertinentes y viables, se necesita capacitar al personal sobre el tema y adquirir materiales de oficina para su desarrollo. Esto sumado a la voluntad y la predisposición del personal involucrado harán posible su eficacia.

RECOMENDACIONES

- Implementar el manual de procedimientos, considerando aplicar las propuestas estandarizadas para la ejecución de tareas técnicas, para la toma de decisiones y para la capacitación del personal.

- Debido a varias actividades técnicas que deben cumplirse en los transformadores a intervalos de tiempo diferentes a los impuestos por el SNI, se recomienda rediseñar el plan de mantenimiento y la periodicidad de intervención en los transformadores, para controlar y mantener las instalaciones de mejor forma.

- Capacitar al personal de ejecución, inspección y supervisión en temas de índole técnico sobre la construcción, montaje, mantenimiento y diagnóstico de transformadores de potencia.

- Concientizar a la administración de que el actual método utilizado para la adquisición de repuestos para los equipos es inadecuada y nada pertinente. Como guía se debe utilizar el procedimiento diseñado. Para ello se debe estudiar el caso integrando a todas las áreas involucradas, plantear las soluciones y aplicarlas oportunamente.

- La metodología aplicada para el desarrollo investigativo ha sido sencilla en su constitución pero eficaz en el cumplimiento de los objetivos, por lo tanto, se recomienda su aplicación para otros análisis de procesos técnicos similares.

Referencias bibliográficas

- Alles, M. (2006). Desarrollo del talento humano basado en competencias. Buenos Aires: Granica.

- Álvarez, M. (2006). Manual para elaborar Manuales de Políticas y Procedimientos. México: Panorama Editorial.

- Andrade, H. (2005). Comunicación organizacional interna: proceso, disciplina y técnica. España: Gesbiblo.

- Arnoletto, E. (2007). Administración de la producción como ventaja competitiva. Argentina: Eumed.

- Daft, R., Marcic, D. (2004). Introducción a la administración. México: Thomson.

- Fernández, M., García, M., Alonso, G. y otros (1998). Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas. España: Marcombo.

- Fincowsky, F., Benjamín, E. (2002). Organización y métodos. México: McGraw Hill.

- Fink, D. G., Beaty, H. W., Carroll, J. M. (1984). Transformadores, reguladores y reactancias. Manual práctico de electricidad para ingenieros, 11, 11.1-11.58.

- Gallo, E. (2010). Diagnóstico y mantenimiento a transformadores en campo. Colombia: EMC IMPRESORES Ltda.

- García, S. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid: Días de Santos S. A.

- García, M. (1994). Los mapas de riesgos, concepto y metodología para su elaboración. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.

- González, F. (2005). Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. España: CONFEMETAL.

- Hernández, A., Hernández, A. y Hernández, A. (2005). Formulación y evaluación de proyectos de inversión. México: Thomson.

- Horning, M., Kelly, J., Myers, S., y otros (2006). Transformers Maintenance Guide. Florida: S.D. Myers, Inc.

- Industrie Elettriche Di Legnano. (1991). Instructivo de operación y mantenimiento de Transformador Trifásico 134MVA. Manuscrito no publicado.

- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2006). Latin America Transactions, 5, 1 – 7.

- Jullien, F. (1999). Tratado de la eficacia. Madrid: Siruela.

- Juran, J. (1990). Juran y el liderazgo para la calidad. Un manual para directivos. Madrid: Días de Santos S. A.

- Kofman, F. (2001). METAMANAGEMET. Buenos Aires: Granica.

- Mira, J., Gómez J. M., Blaya I. y otros (2009). La Gestión por Procesos. Manuscrito no publicado.

- Morales, M. (n.d.). Levantamiento de información Unidad I. Extraído el 21 de febrero de 2011 desde http://www.slideshare.net/mmiutirla/levantamiento-de-información.

- Palma, J. (n.d.). Manual de procedimiento. Extraído el 02 de febrero de 2011 desde http://www.monografias.com/trabajos13/mapro/mapro.shtml.

- Parera, C. (2002). Cómo mejorar y simplificar el trabajo administrativo. España: CONFEMETAL.

- Pineda, E., Alvarado E., Canales, F. (1994). Metodología de la Investigación. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud.

- Reyes, A. (2004). Administración Moderna. México: Limusa.

- Rodríguez, J. (2007). Administración moderna de personal. México: Cengage.

- Rodríguez, J. (2002). Cómo elaborar y usar los manuales administrativos. México: ECAFSA.

- Rodríguez, J. (2001). Estudio de sistemas y procedimientos administrativos. México: ECAFSA.

- Truman, H. (2011, 30 de junio). Toma de decisiones. Extraído el 03 de julio de 2011 desde http://es.wikipedia.org/wiki/Toma_de_decisiones.

- Saavedra, R., Castro, L., Restrepo, O. y otros (2001). Planificación del Desarrollo. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá.

- Unidad de Negocio HIDROPAUTE. (2010). Informe de Gestión 2010. 01, 06 – 19.

- Unidad de Negocio HIDROPAUTE. (2008). Informe de Falla del transformador de potencia de la unidad #4. Manuscrito no publicado.

- Unidad de Negocio HIDROPAUTE. (2010). Informe Cuadro de Mando Integral 2010. Cuenca.

- Ventura, B., Delgado, S., Ventura, T., y Martínez, B. (2010). Formación y orientación laboral. España: Paraninfo.

Listado de Anexos

Anexo 1: Encuesta sobre el proceso de mantenimiento de los transformadores de potencia

Anexo 2: Entrevista a jefe de mantenimiento.

Anexo 3: Levantamiento de repuestos existentes.

Anexo 4: Lineamientos generales de CELEC EP Unidad de Negocio HIDROPAUTE.

Anexo 5: Plan de mantenimiento preventivo.

Anexo 6: Ordenes de trabajo.

Anexo 7: Encuesta sobre tareas preventivas y su periodicidad.

Anexo 8: Tabulación sobre periodicidad según electricistas.

Anexo 9: Tabulación sobre periodicidad de actividades de mantenimiento.

Anexo 10: Encuesta técnica a profesionales externos.

Anexo 11: Hojas de vida.

Anexo 12: Control de pendientes.

Anexo 13: Formatos del manual de procedimientos

Anexo 14: Simbología para diagramas de flujo.

Anexo 15: Certificado de validación de la propuesta.

Anexo 1

Encuesta sobre el proceso de mantenimiento de los transformadores de potencia.

Marque con una X en el casillero correspondiente:

1.- Considera que la periodicidad de intervención preventiva en los transformadores es:

Adecuada	
No adecuada	

2.- ¿Conoce las prácticas de seguridad ante todos los riesgos que se presentan durante las actividades de mantenimiento en los transformadores?

Conozco todas	
Conozco las básicas	
No las conozco	

3.- Para interpretar los resultados de las pruebas que se practican en las máquinas ¿conoce las normas técnicas que se aplican?

Si	
No	
Algunas	

4.- ¿La información en los registros digitales del aislamiento de los transformadores se mantiene actualizada?

Si	
No	
A veces	

5.- ¿Los equipos y herramientas que se usan para el mantenimiento son adecuados?

Si	
No	
Algunos	

6.- Cuando debe cambiar un elemento del sistema ¿Usted dispone del repuesto?

Si	
No	
A veces	

Anexo 2

Entrevista a Jefe de Mantenimiento

Tema: Proceso de Mantenimiento de los transformadores de potencia.

Entrevistado: Ing. Xavier Páez

Entrevistador: Investigador

Fecha: 25 de mayo de 2011

¿Cuáles son las metas del plan de mantenimiento?

Asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los transformadores de potencia principales de las unidades de generación.

¿Cuáles son los criterios técnicos que el plan usa para definir las tareas preventivas?

Las actividades preventivas definidas en el plan que actualmente se hacen son las mismas que se hacían hace más de 10 años, las tareas no se han modificado. Lo único que se hace es actualizar las fechas para las intervenciones. En el anexo 1 se muestra el detalle de una orden de trabajo preventiva.

¿Qué limitantes tiene el plan?

La disponibilidad de las máquinas es reducida debido a que el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) permite intervenir en las máquinas solo dos veces al año.

¿Qué tipo de mantenimiento se da a los transformadores?

Hay actividades enmarcadas en base a tres conceptos de mantenimiento, las predictivas, preventivas y correctivas. Pero no se conoce la vida remanente de los transformadores.

¿El plan otorga horas disponibles para ejecutar específicamente actividades correctivas?

No, la idea es que no deberían existir paradas de los transformadores por esta razón.

¿Cómo se lleva a cabo la reserva de repuestos?

En este aspecto la organización tiene problemas, existe personal con sobrecarga de trabajo lo que retrasa la adquisición de repuestos, además la infraestructura de la bodega es inadecuada para almacenar los repuestos existentes y más aún para los que todavía no se tienen.

¿El personal de mantenimiento se ha capacitado lo suficiente?

No. Se elaboró el plan anual de capacitaciones para el personal, se lo entregó al área de Talento Humano, pero hasta el momento no se ha ejecutado ninguna capacitación.

¿Económicamente, cómo afectó la falla del transformador principal #4?

La máquina salió de servicio por cinco meses y la pérdida por producción fue alrededor de 25000000USD, a esto se debe adicionar los costos de reparación. Sin embargo, el mayor impacto fue el de suspender su servicio y haber debilitado el parque generador del Sistema Nacional Interconectado poniendo en riesgo la dotación de energía al país.

Anexo 3

Repuestos de los transformadores de potencia existentes en bodega

Repuesto	Fase AB Existencia	Fase C Existencia
Transformador de reserva	X	X
Bushing pasatapas primario	X	X
Bushing pasatapas secundario	√	X
Bushing pasatapas puesta tierra	X	X
Tanque conservador cuba	X	X
Tanque conservador terminales	X	X
Relé Buchholz	X	X
Intercambiador de calor	X	X
Bomba de refrigeración	X	X
Sensor de flujo de aceite	X	X
Transformadores de corriente	X	X
Válvulas de sobrepresión 0.7bar	X	X
Empaquetaduras	√	X
Sistema desecador de aire	X	X
Válvulas de tuberías de aceite	X	X
TAP	X	X
Recogedor de gas	X	X
Indicador de nivel de aceite	X	X

Fecha de levantamiento: 11-01-2011

Anexo 4

Lineamientos generales de CELEC EP Unidad de Negocio HIDROPUATE

Visión:

Ser la empresa pública líder que garantiza la soberanía eléctrica e impulsa el desarrollo del Ecuador.

Misión:

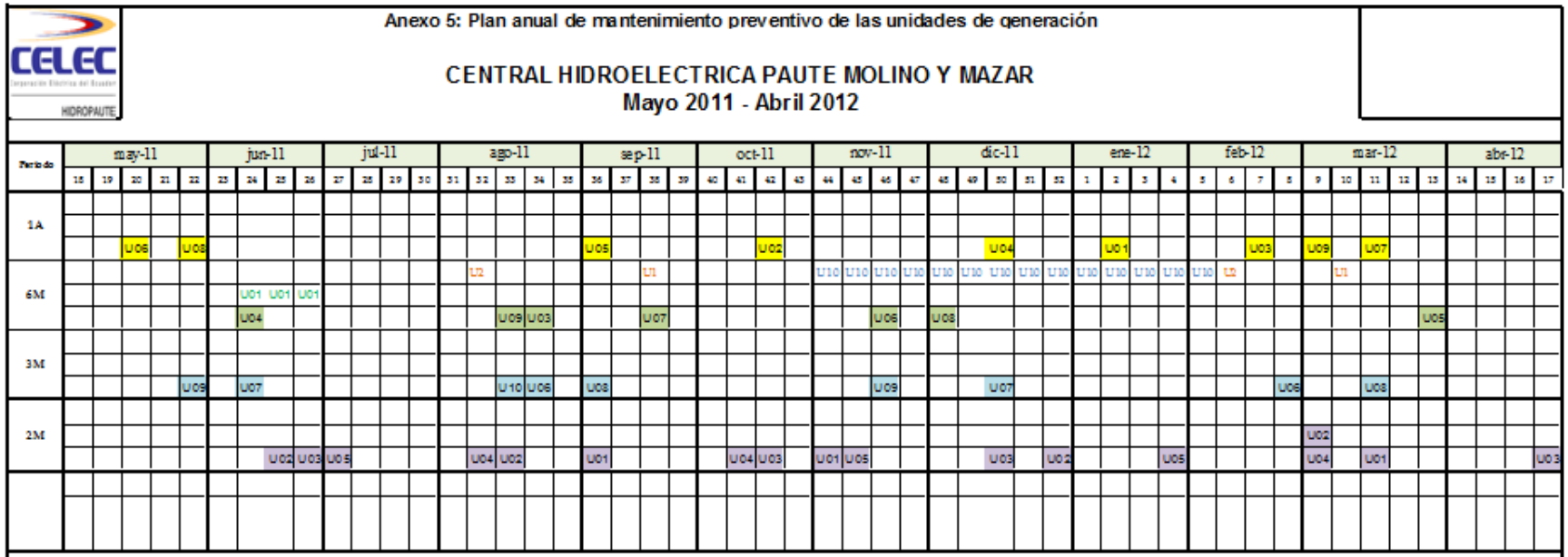
Generamos bienestar y desarrollo nacional como la mayor generadora de CELEC EP. mediante la ejecución y la provisión de energía eléctrica de fuentes renovables, con altos estándares de calidad y eficiencia, el aporte de su talento humano altamente comprometido y competente, responsabilidad social, respetando y protegiendo el ambiente.

Objetivos estratégicos:

- Generar Energía Eléctrica de Calidad.
- Desarrollar nuevas unidades de negocio de energía eléctrica
- Obtener los recursos financieros
- Potenciar la imagen corporativa y buenas relaciones con la comunidad
- Construir al desarrollo social ambiental
- Maximizar la eficiencia de los procesos
- Minimizar los riesgos operativos
- Mejorar clima organizacional
- Potenciar las capacidades del capital humano
- Desarrollar conocimientos, innovación y tecnología (I&D).

Anexo 5: Plan anual de mantenimiento preventivo de las unidades de generación

CENTRAL HIDROELECTRICA PAUTE MOLINO Y MAZAR
Mayo 2011 - Abril 2012



MOLINO

U01	⇒	UNIDAD DE GENERACION Nº 1
U02	⇒	UNIDAD DE GENERACION Nº 2
U03	⇒	UNIDAD DE GENERACION Nº 3
U04	⇒	UNIDAD DE GENERACION Nº 4
U05	⇒	UNIDAD DE GENERACION Nº 5
U06	⇒	UNIDAD DE GENERACION Nº 6
U07	⇒	UNIDAD DE GENERACION Nº 7
U08	⇒	UNIDAD DE GENERACION Nº 8
U09	⇒	UNIDAD DE GENERACION Nº 9
U10	⇒	UNIDAD DE GENERACION Nº 10

U#	⇒	MANTENIMIENTO ANUAL 225 HORAS
U#	⇒	MANTENIMIENTO SEMESTRAL 82 HORAS
U#	⇒	MANTENIMIENTO TRIMESTRAL 9,5 HORAS
U#	⇒	MANTENIMIENTO BIMESTRAL 9,5 HORAS
OV	⇒	OVERHAUL DE UNIDAD FASE C
GE	⇒	GENERADORES DE TODAS LAS UNIDADES (PRUEBAS)

MAZAR

U1	⇒	UNIDAD DE GENERACION Nº 1
U2	⇒	UNIDAD DE GENERACION Nº 2

MANTENIMIENTO CADA 4000 HORAS

1A: Anual 6M: Semestral 3M: Trimestral 2M: Bimestral

Anexo 6 (hoja 1 de 4)

Órdenes de trabajo

CELEC Corporación Eléctrica del Ecuador — HIDROPAUTE

CENTRAL HIDROELECTRICA PAUTE-MOLINO

ORDEN DE TRABAJO Nro 073747

Fecha de impresión: **14/02/2011**

Página: 1 de 1 | Rev: 03 | Cód: ML-MT-01 | Elab: 2010/12/01

Instalación:	U05	UNIDAD DE GENERACION N. 5	
Posición:	U05-TU	TRANSFORMADOR PRINCIPAL	
Objeto Mtto.:	U05-TU-TR	TRANSFORMADOR	
Tipo de mant:	Preventivo 6 Meses	**Area:** MANTENIM. ELECTRICO	
Desc. Corta:	Mto. semestral de transformador.	**Responsable:** ELPINOS	

Descripción del trabajo

1. Inspección externa del tanque principal, tanque conservador, tuberías, válvulas y equipos de control.

Prioridad tarea:	Normal	**RED No.**	**Restricción:** Fuera de servicio
Fecha inicio:	15/02/2011-14:30	**Fecha finaliz.:** 15/02/2011-18:30	**Pedido por:** RCALLAY

Procedimiento Nro ETU6M302 — Inf. Referencial: 5

Autorización:	**Inspector:**	**Consignación:**	
WENRIQUEZ			Fecha: 2011-02-15
			Hora: 10:20
Supervisor de Área	Inspector Mant.	Operación	Mant: ELPINOS

Reporte del trabajo:

FECHA/HORA INICIO:	2011-02-15 15h00	Llenar en mant. correctivo por falla (horas decimales)
		Tiempo de parada (h):
		Tiempo de respuesta (h):
FECHA/HORA FINALIZACION:	2011-02-15 18h30	Espera por repuestos (h):

Ejecutado por:	**Recibido por:**		
Fecha:	Fecha: 15-02-2011		Fecha: 2011-02-17
Hora:	Hora: 19:30		Hora: 7:51
Ejecutor Mant.	Inspector Mant.	Operación	

Registro finalizado por Inspector de área: — FECHA: 21-02-2011

Medidas de seguridad y control de riesgos:

Código: SEGE6M03 Puesta a tierra en subestación

1.Consignar orden de trabajo.
2.Equipo fuera de servicio.
3.Confirmar cierre de seccionador de puesta a tierra en subestación.

Anexo 6 (hoja 2 de 4)

Órdenes de trabajo

CELEC Corporación Eléctrica del Ecuador – HIDROPAUTE	CENTRAL HIDROELECTRICA PAUTE-MOLINO **ORDEN DE TRABAJO Nro 073744** Fecha de impresión: **14/02/2011**	Página: 1 de 1 Rev: 03 Cód: ML-MT-01 Elab: 2010/12/01

Instalación:	U05	UNIDAD DE GENERACION N. 5	
Posición:	U05-TU	TRANSFORMADOR PRINCIPAL	
Objeto Mtto.:	U05-TU-TL	TABLERO DE CONTROL	
Tipo de mant:	Preventivo 6 Meses	**Area:** MANTENIM. ELECTRICO	
Desc. Corta:	Mto. semestral de tablero de control.	**Responsable:** ELPINOS	

Descripción del trabajo

1. Limpieza interna de tableros, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos, accesorios de control.
3. Verificación del estado y funcionamiento del sistema anticondensación.

Prioridad tarea: Normal	**RED No.**	**Restricción:** Fuera de servicio	
Fecha inicio: 15/02/2011-07:30	**Fecha finaliz.:** 15/02/2011-12:30	**Pedido por:** RCALLAY	

Procedimiento Nro ETU6M302 Inf. Referencial: 4p 4

Autorización:	**Inspector:**	**Consignación:**	Fecha: 2011-02-15
WENRIQUEZ			Hora: 10:20
Supervisor de Área	Inspector Mant.	Operación Mant: ELPINOS	

Reporte del trabajo:	
FECHA/HORA INICIO: 2011-02-15 10h20	Llenar en mant. correctivo por falla (horas decimales) Tiempo de parada (h): Tiempo de respuesta (h):
FECHA/HORA FINALIZACION: 2011-02-15 15h00	Espera por repuestos (h):

Ejecutado por:	**Recibido por:**	
Fecha: 15-02-2011 Hora: 15H00	Fecha: 15-02-2011 Hora: 15H00	Fecha: 2011-02-16 Hora: 9:20
Ejecutor Mant.	Inspector Mant.	Operación

Registro finalizado por Inspector de área: FECHA: 19-02-2011

Medidas de seguridad y control de riesgos:

Código: SEGE6M03 Puesta a tierra en subestación

1.Consignar orden de trabajo.
2.Equipo fuera de servicio.
3.Confirmar cierre de seccionador de puesta a tierra en subestación.

Anexo 6 (hoja 3 de 4)

Órdenes de trabajo

CELEC Corporación Eléctrica del Ecuador – HIDROPAUTE	CENTRAL HIDROELECTRICA PAUTE-MOLINO **ORDEN DE TRABAJO Nro 073303** Fecha de impresión: **05/01/2011**	Página: 1 de 1 Rev: 03 Cód: ML-MT-01 Elab: 2010/12/01

Instalación:	U09	UNIDAD DE GENERACION N. 9	
Posición:	U09-TU	TRANSFORMADOR PRINCIPAL	
Objeto Mtto.:	U09-TU-TR	TRANSFORMADOR	
Tipo de mant:	Preventivo 1 Años	**Area:** MANTENIM. ELECTRICO	
Desc. Corta:	Mto. anual de transformador principal.	**Responsable:** ECQUIZHPI	

Descripción del trabajo

1. Limpieza e inspección externa del tanque principal, tanque conservador, tuberías, válvulas y equipos de control.
2. Medición del aislamiento eléctrico del transformador.
3. Accionamiento del cambiador de Taps.
4. Verificación de la rígidez dieléctrica del aceite.

Prioridad tarea:	Normal	**RED No.**		**Restricción:**	Fuera de servicio
Fecha inicio:	12/01/2011-07:30	**Fecha finaliz.:**	12/01/2011-18:30	**Pedido por:**	RCALLAY

Procedimiento Nro ETU1A301 Inf. Referencial:

Autorización:	**Inspector:**	**Consignación:**	Fecha: 2011-01-27 Hora: 16#43
WENRIQUEZ Supervisor de Área	Inspector Mant.	Operación Mant: ECQUIZHPI	

Reporte del trabajo:		
FECHA/HORA INICIO:	2011-01-27 16:43	Llenar en mant. correctivo por falla (horas decimales) Tiempo de parada (h): Tiempo de respuesta (h):
FECHA/HORA FINALIZACION:	2011-01-29 12:30	Espera por repuestos (h):

Ejecutado por:	**Recibido por:**	
Fecha: Hora: Ejecutor Mant.	Fecha: Hora: Inspector Mant.	Fecha: 2011-01-29 Hora: 16#39 Operación

Registro finalizado por Inspector de área: FN FECHA: 2011-02-01/23:

Medidas de seguridad y control de riesgos:

Código: SEGE1A07 Confirmar puesta a tierra sub.

1. Consignar orden de trabajo.
2. Unidad fuera de servicio.
3. Confirmar la puesta a tierra en la subestaciòn.

Anexo 6 (hoja 4 de 4)

Órdenes de trabajo

CELEC Corporación Eléctrica del Ecuador – HIDROPAUTE	CENTRAL HIDROELECTRICA PAUTE-MOLINO **ORDEN DE TRABAJO Nro 073301** Fecha de impresión: **05/01/2011**	Página: 1 de 1 Rev: 03 Cód: ML-MT-01 Elab: 2010/12/01

Instalación:	U09	UNIDAD DE GENERACION N. 9	
Posición:	U09-TU	TRANSFORMADOR PRINCIPAL	
Objeto Mtto.:	U09-TU-TL	TABLERO DE CONTROL	
Tipo de mant:	Preventivo 1 Años	**Area:** MANTENIM. ELECTRICO	
Desc. Corta:	Mto. anual de tablero de control	**Responsable:** ECQUIZHPI	

Descripción del trabajo

1. Limpieza interna de tableros, equipos y accesorios de control.
2. Verificación del estado y funcionamiento de equipos, accesorios de control.
3. Verificación del estado y funcionamiento del sistema anticondensación.
4. Medición del aislamiento eléctrico de los motores de bombas de circulación de aceite.
5. Verificación de parámetros de arranque y régimen de motores.
6. Verificación de la operación de protección de motores (térmicos).
7. Ajuste de conexiones, terminales y puestas a tierra.

Prioridad tarea:	Normal	**RED No.**		**Restricción:**	Fuera de servicio
Fecha inicio:	11/01/2011-07:30	**Fecha finaliz.:**	11/01/2011-18:30	**Pedido por:**	RCALLAY

Procedimiento Nro ETU1A302 — Inf. Referencial:

Autorización:	**Inspector:**	**Consignación:**	Fecha: 2011-01-26
WENRIQUEZ			Hora: 17H56
Supervisor de Área	Inspector Mant.	Operación	Mant: ECQUIZHPI

Reporte del trabajo:

FECHA/HORA INICIO:	2011-01-26 17:50	Llenar en mant. correctivo por falla (horas decimales)	
		Tiempo de parada (h):	
FECHA/HORA FINALIZACION:	2011-01-27 17:30	Tiempo de respuesta (h):	
		Espera por repuestos (h):	

Ejecutado por:		**Recibido por:**		
	Fecha:		Fecha:	Fecha: 2011-01-29
	Hora:		Hora:	Hora: 16H39
Ejecutor Mant.		Inspector Mant.		Operación

Registro finalizado por Inspector de área: FM — FECHA: 2011-02-02/01:1

Medidas de seguridad y control de riesgos:

Código: SEGE1A01 — Verificación ausencia de tensión

1. Consignar orden de trabajo.
2. Unidad fuera de servicio.
3. Verificar ausencia de tensión.

Anexo 7 (hoja 1 de 2)

Tareas preventivas y su periodicidad.

¿Qué actividades se deben realizar durante el mantenimiento y cuál debe ser la periodicidad respectiva?

Procedimiento para “Tablero del transformador”

Tarea	Para qué se hace	Periodicidad	Responsable

Anexo 7 (hoja 2 de 2)

Tareas preventivas y su periodicidad.

Procedimiento para “Transformador”

Tarea	Para qué se hace	Periodicidad	Responsable

Anexo 8

Tabulación de la encuesta a electricistas sobre la periodicidad de las tareas preventivas

	Tarea	Periodicidad sugerida por encuestados (%)				R
		3M	6M	1A	NI	
Tablero del transformador	Aplicar cinco reglas de electricista antes de intervenir en los tableros	S				E
	Realizar limpieza del tablero (usando elementos apropiados)	20	60	20		E
	Revisar contactores con óhmetro		80	20		E
	Realizar prueba de relés térmicos al 100%		50	50		E
	Realizar las pruebas de protocolo de motores (aplicar prueba overall)	10	10	80		E
	Revisar la señalización de los tableros	50	50			E
	Revisar iluminación y sistema anticondensación	50	50			E
	Ajustar conexiones, cableado, marquillado y puestas a tierra	20	60	20		E
	Revisar tablero de alarmas (fase C)		20		80	E
	Revisar gráficos de control antes de mantenimiento	S				I
	Entregar a operación	S				E
Accesorios del transformador	Aplicar cinco reglas de electricista antes de intervenir en el transformador	S				E
	Revisar gráficos de control antes del mantenimiento				90	I
	Analizar los registros de temperaturas	10			90	I
	Realizar limpieza general del transformador y sus accesorios		50	50		E
	Medir aislamiento eléctrico del bobinado y revisar torque de los pernos de las juntas flexibles			90		E

	Revisar fugas de aceite, verificar estado de válvulas, tuberías		80	20		E
	Realizar pruebas a los aceites (rigidez, gases, físico químicas, furanos)			80	20	I
	Revisar el estado de las boyas o membranas de los tanque conservadores			20	80	I
	Operar el conmutador de TAPs (todas los niveles)			40	60	E
	Revisar presencia de gas en Relé Buchholz		10		90	I
	Revisión o reposición del SF6 de pararrayos		10	60	30	E
	Revisar nivel de aceite en los tanques conservadores		50	50		I
	Revisar o cambiar silicagel	40			60	E
	Entregar a operación	S				E

E: Electricista; I: Inspector

R: Respuesta (3M: Trimestral, 6M: Semestral, 1A: Anual, NI: No indica, S: Siempre).

Anexo 9: Tabulación sobre periodicidad de actividades de mantenimiento							
Mantenimiento por sistemas - Transformadores Fase AB y C							
Sistema o equipo	Actividad de mantenimiento	Periodicidad comparativa				Periodicidad	
		Fabricante Fase AB	Fabricante Fase C	CHPM en Fase C	Otras CE	6M	1A
Papel aislante	Pruebas al papel aislante	NI: no indica	NI	1A	1A		X
Aceite dieléctrico	Pruebas al aceite dieléctrico	NI	NI	6M	1A		X
	Verificar el nivel del aceite	1M	NI	1S	NI	1S	
	Verificar la temperatura	1S	NI	1D	NI	1D	
Pararrayos	Revisar presión del SF6	NI	NI	1S	1S	1D	
Válvulas de aceite	Verificar que no exista fuga	NI	NI	6M	NI	X	X
Bushings del primario	Revisar trizaduras, resquebrajaduras. Limpiar	6M	6M	6M	1A	X	X
Bushings del secundario	Revisar trizaduras, resquebrajaduras. Limpiar	NI	NI	6M	1A		
Cuba	Accionar el conmuntador TAP	1A	NI	1A	NI		X
	Revisar uniones de bridas y costuras de soldaduras (fugas de aceite). Revisar pinturas	1M	NI	NI	NI	X	X
Empaquetadura	Revisar su estado (trizadura o resequedad)	NI	NI	6M	1A	X	X
Intercambiador de calor	Limpieza interna de tubos con cepillo metálico	2M	2M	6M	1A	X	X
	Revisar hermeticidad. Revisar partes móviles en caso de tener cojinetes.	1A	NI	6M	NI	X	X
	Controlar bridas, pernería y costuras de soldadura. Mantener impermeabilidad aceite/agua	1M	NI	6M	NI	X	X
	Realizar pruebas a motores eléctricos	NI	NI	NI	NI		X
	Revisar, escuchar o cambiar rodamientos	2A	NI	NI	NI	Análisis vida útil	
Instrumentos	Verificar su calibración o calibrarlos	6M	6M	1A	1A		X
Tanque conservador	Verificar la ausencia de fugas	NI	NI	6M	1A	X	X
Sistema puesta a tierra	Revisar conexiones, ajuste y limpieza	6M	6M	1A	NI	X	X
	Medir valor de resistencia a tierra	1A	1A	NI	NI		X
Relé Bucholtz	Revisar existencia de gas dentro del relé	6M	6M	NI	1A	X	X
	Revisar los contactos de alarma y disparo	6M	6M	NI	NI		X
Deshumectador de aire	Revisión o cambio	1S	3M	2M	NI	1M	
Tablero de control	Revisión o limpieza de contactores	6M	6M	6M	1A	X	X
	Inspección de cables, ajuste conexiones, aislamiento	NI	NI	6M	1A	X	X
	Revisión térmica de elementos	NI	NI	1A	NI		X
	Controlar calefacción e iluminación	1A	NI	6M	NI		X
	Revisar estado de motor	NI	NI	1A	1A		X
Pernería	Revisar su estado, posición y ajuste correctos	NI	NI	NI	NI		X

Anexo 10

Tema de tesis:

Administración del sistema de mantenimiento de transformadores de potencia de la Central Hidroeléctrica Paute Molino.

Estudiante: Juan Abad

Encuesta técnica a profesionales externos

Fecha de entrevista: _____

Sobre el plan de mantenimiento aplicado a los transformadores en su empresa, explique en breves rasgos lo siguiente:

Indique características de 3 transformadores de potencia más grandes de su empresa

Potencia	*Voltaje / Corriente*	*Marca*	*Año de fabricación*

Indique las actividades y/o inspecciones más relevantes que realiza al equipo

Equipo	*Actividad*	*Periodicidad*
Motores		
Contactores		
Relé Buchholz		
Válvulas sobrepresión		
Tanques conservadores		

Qué pruebas eléctricas de rutina realiza al transformador

Pruebas eléctricas rutinarias	*Periodicidad*
Resistencia de aislamiento	
Factor de potencia de bushings	
Relación de transformación	
Medición de puestas a tierra	
Pruebas a motores	
Pruebas a elementos de protección	

Qué pruebas de rutina realiza al aceite dieléctrico y al papel aislante

Pruebas al aceite dieléctrico y al papel aislante	*Periodicidad*
Normas ASTM	
Normas IEC	

Qué otras pruebas realiza

Pruebas extraordinarias	*Periodicidad*

En base a los resultados de las pruebas que ha obtenido:

¿Alguna vez ha tomado la decisión de sacar de servicio a un transformador?

SI____ NO____

Si lo ha hecho ¿cuál fue la razón?

_____

_____

¿Conoce la vida remanente de sus transformadores?

SI____ NO____

Si lo sabe, explique brevemente cómo lo hizo y qué resultados obtuvo

_____

_____

Con relación a los electricistas de su planta:

¿Han sido capacitados suficientemente para realizar tareas de mantenimiento predictivo y preventivo?

SI____ NO____

En promedio ¿cuántos años de experiencia tiene el personal de mantenimiento?

1año____ 3años____ 5años____ >10años____

En la gestión de repuestos:

¿Alguna vez tuvo que cambiar/reparar un componente de sus transformadores?

SI____ NO____

Si lo ha hecho, compártanos su apreciable experiencia

_____

_____

¿Su empresa cuenta en bodega con los repuestos de los accesorios importantes de los transformadores (bushings pasatapas, pararrayos, ventiladores, relé Buchholz…)?

SI____ NO____

Si su respuesta es NO, ¿cuál cree que es la causa de este problema?

_____

_____

Sobre la seguridad industrial

¿Sus transformadores cuentan con sistemas antiexplosión?

SI____ NO____

¿Su empresa tiene planes de contingencia ante fallas graves de los transformadores?

SI____ NO____

Gracias por su valiosa colaboración

Anexo 11: Hoja de vida de los equipos

EQUIPO: Transformador principal U06

AREA: Mantenimiento Eléctrico

Fecha	Orden de trabajo	DESCRIPCION DEL TRABAJO	Horas hombre
1992-11-29	2E-767	Fuga de aceite por terminal fase A (tornillo de purga)	2
1992-11-29	1E-997	Se desmonta resistencia de calentamiento en tablero. Está quemada	1
1992-11-22	-	Hermetización de acople de neopreno con cinta metálica "band.it"	2
1993-09-10	1E-838	Cambio silicagel en tanque conservador principal y cables	6
1994-05-01	1E-354	Fase A junta de neopreno floja barras capsuladas	28
1995-12-27	1E-1322	Se repara resistencia de calentamiento del panel	3
1996-10-06	1E-1094	Fuga de aceite BT fase B y AT fase A. Cable desoldado	27
1996-10-21	2E-1198	Ajuste de manómetro intercambiador de calor # 2	4
1997-11-27	5028	Instalación de acoples para tomas de muestras de aceite	4
1998-11-23	9847	Resistencia anticondensación quemada. No hay repuesto	7
1999-11-12	14650	Toma de muestras de aceite del tanque fondo y terminal A	1
2000-05-29	17066	Verificación de termómetros de devanado y del aceite. Sin novedad	4.5
2001-02-06	21055	Toma de muestras del aceite para análisis FQ, tanque abajo	0.5
2001-09-20	24001	Toma de muestras de aceite análisis cromatográfico	3
2001-12-	25020	Se cambia una resistencia anti condensación	10

10			
2001-12-30	25392	se encuentran pernos flojos en tuberías y válvulas	4
2002-02-05	25775	Envase de cristal de silicagel roto, se repara con dos toneladas	4
2002-06-21	27475	Repara el termóstato del tablero de fuerza	5.5
2005-01-10	45179	Cambio de brida del visor	38.25
2008-01-23	62651	Toma de muestras de aceite de terminales y cuba principal	26
2009-03-11	68439	Reposición de aceite en tanque conservador de terminales 230KV	45.75
2010-03-24	74493	Reposición de aceite en tanque conservador de la cuba principal	35
2010-03-23	74481	En las tuberías de cables de control se instalan bobinas	16

	Anexo 12 - Control de pendientes				MTTO ELECTRICO			Hoja 1 de 1	
FECHA	REPORTA	SISTEMA	DESCRIPCION DE LA NO CONFORMIDAD	TRATAMIENTO	OT CREACION	FECHA EJECUTA	OT EJECUTA	EJECUTA	ESTADO
2008-09-06	JS	U06, TRANSFORMADOR PRINCIPAL	PEQUEÑA FUGA DE ACEITE EN TERMINAL X3 (PRIMARIO FASE C),	SE REVISA Y SE DETERMINA QUE ES NECESARIO EL CAMBIO DE EMPAQUES PARA EL SIGUIENTE MANTENIMIENTO ANUAL DE LAS TRES FASES DE 13,8KV Y DE UN EMPAQUE DEL TANQUE CONSERVADOR DE LA CUBA PRINCIAL	63344			WE	PENDIENTE
2009-01-17	BT	U04, TRANSFORMADOR PRINCIPAL	LAS TAPAS DE LOS MANHOLES DE 13.8KV Y SU PERNERÍA ESTÁN DEFECTUOSOS	CORREGIR LAS ROSCAS DE LOS MANHOLES Y MEJORAR LA ADAPTACIÓN DE LAS TAPAS	59338			BT	PENDIENTE
2009-05-02	ER	U01, TRAFO PRINCIPAL	EXISTE MINUSCULA FUGA DE ACEITE EN EL TERMINA DE 13,8KV DEL BUSHING DE LA FASE A	REVISAR ESTA NOVEDAD EN EL SIGUIENTE MANTENIMIENTO. Con OT 66527 se revisa pero no se encuentra fuga. Con OT 69336 se revisa, se nota fuga y se ajusta la brida; ya no hay presencia de aceite QUEDA EN OBSERVACION	64103			WE	PENDIENTE
2010-02-19	ER	U03, TRAFO PRINCIPAL	FUGA DE SF6 EN PARARRAYOS FASE A	VERIFICAR PRESION EN SIGUIENTE MTTO Y DETERMINAR CUSA DE FUGA.	68128			WE	PENDIENTE
2010-11-25	ER	U04, TRAFO PRINCIPAL	SE DESCUBRE UNA FUGA DE ACEITE EN LA PARTE BAJA DE LA CUBA PRINCIPAL UBICADA EN EL LADO DE LOS PARARRAYOS.	ESTA DECIDIDO REEMPLAZAR EL TRANSFORMADOR EN EL AÑO 2012	72592			WE	PENDIENTE
2011-02-08	DM	U03, TRAFO PRINCIPAL	SE QUEMA FUSIBLE DE BOMBA #2 (fusible de 2A, tipo botella angosta). MEMBRANA DE TANQUE CONSERVADOR DE LA CUBA TIENE FUGA DE ACEITE.	SE REALIZA SOLICITUD DE COMPRA DEL FUSIBLE Y SE LO CAMBIARÁ CUANDO LLEGUE A BODEGA. SE SOLICITA CAMBIO DE MEMBRANA	73834			WE	PENDIENTE

Anexo 13 (hoja 1 de 4)

Formatos del manual de procedimientos

CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	MEDICION DEL AISLAMIENTO ELECTRICO DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA		Pag 1 de 1 Revisión: 00 Código: E-03
	Protección: Mant. Eléctrico	Almacenamiento: Físico	Fecha Elab: 30/04/2011

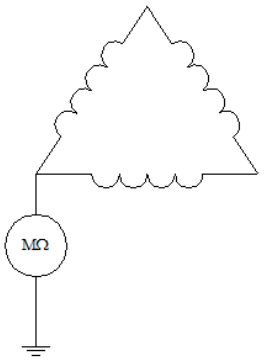
Temperatura de bobina: _____

Humedad relativa: _____

Voltaje aplicado: _____

Equipo usado: _____

	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MΩ)
TIEMPO	BT - TIERRA
30´´	
1´	
2´	
3´	
4´	
5´	
6´	
7´	
8´	
9´	
10´	
Ip = R10´ / R1´	



O de T #: _____

Observaciones: Unicamente se puede medir en el lado de B.T.

Realizado por: _____ Fecha: _____

Anexo 13 (hoja 2 de 4)

Formatos

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE

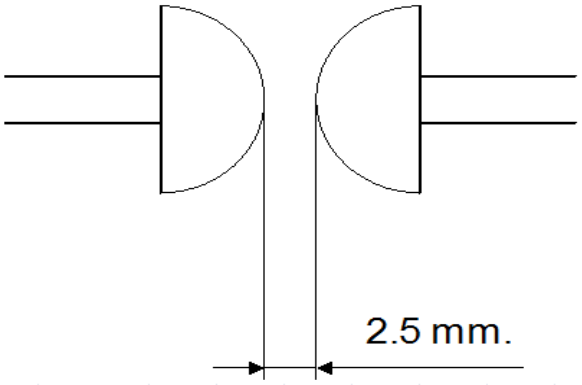
MEDICION DE LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Protección: Mant. Eléctrico	Almacenamiento: Fisico		Pag 1 de 1
			Revisión: 00
			Código: E-06
			Fecha Elab: 30/04/2011

Equipo utilizado: _____

Norma utilizada: _____

MUESTRA DEL ACEITE	TEMP. ACEITE (°C)	TENSION DE RUPTURA (KV)						
		1	2	3	4	5	6	PROMEDIO
TANQUE ABAJO								
TANQUE CENTRO								
BUSHING FASE A								
BUSHING FASE B								
BUSHING FASE C								



O de T #: _____

Observaciones: _____

Realizado por: _____ Fecha: _____

Anexo 13 (hoja 3 de 4)

Formatos

CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	PRUEBA DEL TIEMPO DE DISPARO DE LA PROTECCION DE MOTORES		Pag 1 de 1 Revisión: 00 Código: E-16
	Protección: Mant. Eléctrico	Almacenamiento: Físico	Fecha Elab: 30/04/2011

Sistema: _____

Voltaje nominal: _____

Equipo usado: _____

1.- REGISTRO DE MOTORES

MOTOR DE:	POTENCIA (kW)	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DE REGIMEN (A)		
			A	B	C

2,- PRUEBA DE RELES TERMICOS

TERMICO DE:	MARCA	RANGO	CALIB. ANTER.	CALIB. ACTUAL	PORCENTAJE DE LA CORRIENTE DE REGIMEN (A)		TIEMPO DE DIS
					% Ir	A	
					50%		
					100%		
					50%		
					100%		
					50%		
					100%		
					50%		
					100%		

O de T #: _____

Observaciones: _____

Realizado por: _____ Fecha: _____

Formatos

CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE	PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y OHMICA A LOS MOTORES		Pag 1 de 1 Revisión: 00 Código: E-18
	Protección: Mant. Eléctrico	Almacenamiento: Fisico	Fecha Elab: 30/04/2011

1. MEDICION DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Sistema / Motor: _____

Voltaje de prueba: _____

Temperatura de la bobina: _____

Equipo utilizado: _____

	Raislamiento (MW)	
	30"	60"
FA - T		
FB - T		
FC - T		
FA- FB		
FA - FC		
FB - FC		

2. MEDICION DE LA RESISTENCIA OHMICA DE LAS BOBINA

Equipo utilizado: _____

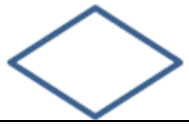
Temperatura de la bobina: _____

	Rbobina (ohm)
FA	
FB	
FC	

O de T#: _____

Observaciones: Desconectar terminales para realizar pruebas

Realizado por: _____ Fecha: _____

Anexo 14: Simbología para diagramas de flujo			
	Definición	Símbolo	
	Terminal, inicio o fin		
	Operación		
	Operación manual		
	Sentido		
	Decisión		
	Conector		
	Datos		
	Almacenamiento interno		

Anexo 15: Certificado de validación de la propuesta

GOBIERNO NACIONAL DE
LA REPUBLICA DEL ECUADOR

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE

Panamericana Norte km. /
Sector Capulispamba
PBX: 593-7-2875191
FAX: 593-7-2875556
RUC: 1768152800001
www.celec.com.ec/hidropaute
Cuenca - Ecuador

Guarumales, 14 de Julio de 2011

Ing. Wilson Enriquez

SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, ELECTRÓNICO & METROLOGÍA

UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE

EMPRESA PÚBLICA ESTRATÉGICA CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP.

CERTIFICA

Que luego de la revisión a la propuesta de tesis intitulada "Administración del sistema de mantenimiento de transformadores de potencia de la Central Hidroeléctrica Paute Molino. Diseño de un manual de procedimientos técnicos y administrativos" previa a la obtención del Grado de Magíster en Administración de Negocios, presentada por el Ing. Juan Abad, determina que el proyecto es viable para su aplicación en el proceso de mantenimiento de los transformadores de potencia de la Central Hidroeléctrica Paute Molino.

Atentamente,

Ing. Wilson Enriquez

CELEC EP
Corporación Eléctrica del Ecuador
HIDROPAUTE