



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE
MANTENIMIENTO**

**“Evaluación de la gestión del mantenimiento en la subestación
2 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. (E.E.R.S.A),
periodo 2013 - 2014, lineamientos alternativos”**

Kleber Heriberto Granizo Rodríguez

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA - ECUADOR

2015

ESPOCH

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-11-13

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

KLEBER HERIBERTO GRANIZO RODRÍGUEZ

Titulada:

**“EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA
SUBESTACIÓN 2 DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.
(E.E.R.S.A), PERIODO 2013 - 2014, LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Marco Santillán Gallegos

DECANO DE LA FAC. MECANICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. José Antonio Granizo
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marco Haro Medina
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Kleber Heriberto Granizo Rodríguez

TÍTULO DE LA TESIS:

“EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA
SUBESTACIÓN 2 DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.
(E.E.R.S.A), PERIODO 2013 - 2014, LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS”

Fecha de Examinación: 2015-05-15

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Fernando González P. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. José Antonio Granizo DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Marco Antonio Haro Medina ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Fernando González Puente
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

D E R E C H O S D E A U T O R Í A

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Kleber Heriberto Granizo Rodríguez

DEDICATORIA

A Dios por brindarme el conocimiento ser mi guía en mi camino y llenarme de perseverancia en los momentos difíciles.

A mi esposa Marthita y mis hijos Orlandito, Dayanita y mi pequeña Aylin, gracias a su amor y motivación diaria me impulsaron a llegar a la meta y como no nombrar a mis suegros y cuñados Hugo Ramos, Laura Capito, Orlando y Laura Zurita a quienes les pertenece gran parte de este triunfo.

A mis padres: Juan de Dios Granizo Castelo y Carmita Noemí Rodríguez, gracias por su apoyo incondicional brindado hasta el final de mi carrera. A mis hermanos: Geovanny, Rolando, Marcela, Verónica, Juan Carlos, Andrés y Marco por demostrarme que somos una familia unida.

Gracias a todos ustedes ya que sin su apoyo y contribución no hubiera podido realizar este trabajo ni las actividades demandadas en esta carrera... .. No los defraudare.

K leber H eriberto G ranizo R odríguez

A G R A D E C I M I E N T O

En primer lugar a Dios doy las gracias por darme la vida, fortaleza y la salud para culminar este trabajo que significa un gran logro en mi vida.

Expreso mi agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Mecánica y en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento por brindarme la oportunidad de obtener una profesión, a sus autoridades y maestros quienes a través de sus conocimientos y enseñanzas han sembrado en mí una actitud de responsabilidad, compromiso y perseverancia para enfrentar los retos del futuro.

Un especial agradecimiento al Dr. José Antonio Granizo director de tesis quien me ha brindado su apoyo, tiempo y compartiendo sus conocimientos ha sabido guiarme para que este trabajo salga de la mejor manera, de igual forma al Dr. Marco Haro Medina asesor de tesis por su oportuna y constante contribución en la elaboración de esta tesis

A la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. y reconocimiento especial al Ing. Cesar Cepeda jefe de subestaciones, quién, sin ningún compromiso, supo guiarme y brindarme su tiempo para la realización de este trabajo

K leber H eriberto G ranizo R odríguez

CONTENIDO

Pág.

1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación	2
1.3	Objetivos	3
1.3.1	<i>Objetivo general</i>	3
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	3
2.	MARCO TEÓRICO	
2.1	Descripción general del mantenimiento que se realiza en la Subestación Dos	4
2.1.1	<i>Análisis de bitácoras de mantenimiento</i>	5
2.2	Antecedentes históricos de la empresa	6
2.2.1	<i>Reseña histórica</i>	6
2.2.2	<i>Situación actual de la empresa</i>	8
2.2.3	<i>Ubicación geográfica y dirección</i>	8
2.2.4	<i>Objetivos empresariales</i>	9
2.2.4.1	<i>Objetivo general</i>	9
2.2.4.2	<i>Objetivos específicos de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A</i>	9
2.2.5	<i>Conformación jurídica de la EERSA</i>	9
2.2.6	<i>Objeto social</i>	10
2.2.7	<i>Misión y visión de la EERSA</i>	10
2.2.7.1	<i>Misión</i>	10
2.2.7.2	<i>Visión</i>	10
2.2.8	<i>Organigrama estructural de la EERSA</i>	11
2.2.9	<i>Área geográfica de concesión (km²)</i>	12
2.2.10	<i>Alta Tensión - Subtransmisión</i>	13
2.2.11	<i>Media Tensión - Distribución</i>	14
2.3	Marco legal.....	14
2.3.1	<i>Artículo. 7. Continuidad de Servicio</i>	14
2.3.2	<i>Estructura del sector eléctrico</i>	15
2.3.2.1	<i>Artículo. 11</i>	15
2.4	Marco conceptual	15
2.4.1	<i>Subestación eléctrica</i>	15
2.4.2	<i>Mantenimiento</i>	16
2.4.2.1	<i>Objetivos del mantenimiento</i>	16
2.4.2.2	<i>Máxima producción</i>	16
2.4.2.3	<i>Mínimo costo</i>	16
2.4.2.4	<i>Calidad exigida</i>	16
2.4.2.5	<i>Preservar la energía</i>	16
2.4.2.6	<i>Conservación del medio ambiente</i>	17
2.4.2.7	<i>Higiene y seguridad</i>	17
2.4.2.8	<i>Implicación del personal</i>	17
2.4.2.9	<i>Importancia</i>	17
2.4.3	<i>Tipos de mantenimiento</i>	17
2.4.3.1	<i>Mantenimiento correctivo</i>	17
2.4.3.2	<i>Mantenimiento preventivo</i>	18
2.4.3.3	<i>Mantenimiento predictivo o previsorio</i>	20
2.4.4	<i>Gestión del mantenimiento</i>	22
2.4.5	<i>Implementación de la gestión de mantenimiento</i>	22
2.4.5.1	<i>Análisis de la situación</i>	22
2.4.5.2	<i>Codificación de equipos</i>	22
2.4.5.3	<i>Fichas técnicas</i>	24
2.4.5.4	<i>Criticidad de equipos</i>	25

2.4.6	<i>Planificación y programación del mantenimiento</i>	26
2.4.7	<i>Clasificación de las subestaciones eléctricas</i>	27
2.4.7.1	<i>De acuerdo a su función</i>	27
2.4.7.2	<i>De acuerdo al tipo de instalación</i>	27
2.4.8	<i>Elementos principales de una subestación eléctrica</i>	29
2.4.8.1	<i>Transformador de potencia</i>	29
2.4.8.2	<i>Transformador de medida</i>	30
2.4.8.3	<i>Interruptores de potencia</i>	32
2.4.8.4	<i>Barras colectoras</i>	33
2.4.8.5	<i>Seccionadores (cuchillas)</i>	34
2.4.8.6	<i>Aisladores</i>	35
2.4.8.7	<i>Conectores</i>	36
2.4.8.8	<i>Banco de condensadores</i>	37
2.4.8.9	<i>Tableros</i>	37
2.4.8.10	<i>Banco de baterías</i>	38
2.4.8.11	<i>Rectificador (cargador)</i>	38
2.4.8.12	<i>Relés</i>	39
2.4.8.13	<i>Copas, empalmes y codos rompe arcos</i>	40
2.4.8.14	<i>Trincheras, ductos, conductos, drenajes</i>	41
2.4.8.15	<i>Equipos contra incendios</i>	42
2.4.9	<i>Funcionamiento de la subestación eléctrica</i>	42
2.5	<i>Hipótesis y variables</i>	44
2.5.1	<i>Hipótesis general</i>	44
2.5.2	<i>Hipótesis particulares</i>	44
2.5.3	<i>Declaración de variables</i>	44
2.5.3.1	<i>Hipótesis general</i>	44
2.5.3.2	<i>Hipótesis particulares</i>	44
2.5.4	<i>Operacionalización de las variables</i>	45
2.6	<i>Tipo y diseño de investigación</i>	45
2.6.1	<i>Investigación de campo</i>	45
2.6.2	<i>Población y muestra</i>	46
2.6.2.1	<i>Característica de la población y su delimitación</i>	46
2.6.3	<i>Muestra y tamaño de la muestra</i>	46
2.6.3.1	<i>Tratamiento estadístico de la información</i>	46
3.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	
3.1	<i>Análisis de la situación actual</i>	47
3.2	<i>Análisis comparativo, evolución, tendencia y perspectiva</i>	47
3.2.1	<i>Resultados</i>	47
3.3	<i>Verificación de hipótesis</i>	59
4.	LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS, PROPUESTA	
4.1	<i>Tema</i>	60
4.2	<i>Fundamentación</i>	60
4.3	<i>Objetivos</i>	61
4.3.1	<i>Objetivo general de la propuesta</i>	61
4.3.2	<i>Objetivos específicos de la propuesta</i>	61
4.4	<i>Descripción de la propuesta</i>	61
4.5	<i>Actividades</i>	62
4.5.1	<i>Parámetros principales en la planificación del mantenimiento</i>	62
4.6	<i>Plan de mantenimiento</i>	62
4.6.1	<i>Subestaciones eléctricas de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A</i>	62
4.7	<i>Organización integral del mantenimiento</i>	64
4.7.1	<i>Codificación de máquinas y equipos</i>	64
4.7.2	<i>Fichas técnicas de máquinas y equipos</i>	64

4.8	Estado técnico de todas las máquinas de la empresa.....	82
4.9	Análisis de criticidad	100
4.9.1	<i>Matriz y flujograma de criticidad</i>	100
4.9.2	<i>Cuadro criterios del análisis de criticidad</i>	101
4.9.3	<i>Cuadro de resultados del análisis de criticidad</i>	105
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1	Conclusiones.....	121
5.2	Recomendaciones.....	122

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Longitudes de líneas del sistema de subtransmisión de la EERSA	13
2	Relés más usados en la subestaciones eléctricas	40
3	Operacionalización de las variables	45
4	Tipos de mantenimiento	48
5	Software de mantenimiento	49
6	Manejo del software	50
7	Prioridad del mantenimiento en la Subestación Dos de la EERSA	51
8	Criticidad de la Subestación Dos de la EERSA	53
9	Fallas comunes en la Subestación Dos de la EERSA	54
10	Consecuencia de la parada de la Subestación Dos de la EERSA	55
11	Mantenimiento vs Disponibilidad	56
12	Frecuencia del mantenimiento en la Subestación Dos	57
13	Tercerización del mantenimiento	58
14	Verificación de la hipótesis	59
15	Diagnóstico de estado actual de la Subestación Dos de la EERSA	63
16	Codificación de los equipos de la Subestación Dos de la EERSA	65
17	Ficha de datos técnicos del transformador de potencia	66
18	Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador (7/2) Ecuacerámica	67
19	Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador (1/2)	68
20	Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador (2/2)	69
21	Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador (3/2)	70
22	Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador (4/2)	71
23	Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador capacitores	72
24	Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador servicios auxiliares	73
25	Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador (6/2)	74
26	Ficha técnica del seccionador de línea salida a la Subestación Tres	75
27	Ficha técnica del seccionador de línea salida a la Subestación Cuatro	76
28	Ficha técnica del seccionador de barra salida a la Subestación Tres	77
29	Ficha técnica del seccionador de barra salida a la Subestación Cuatro	78
30	Ficha técnica del disyuntor de 69 kV salida al transformador	79
31	Ficha técnica del cargador de baterías	80
32	Ficha técnica del banco de baterías	81
33	Estado técnico actual del transformador de potencia	83
34	Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador (1/2)	84
35	Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador (2/2)	85
36	Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador (3/2)	86
37	Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador (4/2)	87
38	Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador principal	88
39	Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador servicios auxiliares	89
40	Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador capacitores	90
41	Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador (6/2)	91
42	Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador (7/2) Ecuacerámica	92
43	Estado técnico actual del seccionador de línea salida a la Subestación Tres	93
44	Estado técnico actual del seccionador de línea salida a la Subestación Cuatro	94
45	Estado técnico actual del seccionador de barra salida a la Subestación Tres	95
46	Estado técnico actual del seccionador de barra salida a la Subestación Cuatro	96
47	Estado técnico actual del disyuntor de 69 kV salida al transformador	97
48	Estado técnico actual del cargador de baterías	98
49	Estado técnico actual del banco de baterías	99
50	Matriz de criticidad	101

51	Análisis de criticidad del transformador de potencia y disyuntor de 69 kV	102
52	Análisis de criticidad del transformador de corriente y potencial.....	103
53	Cuadro de resultados del análisis de criticidad	105
54	Banco de tareas de mantenimiento por equipo estructura eléctrica y civil.	106
55	Ejecución de las actividades mantenimiento de la estructura eléctrica y civil.....	107
56	Banco de tareas de mantenimiento por equipo transformador de potencia.	113
57	Ejecución de las actividades mantenimiento del transformador de potencia.....	115
58	Banco de tareas de mantenimiento por equipo disyuntor de 69 kV.	118
59	Ejecución de las actividades mantenimiento del disyuntor de 69 kV	119

LISTA DE FIGURAS

Pág.

1	Edificio central de la EERSA	6
2	Cuadro de integración de capital EERSA	10
3	Organigrama estructural de la EERSA	11
4	Área de concesión de la EERSA	12
5	Sistema de suministro eléctrico	15
6	Sistema experto de mantenimiento	21
7	Estructura de codificación	24
8	Clasificación de las subestaciones	28
9	Transformador de potencia de la Subestación Dos de la EERSA	30
10	Transformador de corriente de la Subestación Dos de la EERSA	30
11	Transformador de potencial de la Subestación Dos de la EERSA	31
12	Interruptor SF6 de la Subestación Dos de la EERSA	32
13	Interruptor automático extraíble de la Subestación Dos de la EERSA	33
14	Barras colectoras a 69 KV de la Subestación Dos de la EERSA	33
15	Seccionador o cuchillas de la Subestación Dos de la EERSA	34
16	Aisladores	36
17	Conectores de la Subestación Dos de la EERSA	36
18	Banco de capacitores de la Subestación Dos de la EERSA	37
19	Tableros de la Subestación Dos de la EERSA	38
20	Banco de baterías de la Subestación Dos de la EERSA	38
21	Rectificador de la Subestación Dos de la EERSA	39
22	Copas terminales de 13.8 kV de la Subestación Dos de la EERSA	41
23	Trincheras, ductos y drenajes de la Subestación Dos de la EERSA	41
24	Tipos de mantenimiento	48
25	Existencia del software de mantenimiento	49
26	Manejo del software	50
27	Prioridad del mantenimiento en la Subestación Dos de la EERSA	51
28	Historial del mantenimiento de la Subestación Dos de la EERSA	52
29	Criticidad de la Subestación Dos de la EERSA	53
30	Fallas comunes en la Subestación Dos de la EERSA	54
31	Consecuencia de la parada de la Subestación Dos de la EERSA	55
32	Mantenimiento vs Disponibilidad	56
33	Frecuencia del mantenimiento en la Subestación Dos	57
34	Tercerización del mantenimiento	58
35	Criterios para determinar el estado técnico	82
36	Flujograma de criticidad	104

LISTA DE ABREVIACIONES

3 Ø	Trifásico
1 Ø	Monofásico
kV	Kilo volt (1,000 volt). Medida de la tensión
kW	Kilovatio una unidad de potencia, igual a mil vatios
MVA	Megavoltiamperio, una unidad de potencia
ΔT	Diferencia de temperatura
°C	Grado Celsius
°F	Grado Fahrenheit
°K	Grado Kelvin
EERSA	Empresa Eléctrica Riobamba S.A.
DOM	Departamento de operación y mantenimiento
S/E	Subestación eléctrica
GSM	Sistema global para las comunicaciones móviles
SCADA	Supervisión, control y adquisición de datos
NEMA	Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos
PVC	Policloruro de vinilo
DIN	Instituto Alemán de Normalización
ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
ISO	Organización Internacional de Normalización

LISTA DE ANEXOS

- A Prueba al transformador de potencia de la Subestación Dos de la EERSA
- B Mediciones del transformador de potencia de la Subestación Dos de la EERSA
- C Registro de datos de rutina de mantenimiento del transformador de potencia
- D Análisis visual (Color)
- E Prueba de rigidez dieléctrica con normas
- F Resumen de las normas aplicadas para la medición de rigidez dieléctrica
- G Prueba de factor de potencia del aceite aislante
- H Prueba de resistencia de aislamiento

RESUMEN

En la presente tesis se evaluó la gestión del mantenimiento en la Subestación Dos de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A., durante el período 2013-2014, en la Subestación Dos ubicada en el sector oriental de la ciudad de Riobamba.

Se realiza un análisis de los procedimientos que se llevaron a cabo durante el periodo de evaluación años 2013-2014, y la incidencia que tuvo la gestión del mantenimiento en los tiempos improductivos, en la distribución de la energía eléctrica.

La tesis consta de cinco capítulos:

En el primer capítulo se presenta la justificación y objetivos que se plantearon para cumplir con esta investigación.

En el segundo capítulo se describe el marco teórico, conceptual, legal y los antecedentes históricos de la empresa.

En el tercer capítulo se presenta el trabajo de campo realizado, a través de encuestas a los integrantes del departamento de mantenimiento de subestaciones, y el estudio de la documentación sobre la gestión del mantenimiento en el periodo motivo de análisis, se presenta el tratamiento estadístico para comprobar la hipótesis planteada de la investigación.

En el cuarto capítulo se realiza una propuesta de lineamientos alternativos, la descripción de la propuesta, y se presenta como aporte del autor de la tesis un plan de mantenimiento acorde a la realidad operacional de la empresa, que permita reducir los tiempos improductivos e incrementar los índices de confiabilidad.

ABSTRACT

The maintenance management of the Electric Company Substation Riobamba S.A. was evaluated during the period 2013-2014, in the substation two located in the eastern part of the Riobamba city.

And analysis is done about the procedures that were carried out during the assessment period of 2013 and 2014 years, and the impact of downtime that the management of maintenance had in the distribution of electricity.

This thesis has five chapters:

In the first chapter is presented the justification and proposed objectives to meet this research.

In the second chapter is described the theoretical framework, conceptual, legal and historical background of the company.

In the third chapter is presented the field research work, which were conducted through surveys applied to members of maintenance substation department and documents study on maintenance management in the analysis period, thus the statistical analysis is presented to check the hypothesis of research.

In the fourth chapter was made a proposed of alternative guideline and the description of this proposal, also the author presented as a contribution a maintenance plan according to the operational reality of the company, which allows reducing downtime and increasing reliability indices.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la Subestación Dos de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. ubicada en el sector oriental de la ciudad de Riobamba, se requiere periódicamente evaluar la gestión del mantenimiento por ser una de las principales redes de distribución eléctrica que abastece de energía a una parte importante de la ciudad de Riobamba. La aplicación de lineamientos alternativos a los procedimientos tradicionales del mantenimiento servirá como una herramienta útil para la planificación del mantenimiento preventivo en los sistemas eléctricos que son a menudo un componente crítico en la productividad de la empresa, ya que en la actualidad es un indicador económico vital al momento de evaluar la calidad del servicio en las empresas dedicadas a la distribución de energía eléctrica.

Se debe considerar que el mantenimiento industrial es de primordial importancia en el ámbito de la ejecución de las operaciones en toda industria y depende, no sólo un funcionamiento eficiente de las instalaciones, sino que además, es preciso llevarlo a cabo con rigor y evaluar su eficiencia para conseguir los objetivos, como son el control del ciclo de vida de las instalaciones sin afectar los presupuestos destinados a mantenerlas.

La industria, así como la sociedad tiene una fuerte dependencia de la energía eléctrica. No es imaginable lo que sucedería si ella llegase a faltar. Está fuera de cualquier discusión la enorme importancia que el suministro de electricidad tiene para la humanidad, esta hace confortable la vida cotidiana en los hogares, mueve de manera efectiva el comercio y hace posible el funcionamiento de la industria. El desarrollo de un país depende de su grado de industrialización y este a su vez necesita de las fuentes de energía, especialmente de la energía eléctrica.

La empresa eléctrica cuenta con el Departamento de Operación y Mantenimiento (DOM) el cual se encarga de: la generación, transporte y distribución de energía

eléctrica; está conformada de diferentes áreas: Generación, Subestaciones, Distribución, Transformadores y Alumbrado Público.

1.2 Justificación

Las subestaciones y redes de distribución eléctrica constituyen sistemas de alto costo económico y la continuidad del servicio depende en gran parte de ellas; por esta razón es importante el mantenimiento a estos sistemas aplicando técnicas de mantenimiento en base a los requerimientos actuales y capacidad de la empresa, antes de que se produzcan fallas que puedan causar una interrupción del servicio eléctrico. Reduciendo los costos y mejorando la disponibilidad de los equipos en una Subestación, minimizando el riesgo interrupciones inesperadas.

Por lo tanto el presente trabajo representa una guía técnica práctica para la correcta planificación del mantenimiento que permitirá evitar paradas imprevistas muy perjudiciales para la empresa.

Esta investigación contribuye a renovar las capacidades y potencialidades de la población aportando al segundo objetivo del Plan del Buen Vivir, haciendo énfasis a la política 2.5 que nos permite impulsar programas de vinculación con la sociedad.

En la actualidad a nivel mundial, nacional y local realizan investigaciones y trabajos sobre el mantenimiento así por ejemplo se puede mencionar la investigación que se realizó en la Universidad de Sevilla donde el mantenimiento significa preservar la función de los equipos, a partir de la aplicación de estrategias efectivas de mantenimiento, inspección y control de inventarios que permitan optimizar la Confiabilidad Operacional de los activos físicos maximizando de esta forma la rentabilidad de los procesos industriales.

El conocimiento del estado técnico de los activos físicos y la progresión cualquier cambio en los mismos, es fundamental para lograr el objetivo de máxima disponibilidad de los sistemas de producción y servicios en una empresa.

1.3 O b j e t i v o s

1.3.1 *Objetivo general.* Evaluar la gestión del mantenimiento en la Subestación Dos de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. (EERSA), periodo 2013-2014, y proponer lineamientos alternativos.

1.3.2 *Objetivos específicos.*

Analizar los procedimientos de mantenimiento que se efectuaron en la Subestación Dos de la EERSA durante los años 2013-2014.

Analizar la incidencia en los tiempos improductivos en la Subestación Dos de la EERSA durante los años 2013-2014.

Determinar el grado de conocimientos sobre la gestión del mantenimiento del personal encargado del departamento de subestaciones.

Diseñar un plan de mantenimiento para la Subestación Dos para disminuir tiempos improductivos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción general del mantenimiento que se realiza en la Subestación Dos

El departamento de subestaciones está estructurado por el jefe de subestaciones, un auxiliar de subestaciones, un ingeniero de subtransmisión, un auxiliar de ingeniería eléctrica, un ingeniero en telecomunicaciones, dos auxiliares de telecomunicaciones, todos los auxiliares son encargados de ejecutar las órdenes de trabajo emitidas por el Jefe de subestaciones para la realización de las tareas de mantenimiento, quienes en conjunto trabajan mancomunadamente con el despacho de carga donde se coordinan las tareas cuando ocurre una salida de servicio o para la planificación de trabajos programados en la Subestación Dos de la EERSA.

Al realizar el análisis del sistema actual de mantenimiento, se ha determinado que no funciona correctamente por la falta de organización del departamento, ya que ciertas actividades son realizadas por personal de mantenimiento y otras por el personal de operaciones, es decir no existe un seguimiento de algunas tareas realizadas por cada personal.

El área de mantenimiento básicamente hace intervenciones más bien mecánicas es decir reparaciones, modificaciones y cambios. Se realiza mantenimiento preventivo basado en cambios de grapas, aisladores, inspecciones visuales de acuerdo a la correspondiente frecuencia establecidas por el jefe de subestaciones.

Existe un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y accesorios de la empresa pero es mal llevado por falta de tiempo y falta de capacitación o conocimiento del personal. No se lleva un adecuado historial de averías, fallas, paradas o estado de los equipos ya sea con mayor desgaste o mayor probabilidad de fallo, al momento se viene

realizando una revisión rutinaria que consiste en revisar los elementos de los equipos que se considera sufren mayor desgaste, la empresa posee un registro de datos.

El departamento de mantenimiento se ha dedicado más a la parte técnica dejando a un lado las herramientas de la gestión del mantenimiento que son de vital importancia para cumplir con uno de sus objetivos principales reducir los costos de mantenimiento.

2.1.1 Análisis de bitácoras de mantenimiento. Actualmente la empresa no posee suficiente documentación de trabajo, es decir no se tiene bitácoras de mantenimiento y fichas de mantenimiento de los fallos más frecuentes quedando de lado la gestión de mantenimiento, por lo que es necesario elaborar un plan de documentos de mantenimiento preventivo y correctivo.

La empresa actualmente posee la siguiente documentación como:

- Algunos planos de los equipos.
- Manuales de los equipos.
- Catálogos de equipos.
- Placas correspondientes de cada equipo.
- Ordenes de trabajo.
- Diagramas unifilares de la empresa

La forma en la cual se abordado el mantenimiento ha sido de forma empírica debido a que se constató que no existe la documentación necesaria para poder determinar índices de gestión de mantenimiento.

La Empresa Eléctrica Riobamba S.A cuenta con el software de mantenimiento SISMAC en el cual existe una planificación mensual del mantenimiento, pero no se ingresan los fallos o los datos que se registran en las órdenes de trabajo, el registro de fallos es necesario para poder realizar una mejor gestión del mantenimiento, el programa ofrece la opción de registro de datos sin embargo no se ingresa a la base de datos, esto ha venido ocurriendo en los últimos años tampoco han sido registradas ni llevadas correctamente. Debido a la falta de conocimiento y capacitación sobre el manejo del software.

2.2 Antecedentes históricos de la empresa

Figura 1. Edificio Central de la EERSA



Fuente: www.eersa.com.ec

La Empresa Eléctrica Riobamba S.A. es una empresa ecuatoriana de servicio cuya misión es generar, distribuir y comercializar energía eléctrica, mediante una gestión transparente y de calidad, para satisfacer y superar las demandas de sus clientes, promoviendo la protección del medio ambiente, contribuyendo al desarrollo socioeconómico de la Provincia de Chimborazo.

2.2.1 Reseña histórica. En 1903 se funda la primera Sociedad que se encargaría de comercializar energía: “Alberto Rhor y Cía.”, que quiebra en 1907. En 1911 se funda una Sociedad Anónima Riobamba Electric Light and Power. En 1924 se crea “La Hidroeléctrica”, siendo uno de los socios Hirman Foley, apoderado de la Empresa Eléctrica del Ecuador Inc., empresa que se encargó algunos años de la distribución de energía eléctrica.

En 1953 se conforma la Empresa de Electrificación Chimborazo S.A., que tenía algunos proyectos como la construcción de la Central Hidroeléctrica Alao, algunas de cuyas obras estuvieron listas para el 20 de abril de 1961, fecha en la cual el Presidente de la República Dr. José María Velasco Ibarra, hizo su visita oficial. El 3 de abril de 1963, nace la Empresa Eléctrica Riobamba S.A., quién compra todos los derechos a la

Empresa de Electrificación Chimborazo S.A, y para el 2 de enero de 1967 realiza la inauguración de los dos primeros grupos de la Central Alao, con la presencia del Dr. Otto Arosemena Gómez, Presidente de la República. En el año de 1977 se inaugura el tercer grupo y para 1979 el cuarto y último grupo. Para entonces, en 1972 y 1974 se habían adquirido grupos térmicos Ruston, y en 1976 la E.E.R.S.A., se había fusionado con la Empresa Eléctrica Alausí que contaba con una Central Hidroeléctrica llamada Nizag de 300 kW y en 1979 se pasó a formar parte del Sistema Nacional Interconectado, para luego iniciar la construcción de la línea San Juan - Alausí y las subestaciones San Juan, Guamote y Alausí, cada una con 1 MVA.

En 1977 y 1978 se compran los grupos ALCO (2.000 kW) y LISTER (457 kW). La línea de interconexión entre las subestaciones 1 y 2, además de la Subestación No. 2 con 10 MVA, se inauguran en 1981, y en 1982 se construye la línea Alausí - Multitud - Pallatanga, lo que permitió electrificar hasta la zona límite con la Costa.

Los Grupos térmicos General Motors, uno tipo estacionario y otro tipo paquete con 1800 kW y 2000 kW, respectivamente se adquieren en 1984 y en 1994 se tiene la enorme satisfacción de poner al servicio de la ciudad y Provincia la Subestación No. 3, para posteriormente en 1995 poner en operación la línea Alausí - Chunchi con su respectiva Subestación.

Para 1997, la EERSA inaugura la Central Hidroeléctrica Río Blanco con una potencia de 3 MW y en la actualidad se encuentran cristalizando varios proyectos entre los principales la Central hidroeléctrica Molobog, la re potenciación de la Central Nizag y el Proyecto Chambo que interesa a la Asociación de Empleados, con lo cual mejora notablemente el servicio eléctrico en la ciudad, cantones y comunidades de la Provincia, cubriendo más de 95.000 abonados.

La Empresa Eléctrica Riobamba S.A, desde su fundación el 6 de Mayo de 1963, ha recorrido con éxito un arduo camino para alcanzar las metas propuestas de servicio a la colectividad, en las mejores condiciones técnicas y económicas. La E.E.R.S.A. es una sociedad mercantil que se rige por las leyes del Ecuador y por su Estatuto. Tiene por objeto la prestación del servicio público de la electricidad en su área de concesión, mediante la generación, compra, intercambio, distribución y comercialización de la

energía eléctrica se encuentra constituida por accionistas nacionales, su domicilio es en la ciudad de Riobamba y ha establecido sucursales, agencias, oficinas y puntos de recaudación (sector rural) dentro de la Provincia de Chimborazo.

2.2.2 Situación actual de la empresa. El suministro de energía eléctrica es un servicio de utilidad pública de interés nacional y que se realiza mediante el aprovechamiento óptimo de recursos naturales, de conformidad con el Plan Nacional de Electrificación. Todos los bienes e instalaciones que sean necesarios para cumplir con el objeto de las concesiones, permisos, autorizaciones o licencias para generación, transmisión, o distribución, están vinculados al servicio público y no podrán ser retirados sin autorización del Consejo Nacional de Electricidad, CNEEL.

Todas las empresas del sector eléctrico de nuestro país son entidades de enorme importancia económica con carácter estratégico. La Empresa Eléctrica Riobamba S.A., EERSA, en la actualidad ocupa un importante lugar dentro del sector eléctrico del Ecuador y, con el pasar del tiempo, ha incrementado su competitividad debido a las adecuadas administraciones y al compromiso del personal. Gracias a estos y otros factores ocupa una de las primeras posiciones en el respectivo ramo.

Otro punto a su favor es la accesibilidad que brinda al momento de prestar sus servicios, lo cual incrementa el número de operaciones, de manera especial en el área financiera, haciéndose cada vez más complejo su manejo.

2.2.3 Ubicación geográfica y dirección. Su matriz en donde funcionan todos los departamentos de planificación y operaciones está ubicado en:

- País: Ecuador
- Provincia: Chimborazo
- Ciudad: Riobamba
- Razón Social: “Empresa Eléctrica Riobamba S.A.”
- Tipo de Empresa: Empresa de Servicios
- Producto y/o Servicios: Proveer de Energía Eléctrica a la Ciudad de Riobamba y Provincia de Chimborazo
- Dirección: Juan Larrea 22-60 y Primera Constituyente

- Teléfono: 2960-283 / 2962-939 / 2962-940
- Fax: 2968-216
- Correo Electrónico: e-mail@eersa.com.ec
- Página Web: www.eersa.com.ec

2.2.4 *Objetivos empresariales.*

2.2.4.1 **Objetivo general.** Obtener una rentabilidad que permita la autosostenibilidad y permanencia de la Empresa en el tiempo.

2.2.4.2 *Objetivos específicos de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A*

- Mantener los niveles actuales de generación propia de energía.
- Lograr la recaudación de la red en un 4% anual
- Mantener un nivel anual de recaudación superior al 98% con respecto a la facturación.
- Reducir la cartera vencida a una emisión.
- Lograr índices de calidad exigidos en las regulaciones de los organismos de control relacionadas con el suministro de energía.
- Lograr un índice de satisfacción del cliente externo superior al promedio de la CIER (Comisión de Integración Eléctrica Regional).
- Incrementar el índice de satisfacción laboral en al menos 1% anual.
- Implantar un programa de fortalecimiento institucional.
- Cubrir en un 100% la demanda futura de energía.

2.2.5 *Conformación jurídica de la EERSA.* Está dentro del grupo de las empresas de tipo sociedad anónima, aquella sociedad mercantil cuyos titulares lo son en virtud de una participación en el capital social a través de títulos o acciones.

Las acciones pueden diferenciarse entre sí por su distinto valor nominal o por los diferentes privilegios vinculados a éstas.

El mayor accionista de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. es el ministerio de electricidad y energía renovable, en la actualidad la empresa se encuentra en un proceso de transición a empresa pública.

Figura 2. Cuadro de integración de capital EERSA

ACCIONISTAS	CAPITAL SUSCRITO Y PAGADO USD	ACCIONES	% PARTI CIPACION
MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGIA RENOVABLE	8,950,344.00	8,950,344	44.18
ILUSTRE MUNICIPIO DE RIOBAMBA	2,276,157.00	2,276,157	11.23
CONSEJO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO	4,614,598.00	4,614,598	22.78
ILUSTRE MUNICIPIO DE GUANO	780,125.00	780,125	3.85
ILUSTRE MUNICIPIO DE COLTA	449,017.00	449,017	2.22
ILUSTRE MUNICIPIO DE GUAMOTE	1,055,413.00	1,055,413	5.21
ILUSTRE MUNICIPIO DE ALAUSI	601,748.00	601,748	2.97
ILUSTRE MUNICIPIO DE CHUNCHI	434,062.00	434,062	2.14
ILUSTRE MUNICIPIO DE PENIPE	442,960.00	442,960	2.19
ILUSTRE MUNICIPIO DE PALLATANGA	394,342.00	394,342	1.95
ILUSTRE MUNICIPIO DE CHAMBO	261,351.00	261,351	1.29
SUMAN:	20,260,117	20,260,117	100.00

Fuente: <http://www.eersa.com.ec/index.php/informativo/accionistas>

2.2.6 Objeto social. La Empresa Eléctrica Riobamba S.A. tiene por objeto la prestación del Servicio Público de Electricidad en su área de concesión, mediante la generación, compra, intercambio, distribución y comercialización de energía eléctrica en la ciudad de Riobamba y demás cantones de la provincia de Chimborazo.

2.2.7 Misión y visión de la EERSA.

2.2.7.1 Misión.

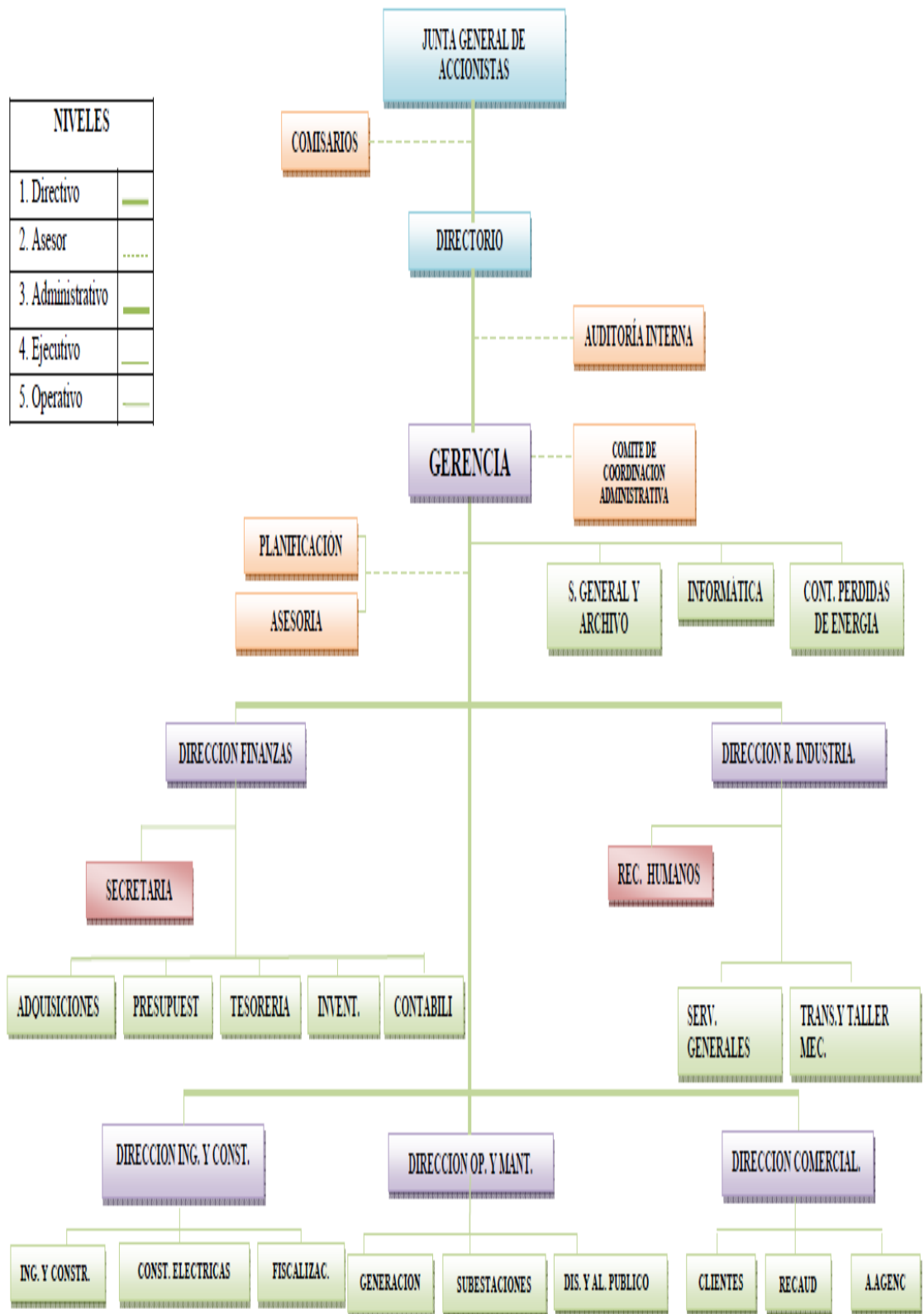
“Suministramos el servicio público de energía eléctrica en nuestra área de concesión con efectividad y transparencia, preservando el ambiente y contribuyendo al desarrollo socioeconómico”.

2.2.7.2 Visión.

“Ser una empresa de excelencia con infraestructura tecnológica innovadora, responsabilidad social, índices de gestión referentes, talento humano capacitado y comprometido en la prestación del servicio y el cuidado del ambiente”.

2.2.8 Organigrama estructural de la EERSA

Figura 3. Organigrama estructural de la EERSA



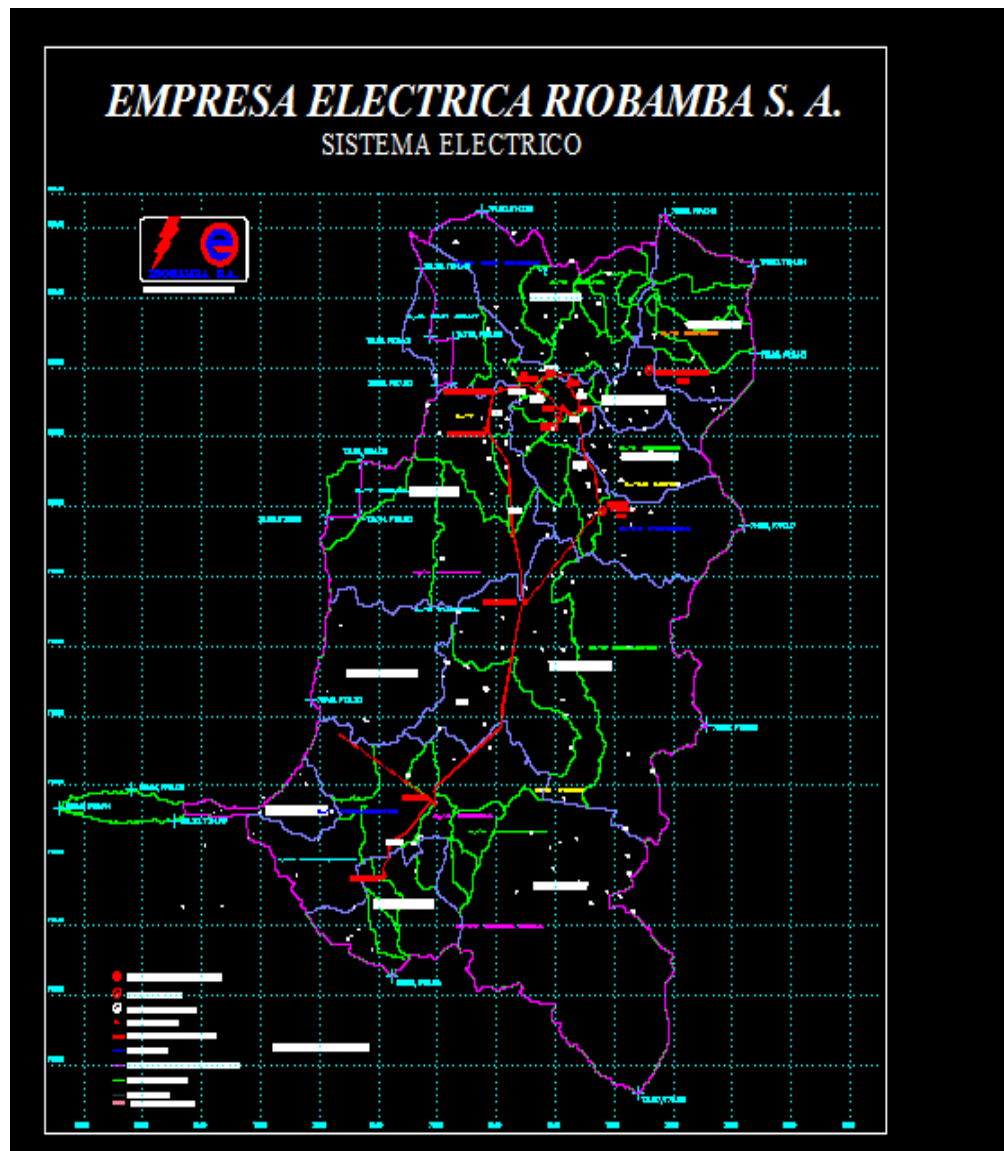
Fuente: Departamento de Planificación “Empresa Eléctrica Riobamba S.A.”

2.2.9 Área geográfica de concesión (km²).

- Región: Sierra Centro
- Provincia: Chimborazo
- Cantones: Riobamba, Alausí, Colta, Chambo, Chunchi, Guamote, Guano, Pallatanga, Penipe, Cumandá.

La cobertura de servicio alcanza un 98% del área total de la provincia de Chimborazo, con una superficie aproximada de 5,940 km², de acuerdo a los límites que se muestra en la figura:

Figura 4. Área de Concesión de la EERSA



Fuente: Departamento de Planificación “Empresa Eléctrica Riobamba S.A.”

2.2.10 Alta Tensión - Subtransmisión. Se define como alta tensión al nivel de voltaje mayor a 40 kilovoltios, y asociado con la transmisión y subtransmisión. En alta tensión está identificado el sistema de subtransmisión el mismo que conforma las líneas que conectan las subestaciones de distribución, como los puntos de alimentación de las centrales de generación, y el Sistema Nacional Interconectado a nivel de 69 kV cuya longitud total es de 153,86 km, las longitudes existentes entre las diversas subestaciones a nivel de 69kV, se puede apreciar en la tabla 1, los valores se obtuvieron del programa computacional SPARD Power que es administrado por el Departamento de Planificación de la EERSA, de la información indicada en el diagrama unifilar de la EERSA.

Tabla 1. Longitudes de líneas del sistema de subtransmisión de la EERSA

L í n e a d e S u b t r a n s m i s i ó n	L o n g i t u d (k m)	C a n t o n e s
S/E 13 (A l a o) - S/E 1	17	Riobamba
S/E 1 - S/E Riobamba	7,3	Riobamba
S/E 1 - S/E 3	4,1	Riobamba
S/E 3 - S/E 2	3,6	Riobamba
S/E 2 - S/E 4	6,7	Riobamba
S/E 4 - S/E Riobamba	2,3	Riobamba
S/E Riobamba - San Juan	7,5	Riobamba
San Juan - S/E 7 (Cajabamba)	6	Riobamba - Colta
S/E 7 (Cajabamba) - S/E 8 (Guamote)	27	Cajabamba - Guamote
S/E 8 (Guamote) - S/E 9 (A lausí)	35	Guamote - A lausí
S/E 9 (A lausí) - S/E 10 (Chunchi)	14,5	A lausí - Chunchi
S/E 9 (A lausí) - S/E 14 (Multitud)	22,8	A lausí - Pallatanga
Total Longitud	153,9	

Fuente: Departamento de Planificación EERSA

2.2.11 Media Tensión -Distribución. Media tensión son las instalaciones y equipos del sistema distribuidor, que opera a voltajes entre 600 voltios y 40 kilovoltios. La determinación de longitudes para redes de distribución eléctrica monofásicas, bifásicas y trifásicas se realizó con la ayuda del programa computacional SPARD (Sistema Geográfico para Análisis y Gestión de Redes de distribución), corriendo los flujos de potencia para cada uno de los alimentadores del sistema eléctrico de la Empresa Eléctrica Riobamba. (EERSA, 2008)

2.3 Marco legal

En reunión de Directorio de CENACE, efectuada el 19 de marzo de 2013, el señor Ministro de Electricidad y Energías Renovables, expresó la necesidad de disminuir los tiempos de restablecimiento del servicio eléctrico, luego de mantenimientos o fallas, para lo cual se emitió la siguiente Resolución No. 730:

“Solicitar a la Administración, que en coordinación con CELEC EP TRANSELECTRIC y las Empresas Distribuidoras, desarrolle el esquema que sea necesario para optimizar el proceso de maniobras operativas en el Sistema Nacional de Transmisión, con el objeto de minimizar los tiempos de indisponibilidad en el servicio, derivadas de actividades de mantenimiento en las instalaciones de transmisión o de aquellas provenientes de fallas.”

Para dar cumplimiento a la Resolución No. 730, CENACE conjuntamente con CELEC EP TRANSELECTRIC y con las Empresas de Distribución definió los puntos de entrega del SNT en los que se puede aplicar el concepto de conexión y desconexión de carga con red armada, ya sea para la realización de mantenimientos o luego de haber ocurrido una falla en el sistema.

2.3.1 Artículo. 7. Continuidad de Servicio. El Estado garantiza la continuidad del servicio de energía eléctrica para cuyo efecto en el caso de que, cumplidos los procedimientos de selección determinados en la presente Ley, no existieren oferentes a los que pudiese concesionarse tales actividades de generación o servicios de transmisión y distribución, el Estado desarrollará esas actividades de generación y proveerá servicio de transmisión y distribución, de conformidad con lo establecido en esta Ley. (MEER, 2013)

2.3.2 Estructura del sector eléctrico

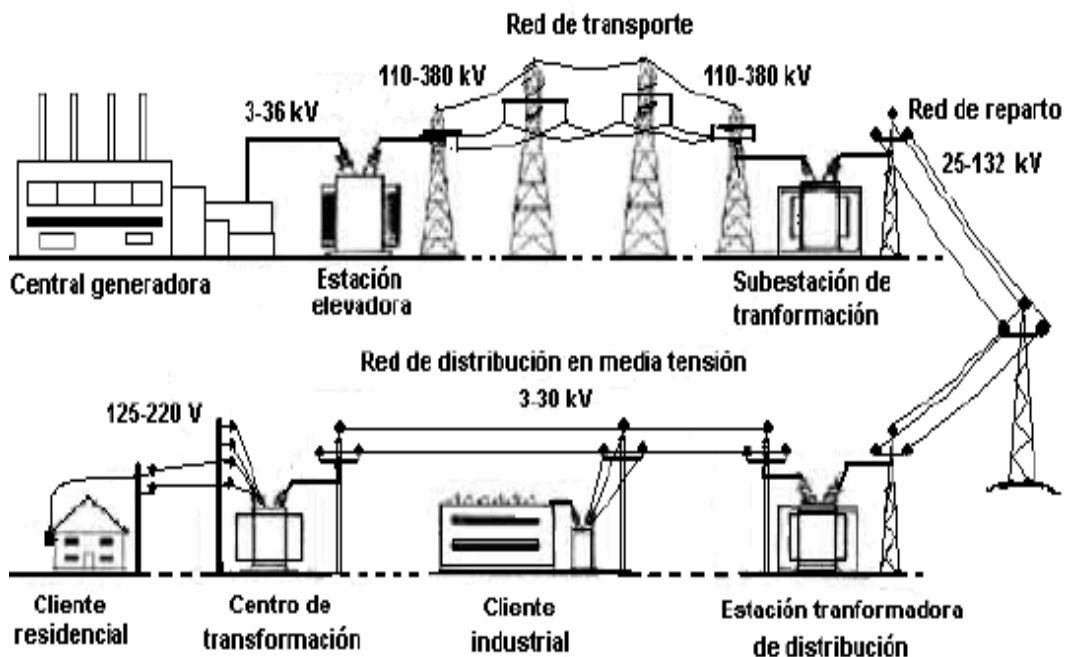
2.3.2.1 Artículo. 11. El sector eléctrico nacional estará estructurado de la siguiente manera:

- El Consejo Nacional de Electricidad;
- El Centro Nacional de Control de la Energía;
- Las Empresas eléctricas concesionarias de generación;
- La Empresa Eléctrica Concesionaria de Transmisión; y,
- Las empresas eléctricas concesionarias de distribución y comercialización

2.4 Marco conceptual

2.4.1 Subestación eléctrica. Es un conjunto de máquinas, aparatos y circuitos, que permiten cambiar las características de la energía eléctrica sin cambiar de frecuencia, y tienen la función de transmitir o distribuir la energía eléctrica de manera continua y segura, brindando seguridad para el sistema eléctrico, para los mismos equipos y para el personal de operación y mantenimiento.

Figura 5. Sistema de Suministro Eléctrico



Fuente: Commel, Generación, Transmisión y Distribución Eléctrica.

2.4.2 *Mantenimiento.* Es el conjunto de actividades que se realizan a un sistema, equipo o componente para asegurar que continúe desempeñando las funciones deseadas dentro de un contexto operacional determinado.

2.4.2.1 *Objetivos del mantenimiento.* Los objetivos de mantenimiento deben alinearse con los de la empresa y estos deben ser específicos y estar presentes en las acciones que realice el área.

Los objetivos pueden establecerse según los siguientes conceptos y constitución:

2.4.2.2 *Máxima producción.*

- Mantener la capacidad de las instalaciones.
- Asegurar la máxima disponibilidad de las instalaciones.
- Reparar las averías con el mínimo tiempo y costo.

2.4.2.3 *Mínimo costo.*

- Reducir al máximo las averías.
- Prolongar la vida útil de las instalaciones.
- Reducir las existencias de repuestos.
- Reposición de los equipos en el momento adecuado.
- Colaboración en la optimización de los procesos.
- Productividad del personal de mantenimiento.

2.4.2.4 *Calidad exigida.*

- Mantener el funcionamiento regular de producción, sin paros.
- Eliminar las averías que afectan la calidad del producto.
- Mantener los equipos para asegurar la calidad requerida.

2.4.2.5 *Preservar la energía.*

- Conservar en buen estado cañerías e instalaciones auxiliares.

- Eliminar paros y puesta en marcha.
- Controlar rendimiento energético de los equipos.

2.4.2.6 *Conservación del medio ambiente.*

- Eliminar posibilidad de fugas de contaminantes.
- Evitar averías en instalaciones correctoras de poluciones.

2.4.2.7 *Higiene y seguridad.*

- Mantener las protecciones en los equipos.
- Adiestrar al personal sobre riesgos de accidentes.
- Asegurar que los equipos funcionen en forma adecuada.

2.4.2.8 *Implicación del personal.*

- Obtener la participación del personal para poder implementar el TPM.
- Implicar a los trabajadores en las técnicas de calidad (BOERO, 2006).

2.4.2.9 *Importancia.* La importancia radica en conservar todos los bienes que componen los activos de la empresa, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible.

Mantenimiento no sólo deberá mantener las máquinas sino también las instalaciones de: iluminación, redes de computación, sistemas de energía eléctrica, aire comprimido, agua, aire acondicionado, calles internas, pisos, depósitos, etc. Además deberá coordinar con recursos humanos un plan para la capacitación continua del personal.

2.4.3 *Tipos de mantenimiento.* Se tiene los siguientes tipos de mantenimiento:

2.4.3.1 *Mantenimiento correctivo.* El mantenimiento correctivo consiste en los servicios ejecutados en los equipos con falla. (Mantenimiento efectuado después del fallo).

Ventajas del mantenimiento correctivo.

- Bajo costo si es correctamente aplicado.
- No se requiere de planificaciones avanzadas lo cual es una reducción de costos.
- Se pueden usar los mismos datos de otros equipos no críticos.
- Baja probabilidad de mortalidad infantil.

Desventajas del mantenimiento correctivo.

- Riesgo en la seguridad, a menudo no se tiene cuidado de la falla.
- Grandes pérdidas de producción pueden ocurrir debido a paros sin control.
- La falla de un componente puede provocar daños secundarios en otros.

2.4.3.2 Mantenimiento preventivo. Es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas y programadas y de un servicio de trabajos previsto como necesario, para aplicar a los activos, con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua. (TORRES, 2005)

- *Mantenimiento preventivo por tiempo.* Servicios preventivos preestablecidos a través de una programación (preventiva sistemática, lubricación, inspección o rutina), definidos en unidades calendario (día, semana) o en unidades no calendario (horas de funcionamiento, kilómetros recorridos etc.).

- *Mantenimiento preventivo por estado.* Servicios preventivos ejecutados en función de la condición operativa del equipo (reparación de defectos, predictivo, reforma o revisión general etc.). (TAVARES, 2000)

Ventajas del mantenimiento preventivo.

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.

- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

Desventajas del mantenimiento preventivo.

- Se toma en cuenta la experiencia del personal a cargo del mantenimiento así como también las recomendaciones establecidas por el fabricante para generar el programa de mantenimiento.
- Se debe realizar una programación con personal calificado.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.(TORRES, 2005)

Dentro de este mantenimiento para llevar a cabo la planificación adecuada de inspecciones se deben tomar en cuenta los factores de aplicación del mantenimiento sistemático.

Mantenimiento sistemático. Actividad en que cada equipo es puesto fuera de servicio, tras un período de funcionamiento, para que sean efectuadas mediciones, ajustes y si es necesario cambio de piezas, en función de un programa preestablecido a partir de la experiencia operativa, recomendaciones de los fabricantes o referencias externas.

Un buen control del mantenimiento preventivo sistemático requiere registros históricos, debiendo por lo tanto ser implantado después de algún tiempo de funcionamiento de los equipos, ya que normalmente los fabricantes omiten o desconocen los puntos de falla de sus líneas de producción. Como alternativa para la implantación inmediata puede ser atribuida una periodicidad cada uno, en base a las experiencias profesionales de los ejecutantes del mantenimiento, que irán siendo ajustadas a través del acompañamiento de la incidencia de correctivos entre preventivos o por la inexistencia de defectos constatados en las paradas programadas.(TAVARES, 2000 pág. 22)

2.4.3.3 *Mantenimiento predictivo o previsorio.* Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, a través del análisis de síntomas o estimativa hecha por evaluación estadística, con el objetivo de predecir el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio o reparación. Teniendo en cuenta que este tipo de mantenimiento tiene la particularidad de no alterar el funcionamiento normal de la planta mientras se está aplicando. (TAVARES, 2000)

Ventajas del mantenimiento predictivo o previsorio

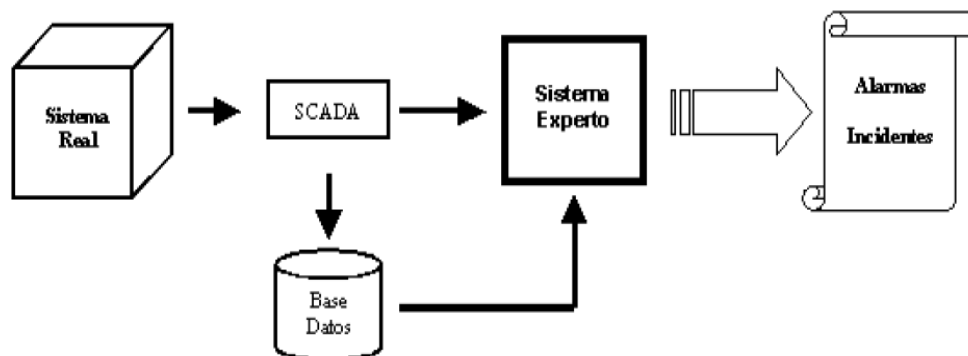
- Reduce el tiempo de parada, al conocerse exactamente que órgano es el que falla.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Requiere una plantilla de mantenimiento más reducida.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico y operacional muy útil en estos casos.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema

Desventajas del mantenimiento condicional o predictivo

- El monitoreo de las vibraciones, la termografía, ultrasonido y el análisis del aceite requieren equipos y entrenamientos especializados.
- La compañía debe cuidadosamente elegir la técnica correcta.
- Se requieren especialistas entrenados.

- Se requiere un periodo de tiempo para desarrollar las tendencias y entonces las condiciones del equipo pueden ser estimadas.
- Costoso.
- *Técnicas del mantenimiento predictivo.* El principio del monitoreo de la condición de una máquina es un concepto muy antiguo. El operario a cargo de una máquina lo ha usado desde siempre con sus propios sentidos. Estos métodos naturales de monitoreo han sido:
 - La vista para detectar fugas, humo o cambios de color de superficies por recalentamiento.
 - El olfato, para detectar fugas y recalentamiento.
 - El oído, para detectar ruidos anormales indicativos de algún problema.
 - El tacto, para detectar vibraciones o temperaturas elevadas.
- *Técnicas de mantenimiento predictivo basadas en sistemas expertos.* En el campo del mantenimiento predictivo los sistemas expertos se utilizan fundamentalmente como herramientas de diagnóstico. Se trata de que el programa pueda determinar en cada momento el estado de funcionamiento de sistemas complejos, anticipándose a los posibles incidentes que pudieran acontecer. Así, usando un modelo computacional del razonamiento de un experto humano, proporciona los mismos resultados que alcanzaría dicho experto. (AMÉNDOLA, 2002)

Figura 6. Sistema experto de mantenimiento



Fuente: Modelos Mixtos de Confiabilidad de Luis Améndola Ph.D.

2.4.4 *Gestión del mantenimiento.* Se define como gestión de mantenimiento a las actuaciones con las que la dirección de una organización de mantenimiento sigue una política determinada.

El desempeño de la gestión de mantenimiento se basa en actuar sobre todos los aspectos de importancia para el óptimo funcionamiento de la empresa.

2.4.5 Implementación de la gestión de mantenimiento

La implementación de la gestión de mantenimiento, tiene como primera fase definir un plan directriz de actuación. Este plan debe establecer la descripción de las diferentes etapas que se llevarán a cabo para la implementación definitiva de la gestión de mantenimiento, que deberá guardar coherencia con el plan estratégico de la empresa.

2.4.5.1 *Análisis de la situación.* Es muy importante para la elaboración del plan realizar un análisis de la situación de la empresa y de su entorno, las características de funcionamiento y los recursos con que cuenta. En esta etapa descubrimos qué es lo que realmente estamos haciendo, y como lo estamos desarrollando.

Nos interesa saber cuáles son las instalaciones de la empresa, sus características particulares, el estado de situación del almacén de repuestos y sus recursos, como así también los recursos humanos (TORRES, 2005 pág. 223).

2.4.5.2 *Codificación de equipos.* Uno de los recursos más utilizados por los actuales sistemas de gestión es el establecimiento de procedimientos de codificación, o sea, la utilización de tablas para lograr cumplir con los objetivos comunes de las diferentes áreas.

Desde la concepción de los primeros sistemas de gestión surgieron campos específicos para códigos, cada uno con una finalidad específica, como la identificación de los grupos de equipos con mismas características de construcción, el equipo en el proceso productivo, los documentos asociados a los equipos etc. En este caso vamos a aplicar la codificación técnica más ajustada a los equipos de la Subestación de la EERSA.

Básicamente, existen dos posibilidades a la hora de codificar:

- *Compacto.* Como ya fue indicado, los archivos serán de menor tamaño, lo que aumenta la rapidez del procesamiento. Para el establecimiento de la dimensión ideal del código deben ser analizados el límite de caracteres que serán necesarios para identificar todos los elementos, así como el tipo de identificación que será utilizado, recordando que, en caso de utilización de dos dígitos, el sistema numérico permite identificar 99 ítems (excluyendo el código 00), el sistema alfabético (considerando las letras K, Y y W) permite identificar 676 ítems y el sistema alfanumérico 1296 ítems).
- *Estandarizado.* Correlación de informaciones semejantes. Las palabras que tienen el mismo significado deben ser codificadas según el mismo conjunto de símbolos. Por ejemplo la acción "Cambiar" o "Substituir" o "Reemplazar" del código de ocurrencias, debe ser identificado según el mismo estándar "CB", "SB" o "RP".

Los archivos de las tablas, deberán contener los elementos necesarios a la composición del conjunto de ítems con las mismas características de construcción, o sea, mismo nombre, fabricante y tipo/modelo ("familia"), así como los elementos necesarios, para la identificación de la posición operativa de cada uno, para el establecimiento de la programación de intervenciones y para el registro de ocurrencias.(TAVARES, 2000 pág. 26)

La información que debería contener el código de un equipo debería ser el siguiente:

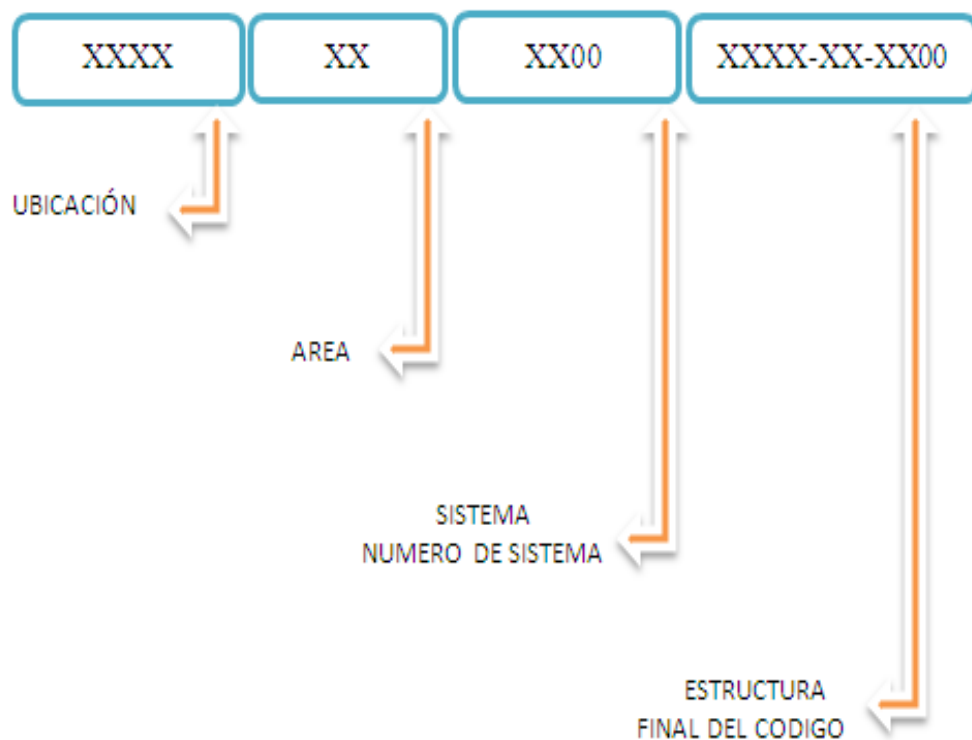
- Planta a la que pertenece.
- Departamento al que pertenece.
- Área al que pertenece dentro de la planta.
- Tipo de equipo.

Los elementos que forman parte de un equipo deben contener información adicional:

- Tipo de elemento.
- Equipo al que pertenecen.

- Dentro de ese equipo, sistema en el que están incluidos.
- Familia a la que pertenece el elemento.
- Fichar permite hacer listado de elementos.
- *Estructura de codificación.* La codificación que se utilizará es el tipo de codificación significativa, ya que aporta información sobre dónde y a qué clase de máquina pertenece, por lo que se utiliza la siguiente estructura.

Figura 7. Estructura de codificación



Fuente: Autor

2.4.5.3 Fichas técnicas. La siguiente tarea después de la codificación de los equipos es realizar las fichas de datos técnicos de cada uno de los equipos que se encuentran en la empresa, para el cual tiene que poseer la siguiente información:

Encabezado

- Nombre de la empresa.
- Nombre de la máquina.
- Código y su respectiva descripción.

- Fotografía de la máquina.

Datos de fabricación y adquisición (datos de placa)

- Fabricante.
- Año.
- País productor.
- Modelo.
- Serie.
- Fecha y valor de adquisición.

Especificaciones

- Energía requerida.
- Potencia instalada.
- Parámetros de funcionamiento.
- Componentes de seguridad.

2.4.5.4 Criticidad de equipos. Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Permite así mismo identificar las áreas sobre las cuales se tendrá una mayor atención del mantenimiento en función del proceso que se realiza.

- *Análisis de criticidad.* El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de los procesos, de los sistemas y de los equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable. Para el cual se detallara el siguiente método:
- *Matriz y flujograma de criticidad.* La matriz de criticidad envuelve aspectos gerenciales y criterios de decisión que tratan de abordar los aspectos de impacto global y de esta manera descubrir los ítems donde debemos atacar las consecuencias de las fallas, alineándonos de esta manera con los paradigmas modernos del mantenimiento.

Típicamente contiene elementos englobando:

- Estrategias del negocio.
- Misión de la planta.
- Costos de mantenimiento.
- Frecuencias de fallas.
- Pérdidas de producción.
- Riesgos involucrados (humanos, seguridad, entre otros).

El análisis se efectúa a través de una matriz que contiene siete áreas de impacto con los criterios respectivos que ubica a cada ítem en unas tres posibilidades:

- Riesgo alto.
- Riesgo medio.
- Riesgo bajo.

Las áreas de impacto mencionadas anteriormente, son las siguientes:

- SyS: Seguridad y salud.
- MA: Medio ambiente.
- CyP: Calidad y productividad.
- P: Producción.
- TO: Tiempos operativos.
- TBF: Intervalos entre actividades.
- MT: Tiempos y costos de mantenimiento (HERNANDEZ, 2012)

2.4.6 *Planificación y programación del mantenimiento.* Es el uso de un método sistemático y organizado que nos permitirá cumplir las diversas tareas a realizarse en la maquinaria o equipos, empleando del modo más racional los recursos humanos y materiales.

La optimización del plan de mantenimiento actual permitirá cumplir con las tareas a realizarse en los equipos de una forma sistemática y organizada.

2.4.7 *Clasificación de las subestaciones eléctricas.*

2.4.7.1 *De acuerdo a su función:*

- *Subestaciones elevadoras.* Estas subestaciones se encuentran adyacentes a las centrales generadoras y permiten modificar los parámetros de la potencia suministrada por los generadores, para permitir la transmisión de la energía eléctrica a través de la líneas de transmisión a tensiones más elevadas que la generación, en la república mexicana se genera entre 6 y 20 kV y se transmite a 69 kV, 115 kV, 138 kV, 230 kV y 400 kV.
- *Subestaciones receptoras (reductoras) primarias.* Estas subestaciones se alimentan directamente de las líneas de transmisión y reducen la tensión a valores menores según sea el nivel de la transmisión ya sea para ser usadas en subtransmisión o en distribución según sea el caso, los niveles comunes de tensión de salida de estas subestaciones son de 34.5 kV, 69 kV, 85 kV, y 115 kV.
- *Subestaciones receptoras (reductoras) secundarias.* Estas subestaciones se encuentran alimentadas normalmente por los niveles de tensión intermedios (69 kV, 115 kV y en algunos caso 85 kV) para alimentar a las llamadas redes de distribución de 6.6 kV, 13.8 kV, 23 kV y 34.5 kV.

2.4.7.2 *De acuerdo al tipo de instalación.*

- *Subestaciones tipo intemperie.* Son aquellas que están construidas para operar a la intemperie y que requieren del uso de máquinas y aparatos adaptados para el funcionamiento en condiciones atmosféricas adversas (lluvia, nieve, viento, contaminación ambiental) generalmente se usan para sistemas de alta tensión y en una forma muy elemental en las redes de distribución aéreas.
- *Subestaciones de tipo interior.* Las subestaciones que son instaladas en el interior de edificios no se encuentran por lo tanto sujetas a las condiciones de la intemperie, esta solución en la actualidad solo encuentra aplicación en ciertos tipos de subestaciones que ocupan poco espacio y que se conocen como subestaciones unitarias, que operan con potencias relativamente bajas y se emplean en el interior de industrias o comercios.

- Subestaciones tipo blindado.* En este tipo de subestaciones los aparatos y las maquinas se encuentran completamente blindados y el espacio que ocupan, a igualdad de potencia y tensiones; es muy reducido en comparación con los otros tipos de subestaciones. Generalmente se utilizan en fábricas, hospitales, auditorios, edificios y centros comerciales que requieran poco espacio para su instalación.(EN RÍQUEZ, 2004 págs. 30-41)

Figura 8. Clasificación de las subestaciones



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/59987986/subestaciones-electricas>

La investigación se enfocara únicamente en subestaciones receptoras (reductoras) primarias como es la Subestación dos perteneciente a la EERSA .

2.4.8 Elementos principales de una Subestación eléctrica. En la Subestación Dos de la EERSA se encuentran muchos dispositivos de protección y control, los cuales cumplen funciones distintas.

A continuación se mencionan los elementos más importantes que la conforman

2.4.8.1 Transformador de potencia. El transformador es una máquina eléctrica de corriente alterna que no tiene partes móviles.

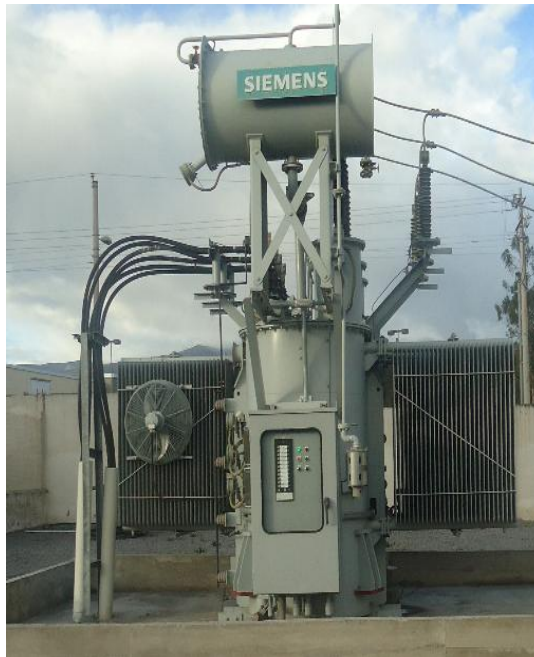
Es la parte más importante y más grande de una Subestación, consta de dos bobinas de alambre no magnético aisladas entre si y montadas estas en un núcleo magnético, todo esto sumergido en aceite aislante contenido en un tanque, (También se construyen transformadores de tipo seco), su relación de transformación puede ser ajustable, en más o en menos, para la tensión primaria o secundaria a través de taps.

El transformador puede ser utilizado como elevador de tensión o reductor de tensión, dependiendo esto de la relación de vueltas entre el devanado primario y el devanado secundario de sus bobinas: llamase primario siempre al embobinado que esté conectado siempre a la fuente de energía y secundario al que se conecta a la red de consumo.(ENRÍQUEZ, 2004)

El objetivo del mantenimiento de la subestación, se basa en el continuo y buen funcionamiento de este elemento. Se debe realizar pruebas o actividades de rutina con mucho más frecuencia que el resto de elementos de la subestación debido a que si existe alguna falla en el transformador se suspende el servicio de energía eléctrica trayendo consigo grandes pérdidas económicas tanto a los beneficiarios de la empresa como a la empresa misma. El transformador debe someterse a revisión y pruebas como mínimo una vez en el año en el peor de los casos. Los devanados deben revisarse periódicamente, sin embargo para esta actividad el transformador debe estar desenergizado por lo que debe programarse corte de energía para labores de mantenimiento.

La Subestación Dos de la EERSA cuenta con un transformador de potencia de 15 MVA .

Figura 9. Transformador de potencia de la Subestación Dosde la EERSA



Fuente: Autor

2.4.8.2 Transformador de medida. Los transformadores de medida (T.M.) son aquellos que transforman la corriente que se desea medir a valores secundarios cómodamente mensurables, manteniendo la relación correcta de los valores absolutos y las fases. Estos son transformadores de baja potencia destinados a alimentar instrumentos de medida, contadores, relés y otros aparatos análogos.

Existen dos tipos de transformadores de medida:

- *Transformadores de corriente (TC) o intensidad.* En estos transformadores la intensidad de corriente secundaria es proporcional a la intensidad primaria y desfasada a un ángulo próximo a cero con respecto a la misma.

Los equipos de protección que requieren alimentación de corriente lo reciben por medio de un transformador de corriente, cuyos objetivos principales consiste en aislar el sistema de protecciones del sistema de potencia y al mismo tiempo transformar la corriente real en una corriente adecuada para la alimentación de los equipos de protección.

Figura 10. Transformador de Corriente de la Subestación Dosde la EERSA

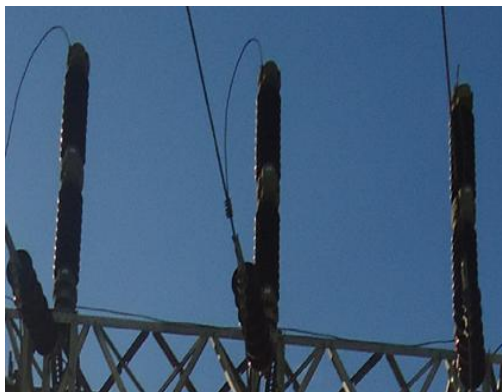


Fuente: Autor

- *Transformadores de potencial (TP) o de tensión.* En los transformadores de este tipo la tensión secundaria es proporcional a la primaria y desfasada un ángulo próximo a cero con respecto a la misma. Estos alimentan la tensión a los equipos de protección que lo requieran, ya que su objetivo es aislar el sistema de protección y medición del sistema de potencia y transformar la tensión real en una adecuada para la medición.

La función de los transformadores de medida es reducir a valores normalizados, las características de tensión y corriente de una red eléctrica. De esta manera, se evita la conexión directa entre los instrumentos y los circuitos de alta tensión, que sería peligroso para los operarios y requeriría cuadros de instrumentos con aislamiento especial, además de evitar utilizar instrumentos de medida de corrientes intensas especiales y costosos. (ENRÍQUEZ, 2004 págs. 47-76)

Figura 11. Transformador de Potencial de la Subestación Dosde la EERSA



Fuente: Autor

2.4.8.3 Interruptores de potencia. Un disyuntor o interruptor de potencia es un dispositivo de maniobra cuya función consiste en interrumpir la conducción de corriente en un circuito eléctrico bajo carga, en condiciones normales, así como, bajo condiciones de cortocircuito.

Su comportamiento determina el nivel de confiabilidad de un sistema eléctrico.

La parte activa está formada por la cámara de extinción que soportan los contactos y la parte pasiva es la estructura que aloja a la parte activa.

- *Interruptor de SF6 (Hexafluoruro de Azufre).* Esta tecnología desarrollada a finales de los años 60. Los contactos están dentro de un gas llamado hexafluoruro de azufre (SF6) que tiene una capacidad dieléctrica superior a otros fluidos dieléctricos conocidos. Son compactos y muy durables.

Figura 12. Interruptor SF6 de la Subestación Dosde la EERSA



Fuente: Autor

- *Celda de media tensión.* Se los denomina también como interruptor automático extraíble ya que pueden ser retirados de su lugar para trabajos de mantenimiento. Existen siete interruptores de este tipo en los alimentadores.

Figura 13. Interruptor automático extraíble de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

2.4.8.4 Barras colectoras. Se llaman barras colectoras al conjunto de conductores eléctricos que se utilizan como conexión común de los diferentes circuitos que consta una Subestación.

En una Subestación se puede tener uno o varios juegos de barras que agrupen distintos circuitos en uno o varios niveles de voltaje, dependiendo del propio diseño de la Subestación.

Figura 14. Barras colectoras a 69 kV de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

2.4.8.5 Seccionadores (cuchillas). Los seccionadores o cuchillas son un dispositivo de maniobra que sirven para conectar y desconectar los diversos equipos que componen una Subestación eléctrica. Su operación puede ser con circuitos energizados pero sin carga. Algunos equipos vienen equipados con dispositivos para ser operados bajo carga.

El mantenimiento de estos elementos se basa en revisiones termográficas para descartar puntos calientes, se debe limpiar sus aisladores y realizar pruebas de resistencia de contacto cuando el elemento lo requiera.

- *Componentes del seccionador.* Está formado por una base metálica donde se fijan dos o tres columnas de aisladores y sobre estos se encuentra la cuchilla. La cuchilla está formada por una parte móvil y una parte fija que es una mordaza que recibe y presionan la parte móvil.

Dependiendo de la posición que guarde la parte móvil de la cuchilla con respecto a la base puede ser:

- Horizontal.
- Horizontal invertida.
- Vertical.
- Pantógrafo. (ENRÍQUEZ, 2004 págs. 130-150)

Tienen generalmente asociado sistemas de enclavamientos con los componentes asociados para evitar su apertura mientras se encuentre bajo carga el circuito.

Figura 15. Seccionador o cuchillas de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

2.4.8.6 Aisladores. Es una pieza o estructura de material aislante, que tiene por objeto dar soporte rígido o flexible a los conductores de la Subestación eléctrica y proporcionan el nivel de aislamiento requerido por el sistema.

Deben soportar los diferentes estreses eléctricos y/o mecánicos a los que será sometida la Subestación en condiciones normales de operación (sobretensiones atmosféricas, vientos, cortocircuitos, tracción mecánica, etc.). Están compuestos por una o más piezas aislantes en las cuales los accesorios de conexión (herrajes) forman parte del mismo.

- *Selección y tipos de aisladores.* La selección adecuada del tipo de aislador depende de los diferentes factores, como son:

- Tipo de arreglo del tendido del conductor o barra.
- Nivel de aislamiento.
- Esfuerzos mecánicos.
- Condiciones ambientales.

Los tipos de aisladores más usados son:

- Aisladores de espiga.
- Aisladores de suspensión.
- Aisladores rígidos (columna).
- Aisladores de carrete

Los materiales más usados para la elaboración de los aisladores son la porcelana y el vidrio templado, aunque recientemente se usan compuestos poliméricos y goma de silicona.

Las características en general que deben tener estos materiales son:

- Alta resistencia eléctrica.
- Alta resistencia mecánica.
- Estructura muy densa.
- Cero absorciones de humedad.

En las siguientes imágenes se aprecian los aisladores poliméricos y cerámicos.

Figura 16. Aisladores



Fuente: ESP OIL - Mantenimiento

2.4.8.7 Conectores. Son dispositivos que sirven para mantener la continuidad eléctrica entre dos conductores.

Podemos distinguir de manera general cinco tipos de conectores:

- Conectores mecánicos
- Conectores automáticos
- Conectores tipo cuña
- Conectores por compresión
- Conectores por fusión

Figura 17. Conectores de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

2.4.8.8 Banco de condensadores. Estos bancos de capacitores son agrupamientos de unidades montadas sobre bastidores metálicos, las ventajas en una Subestación eléctrica son las siguientes:

- Ayuda a la regulación del voltaje
- Corrección del factor de potencia
- Balanceo de cargas
- Incrementa el nivel de voltaje de la carga
- Reducción de las pérdidas del sistema
- Incrementa el factor de potencia de los circuitos alimentadores
- Reduce la carga en los generadores y circuitos alimentadores librándoles capacidad

Figura 18. Banco de capacitores de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autores

Actualmente el banco de capacitores está fuera de servicio por lo cual se deberá sustituir o reparar el condensador averiado y que así favorezca al sistema.

2.4.8.9 Tableros. Estos elementos se localizan dentro de la caseta de control, están diseñados para alojar, en su parte frontal a los dispositivos de apertura o cierre de interruptores y cuchillas, conmutadores de equipos de medición, cuadros de alarma, sincronización etc. En su parte posterior, por lo regular se encuentran todos los esquemas de protección. (ENRÍQUEZ, 2004 págs. 157-174)

Figura 19. Tableros de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

2.4.8.10 Banco de baterías. Es una fuente independiente de energía, formada por un número determinado de celdas conectadas en serie para obtener la tensión en corriente continua requerida, se utiliza para suplir de electricidad y las luces de la Subestación eléctrica si falla la planta de emergencia.

Figura 20. Banco de baterías de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

2.4.8.11 Rectificador (cargador). Es un dispositivo de estado sólido conectado a la red de corriente alterna que se utiliza para cargar y mantener en flotación el banco de batería.

Figura 21. Rectificador de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

2.4.8.12 Relés. Un relé es un dispositivo que funciona por condiciones eléctricas o físicas y opera cuando estas condiciones rebasan valores preestablecidos. La operación de un relevador causa la operación de otros equipos.

Como se mencionó anteriormente, la señal eléctrica que recibe un relevador, es proporcionada por un transformador de instrumentos.

- Por su construcción existen dos clases o tipos de relevadores:

Relés electromecánicos y relés de estado sólido.

Hasta hace algunos años predominaban los relés electromecánicos pero a medida que la electrónica ha avanzado, los relevadores de estado sólido han desplazado a aquellos a continuación se presentan los relés más usados en las subestaciones eléctricas.

Tabla 2. Relés más usados en la subestaciones eléctricas

Tipo	Número de Norma	Protección
Sobrecorriente	51	Circuitos de distribución y protección de respaldo.
Diferencial	87	Transformador
Distancia	21	Línea de transmisión
Buchholtz	63	Protege transformador con tanque conservador.
Auxiliar diferencial	86	Dispara uno o más interruptores de manera simultánea y bloquea el cierre de los mismos,
Auxiliar de sobrecorriente	51X	Puede disparar más uno o más interruptores.
Auxiliar de temperatura	49	Opera a un valor
Prede		Predeterminado de temperatura para eliminar carga al transformador.

Fuente: Normas ANSI

2.4.8.13 Copas, empalmes y codos rompe arcos. Las copas terminales y codos rompe arco, son las terminaciones de los conductores aislados.

Generalmente son de material polimérico, contraíbles y permite hacer el arreglo para la conexión de las parte viva y de la pantalla de tierra del conductor aislado a los diferentes equipos.

Figura 22. Copas terminales de 13.8 kV de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

2.4.8.14 *Trincheras, ductos, conductos, drenajes.* Se debe evitar situar depósitos de agua en el interior de estos, ya que pueden tener instalaciones con tensión de tal forma que en su interior no provoquen averías y cortocircuitos que dañen las instalaciones eléctricas. No sólo por prevenir directamente los conductores sino por prevenir incendios que pueden ser perjudiciales, siempre se recomienda mantenerlo en buen estado evitando cualquier filtración perjudicial para la misma.

Figura 23. Trincheras, ductos y drenajes de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

2.4.8.15 Equipos contra incendios. En las subestaciones existen extintores de incendios en sitios fácilmente accesibles que ayudan a extinguir en caso de incendio y que puede ser provocado por algún descuido de las personas que laboran dentro de ella, ya que se trabaja con corrientes altas y voltajes elevados el cual es un peligro para los operarios y trabajadores de mantenimiento.

Estos extintores deberán revisarse periódicamente con el fin de mantenerlos en perfecto estado de servicio, y se los descarga totalmente por lo menos una vez al año, a fin de comprobar la eficacia de su cometido.

2.4.9 Funcionamiento de la subestación eléctrica. El funcionamiento de las subestaciones no suele ser complicado y es como sigue:

La tensión de alimentación de 69 kV llegan a través de líneas eléctricas de subtransmisión, desde la Subestación Cuatro que pertenece a CELEC EP, se encuentra ubicada en la avenida Monseñor Leónidas Proaño, perteneciente al sistema nacional interconectado proveniente de la central generadora, a un par de torres con sus respectivos aisladores.

De aquí ingresa a los seccionadores de línea entrada a la Subestación Cuatro, pasa por el interruptor de 69kV y sale a los seccionadores de barra, ya en la barra de 69kV, existe una distribución hacia los seccionadores de barra salida al transformador y a los seccionadores de barra salida a la Subestación Tres y a sus respectivos interruptores.

Desde el interruptor de 69 kV salida al transformador se energiza el transformador de potencia el cual proporciona un voltaje secundarios de 13.8 kV que ingresan a los tableros de control.

Debido a que en la subestación dos se tienen voltajes elevados, para realizar el control y medición de los parámetros de voltaje e intensidad, se encuentran instalados transformadores de corriente y de potencial con sus respectivos pararrayos. Estos elementos se encuentran ubicados en todas las subestaciones de distribución sirven para protección y medición a voltajes y corrientes elevadas.

En la casa de mando de la Subestación Dos de la EERSA existen nueve tableros que el operador debe vigilar de manera permanente; estos son:

- *El tablero de control.* Es una consola donde están instalados un conjunto de conmutadores e interruptores de mando, aparatos de protección y medida en donde el operador establece, según las necesidades, el status de los circuitos de la Subestación eléctrica abierto (frio) o cerrado (caliente), a continuación se detallan los siguientes:
 - a) El tablero de medición: Aquí se encuentran los amperímetros, voltímetros, kilovatímetros, frecuencímetros indicadores de regulación y los medidores de energía para cada circuito de la Subestación.
 - b) El tablero de protección: Aquí están localizados los relés que protegen la Subestación de diversos tipos de fallas y los elementos de "reset" de los mismos. Estos acondicionan la apertura de los interruptores en condiciones de falla.

Todas las subestaciones de un sistema eléctrico de potencia, han de contar con los siguientes elementos auxiliares:

- Una red de comunicación con despacho de carga, las centrales generadoras y las demás subestaciones eléctricas. Este es un componente auxiliar indispensable para la operación de las subestaciones eléctricas.
- Un banco de baterías

El funcionamiento de la Subestación, se limita a que, uno o dos transformadores reciban la energía a un determinado nivel de tensión y lo entregan a otro nivel según las características y el tipo de Subestación.

La Subestación Dos se encuentra conectada en anillo con la Subestación Cuatro y la Subestación Tres, en caso de ocurrir una falla en los tramos de alimentación hacia Subestación Dos, entra en paralelo cualquiera de las dos para trabajar como bypass, una vez realizada la reparación se normaliza el funcionamiento de la Subestación.

2.5 Hipótesis y variables

2.5.1 *Hipótesis general.* La planificación del mantenimiento que se ejecuta en la Subestación Dos de la EERSA influye directamente en la disponibilidad del servicio.

2.5.2 *Hipótesis particulares.*

- La forma empírica de mantenimiento que se aplica en la Subestación Dos de la EERSA incide directamente en la generación de fallas en los equipos que intervienen en la distribución de energía eléctrica
- La desestimación por parte de los trabajadores sobre el mantenimiento para la Subestación dos de la EERSA influye en las paradas del servicio.
- La creación e implementación de un plan óptimo de mantenimiento para la Subestación Dos de la EERSA incidirá directamente en la disponibilidad del servicio.

2.5.3 *Declaración de variables.*

2.5.3.1 *Hipótesis general.*

- Variable independiente: planificación del mantenimiento
- Variable dependiente: disponibilidad del servicio

2.5.3.2 *Hipótesis particulares.*

- Variable independiente: forma empírica del mantenimiento
- Variable dependiente: fallas en los equipos
- Variable independiente: desestimación del mantenimiento
- Variable dependiente: tiempo de paradas
- Variable independiente: plan optimo del mantenimiento
- Variable dependiente: disponibilidad del servicio

2.5.4 Operacionalización de las variables.

Tabla 3. Operacionalización de las variables

Variables	Definición	Indicador	Técnicas	Instrumentos
Variable independiente: procedimientos de mantenimiento mecánico y eléctrico	Se refiere a la ejecución de los tipos de mantenimientos en la Subestación	Nivel de conocimiento en los tipos de mantenimiento	Encuestas	Cuestionario
Variable dependiente: disponibilidad del servicio.	Se denomina disponibilidad del servicio a la actividad de la todos los equipos inmersos para la distribución de energía	Número de paradas imprevistas	Encuestas	Cuestionario

Fuente: Autor

2.6 Tipo y diseño de investigación

2.6.1 Investigación de campo. Este tipo de investigación se realizara en el lugar de los hechos donde se produce el fenómeno. Se apoya en el método de campo que consta de los siguientes pasos:

- Plan o diseño de la investigación
- Selección de muestra
- Recolección o análisis de datos
- Codificación y edición de la información
- Presentación de resultados
- Utiliza las técnicas de observación y encuesta

2.6.2 *Población y muestra.*

2.6.2.1 *Característica de la población y su delimitación.* El universo de esta investigación, está dada por todo el personal que interviene en el mantenimiento de la Subestación Dos de la EERSA, que comprende el jefe de Subestaciones, el ingeniero de subtransmisión, el ingeniero de telecomunicaciones, el auxiliar de subestaciones, el auxiliar de ingeniería eléctrica y el auxiliar de telecomunicaciones.

2.6.3 *Muestra y tamaño de la muestra.* No se hará el proceso de la selección de la muestra, en vista a que se trabaja con la población.

2.6.3.1 *Tratamiento estadístico de la información.* Una vez terminada la recolección de la información mediante los respectivos instrumentos y técnicas de investigación en este caso observación y encuestas. Se procederá a evaluar y analizar la información recogida para poder dar las respectivas conclusiones.

La tabulación de los datos obtenidos se realizó de modo cuantitativo y la presentación de la estadística descriptiva se efectuó utilizando gráficos tipos pasteles con las cantidades expresadas en porcentajes consideradas como frecuencia relativa. Con los datos presentados se procedió a su interpretación sobre la base del sustento teórico.(QUEZADA LUCIO, 2010)

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Análisis de la situación actual

La información se presenta de manera organizada, los datos se encuentran ordenados por el grupo de personas que fueron parte de la investigación.

Cada cuestionario constó de 12 preguntas para todo el personal que interviene en el mantenimiento de la Subestación Dos de la EERSA.

Los resultados se presentan de forma ordenada en hojas posteriores. Una vez presentado los resultados estos son analizados de acuerdo al criterio del investigador y finalmente son comparados con las hipótesis planteadas al inicio de la investigación.

3.2 Análisis comparativo, evolución, tendencia y perspectiva

Los resultados obtenidos luego del proceso de análisis de las respuestas en las encuestas realizado al jefe de subestaciones, el ingeniero de subtransmisión, el ingeniero de telecomunicaciones, el auxiliar de subestaciones, el auxiliar de ingeniería eléctrica y el auxiliar de telecomunicaciones, serán presentados a continuación

3.2.1 Resultados.

➤ **Pregunta 1. ¿El tipo de mantenimiento que más se efectúa en las diferentes instalaciones de la Subestación Dos, es?**

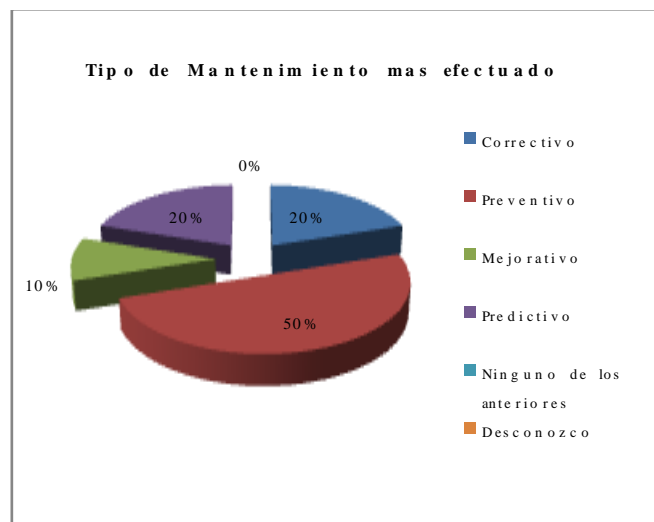
Los datos obtenidos para esta pregunta en la encuesta indican que el personal encargado del mantenimiento en la Subestación Dos de la EERSA, existen varios criterios sobre el tipo de mantenimiento que se realiza en las instalaciones siendo el predominante el mantenimiento preventivo.

Tabla 4. Tipos de mantenimiento

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Correctivo	2	20%
Preventivo	5	50%
Mejorativo	1	10%
Predictivo	2	20%
Ninguno de los anteriores	0	0%
Desconozco	0	0%
Total	10	100%

Fuente: Autor

Figura 24. Tipos de mantenimiento



Fuente: Autor

INTERPRETACIÓN: Según los datos obtenidos se evidencia que en la Subestación Dos se efectúa en mayor porcentaje el mantenimiento preventivo, lo cual indica que se requiere organizar el mantenimiento bajo una filosofía determinada para poder llegar en gran porcentaje a un mantenimiento predictivo, eliminando el mantenimiento correctivo.

➤ **Pregunta 2. ¿Se cuenta con un software de mantenimiento en la Subestación Dos de la EERSA?**

Se obtuvo como respuesta de acuerdo a la encuesta que efectivamente existe un software de mantenimiento llamado SISMAC el cual lo maneja el jefe de subestaciones,

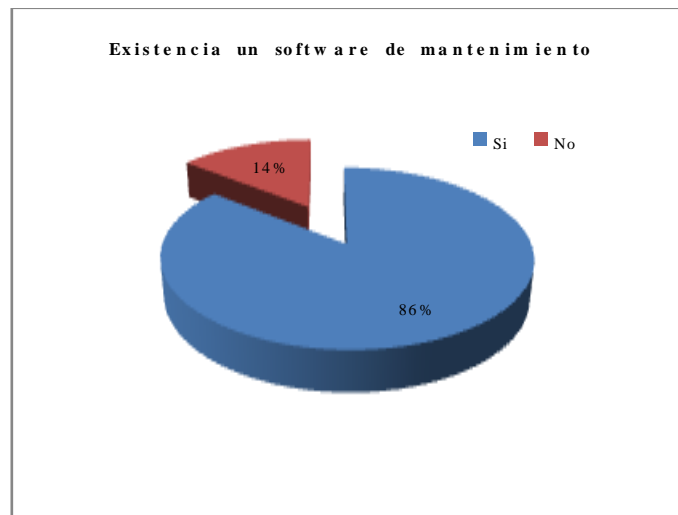
es por medio del cual se ha estado realizando la planificación del mantenimiento con una frecuencia mensual, los auxiliares son los encargados de realizar todas las actividades que se solicita realizar en la orden de trabajo.

Tabla 5. Software de mantenimiento

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	86%
No	1	14%
Total	7	100%

Fuente: Autor

Figura 25. Existencia del software de mantenimiento



Fuente: Autor

INTERPRETACIÓN: La mayoría de los encuestados indica que si se cuenta con un software de mantenimiento para la Subestación Dos de la EERSA, precisamente este software obliga a que se piense más en un mantenimiento preventivo que correctivo.

➤ **Pregunta 3. ¿Según su criterio considera usted que el software es manejado como es debido?**

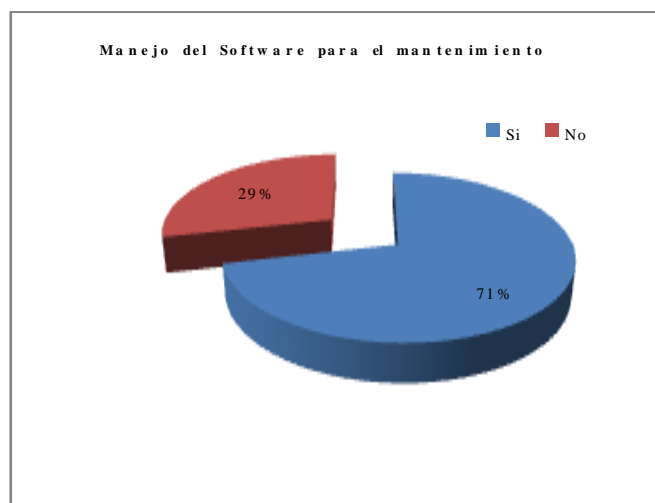
Durante las visitas realizadas a la oficina del jefe de subestaciones se pudo verificar y observar que no se registra en el software un historial sobre las fallas ocurridas en la Subestación Dos de la EERSA, además la forma en la cual se archiva las órdenes de trabajo realizado en las instalaciones no es adecuada

Tabla 6. Manejo del software

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	5	71 %
No	2	29 %
Total	7	100 %

Fuente: Autor

Figura 26. Manejo del software



Fuente: Autor

INTERPRETACIÓN: De los datos obtenidos podemos decir que el software de mantenimiento es primordial para la planificación del mantenimiento para la Subestación Dos de la EERSA debido a que el 71% de los encuestados respondió afirmativamente a esta pregunta, sin embargo no se utiliza a su capacidad total.

➤ **Pregunta 4. ¿Se prioriza las actividades de mantenimiento en base a su criticidad, repercusiones secundarias, etc.?**

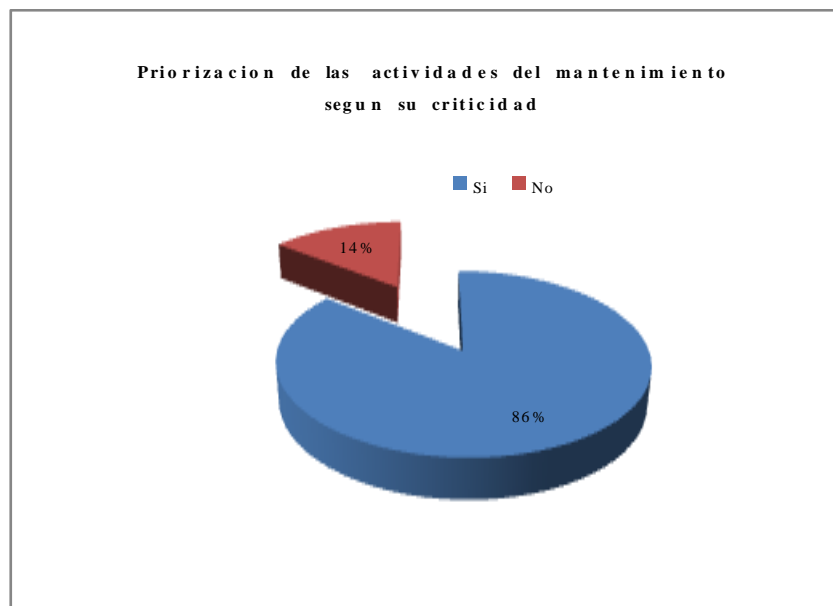
En las encuestas realizadas el jefe de subestaciones y el ingeniero de subtransmisión indica que de acuerdo a los impactos que tienen los elementos críticos de la Subestación Dos de la EERSA se prioriza las actividades del mantenimiento pero existe la posibilidad que existan fallas por el medio ambiente para lo cual el ingeniero de subtransmisión se encarga de todas las protecciones.

Tabla 7. Prioridad del mantenimiento en la Subestación Dos de la EERSA

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	86 %
No	1	14 %
Total	7	100 %

Fuente: Autor

Figura 27. Prioridad del mantenimiento en la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

INTERPRETACIÓN: De los datos obtenidos podemos decir que se priorizan las actividades según la criticidad de las máquinas en la Subestación Dos de la EERSA.

➤ **Pregunta 5. ¿Se archivan en los expedientes o historiales de equipos o sistemas, los trabajos de preparación y planificación de intervenciones?**

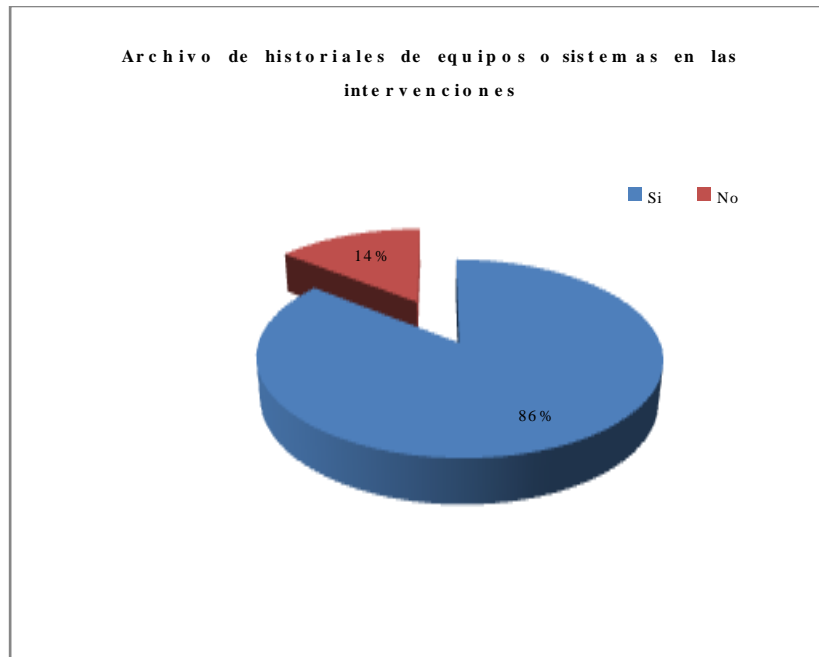
El jefe de subestaciones es el encargado de archivar las órdenes de trabajo en las cuales se realizan todas las maniobras, inspecciones visuales, revisiones, mediciones, etc. La forma en la cual se lleva el registro no es adecuada, ya que simplemente se archiva en documentos escritos mas no se ingresan los mismos en el software, el cual facilitaría y mejoraría en gran manera la gestión del mantenimiento.

Figura 28. Historial del mantenimiento de la Subestación Dos de la EERSA

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	86 %
No	1	14 %
Total	7	100 %

Fuente: Autor

Figura 29. Historial del mantenimiento de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

INTERPRETACIÓN: De los datos obtenidos podemos decir que se lleva un registro o archivo de las intervenciones en los equipos y sistemas de la Subestación Dos de la EERSA, sin embargo durante la encuestas estos datos no se ingresan en el software.

➤ **Pregunta 6. ¿Considera como crítica la salida de servicio de la Subestación Dos de la EERSA?**

Entre los encuestados pudimos establecer que la salida de servicio de la Subestación Dos de la EERSA es crítica debido a que aparte de la nueva ley del régimen eléctrico que establece grandes multas a las empresas distribuidoras de energía, todos los alimentadores son esenciales ya que alimentan a un sector comercial importante de la

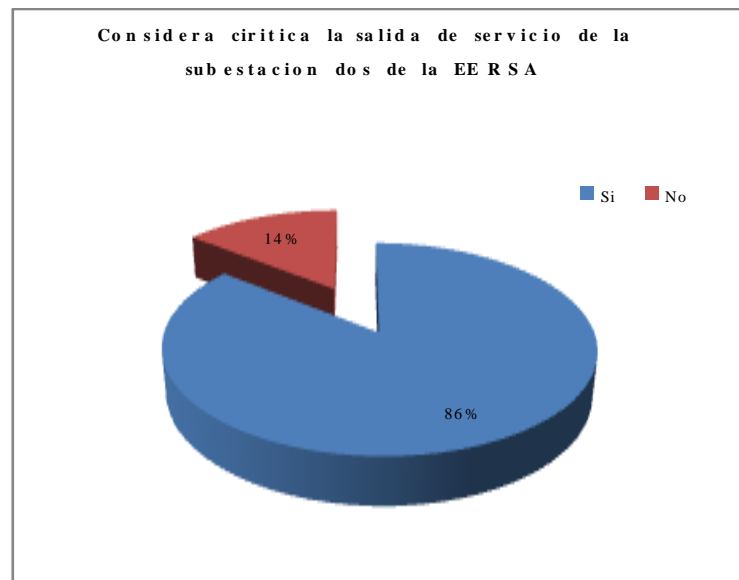
ciudad y además existe un alimentador único para la empresa Ecuacerámica, por tanto el mantenimiento debe ser muy estricto para evitar fallas catastróficas.

Tabla 8. Criticidad de la Subestación Dos de la EERSA

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	86 %
No	1	14 %
Total	7	100 %

Fuente: Autor

Figura 30. Criticidad de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

INTERPRETACIÓN: De los datos obtenidos podemos decir que sin duda alguna la salida del servicio de la Subestación Dos de la EERSA sería crítica, debido a que esta aporta con 15 MVA de la demanda de energía que la EERSA suministra.

➤ **Pregunta 7. ¿Podría indicar cuáles son las fallas más comunes dentro de la Subestación Dos de la EERSA en el periodo 2013-2014?**

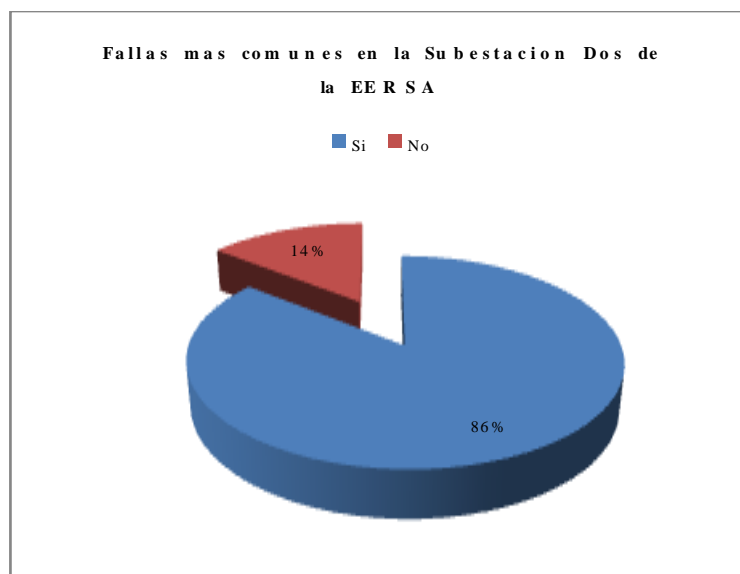
En base a las encuestas realizadas con todo el personal que integra el grupo de mantenimiento de subestaciones están en la capacidad de determinar las fallas más comunes en la Subestación dos de la EERSA en ese periodo.

Tabla 9. Fallas comunes en la Subestación Dos de la EERSA

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	86%
No	1	14%
Total	7	100%

Fuente: Autor

Figura 31. Fallas comunes en la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

INTERPRETACIÓN: De los datos obtenidos podemos decir que el 86 % de los encuestados es capaz de indicar las fallas más comunes en los equipos y sistemas de la Subestación Dos de la EERSA frente a un 14 % del personal de mantenimiento.

➤ **Pregunta 8. ¿Las consecuencias de una parada imprevista de la Subestación Dos de la EERSA, se podría considerar una situación: de carácter?**

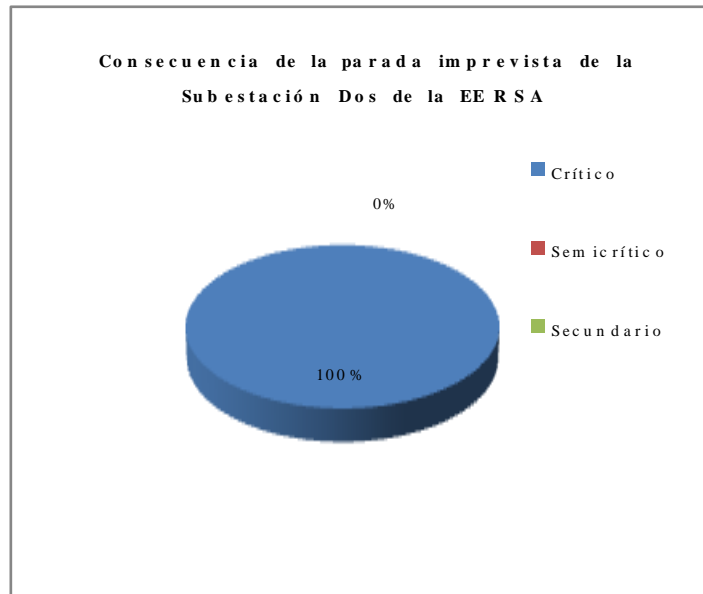
En las encuestas realizadas a todos los ingenieros y técnicos encargados del mantenimiento la respuesta es contundente en cuanto a la criticidad de la de la Subestación Dos, como consecuencia de la salida de servicio, ya que en horas pico llega aproximadamente a 12.5 MVA de la capacidad del transformador es decir que casi llega a su carga máxima, prácticamente se dejaría desabastecido a la empresa Ecuacerámica, paseo shopping y demás sectores vitales de la ciudad por lo cual se desataría un caos para la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.

Tabla 10. Consecuencia de la parada de la Subestación Dos de la EERSA

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Crítico	7	100 %
Semicrítico	0	0 %
Secundario	0	0 %
Total	7	100 %

Fuente: Autor

Figura 32. Consecuencia de la parada de la Subestación Dos de la EERSA



Fuente: Autor

INTERPRETACIÓN: De los datos obtenidos podemos decir que el 100 % de los encuestados está consciente que la Subestación Dos es de gran importancia para la producción de energía y los impactos negativos que produciría para la empresa sería de suma importancia.

➤ **Pregunta 9. ¿Podría indicar cuáles son las máquinas y sistemas que se consideran críticos en la Subestación Dos de la EERSA ?**

Los encuestados destacan las siguientes máquinas y sistemas:

Transformador de potencia

Interruptores

Cables de potencia y control

Puntas terminales de 13,8kV en todas las salidas de los alimentadores

Alimentadores

Protecciones

Seccionadores

De los visto el personal no conceptualiza lo que representa o lo que es un sistema crítico.

➤ **Pregunta 10. ¿Cree usted que el mantenimiento en la Empresa Eléctrica Riobamba S.A, garantiza un alto grado de disponibilidad?**

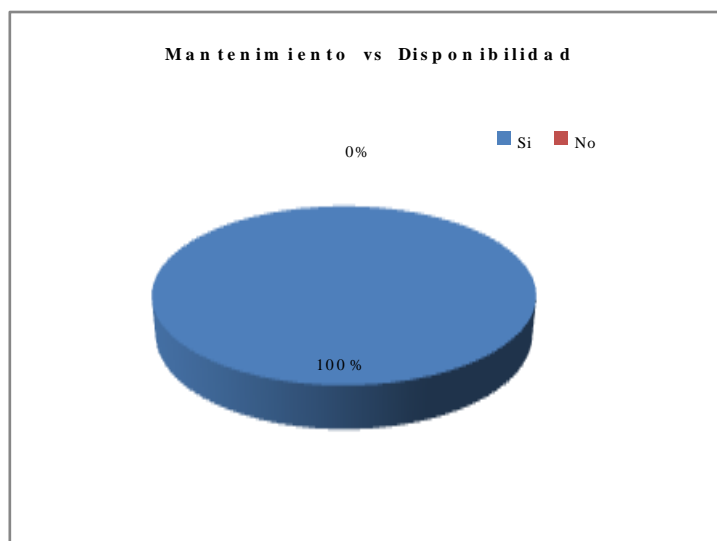
Todo el personal de mantenimiento es consciente que el mantenimiento es indispensable para garantizar la disponibilidad de los equipos de manera considerable.

Tabla 11.Mantenimiento vs Disponibilidad

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	7	100%
No	0	0%
Total	7	100%

Fuente: Autor

Figura 33. Mantenimiento vs Disponibilidad



Fuente: Autor

INTERPRETACIÓN: De los datos obtenidos podemos decir que el 100 % de los encuestados conoce sobre la importancia del mantenimiento en la industria por tanto es necesario adoptar políticas de mantenimiento.

➤ **Pregunta 11. ¿Podría indicar con qué frecuencia se realiza el mantenimiento a la Subestación Dos de la EERSA ?**

En base a las encuestas se pudo evidenciar que la frecuencia en que se realiza el mantenimiento es mensual el jefe de subestaciones ha proporcionado el detalle de las actividades que se realiza mensualmente, cabe acotar que el personal de la EERSA no realiza el mantenimiento del transformador de potencia según el ingeniero supo manifestar que el transformador fue adquirido en el 2009 el mismo que se le da mantenimiento cada dos años y por parte de la empresa ECUATRAN.

Tabla 12.Frecuencia del mantenimiento en la Subestación Dos

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Mensual	7	100 %
Trimestral	0	0 %
Semestral	0	0 %
Otras	0	0 %
Total	7	100 %

Fuente: Autor

Figura 34.Frecuencia del mantenimiento en la Subestación Dos



Fuente: Autor

INTERPRETACIÓN: De los datos obtenidos podemos decir que el 100 % de los encuestados conoce con qué frecuencia se realiza en mantenimiento en la Subestación Dos de la EERSA, el mantenimiento que indican realizar es mensual.

➤ **Pregunta 12. ¿La empresa Eléctrica Riobamba S.A ha utilizado alguna vez una asesoría externa para realizar una correcta planificación del mantenimiento en la Subestación Dos?**

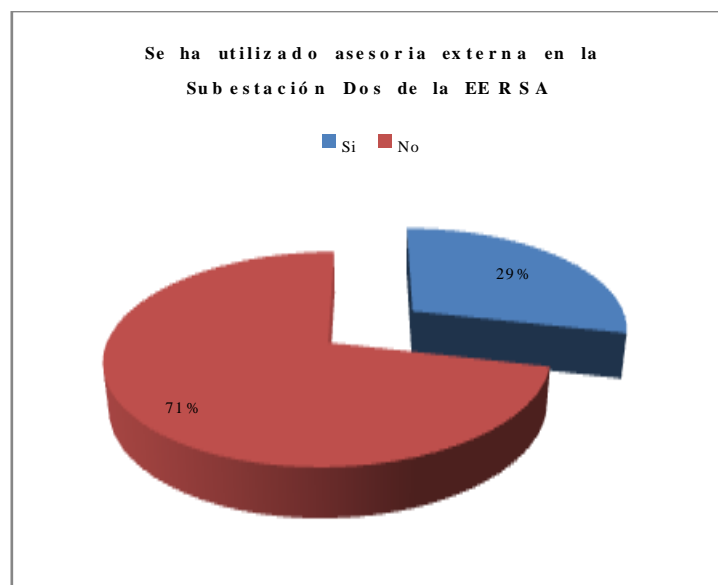
De todo el personal que se encuestó se obtuvo las respuestas de la mayoría de las personas que no se contrata asesoría externa para el mantenimiento sin embargo se obtuvo por parte del jefe de subestaciones un registro de mantenimiento realizado al transformador de potencia por parte de la empresa ECUATRAN.

Tabla 13. Tercerización del mantenimiento

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	2	29 %
No	5	71 %
Total	7	100 %

Fuente: Autor

Figura 35. Tercerización del mantenimiento



Fuente: Autor

INTERPRETACIÓN: De los datos obtenidos podemos decir que el 71 % de los encuestados mencionan que no se ha utilizado asesoría externa para el mantenimiento en la Subestación Dos por lo tanto el mantenimiento se lo realiza por el mismo personal de la EERSA, sin embargo de la documentación que se acompaña en los anexos se observa de que se utiliza servicio externo sobretodo de inspección.

3.3 Verificación de hipótesis

Tabla 14. Verificación de la hipótesis

Hipótesis	Verificación de hipótesis
La planificación del mantenimiento que se ejecuta en la Subestación Dos de la EERSA influye directamente en la indisponibilidad del sistema.	Comprobado con las preguntas 1 y 3.
La forma empírica de mantenimiento que se aplica en la Subestación Dos de la EERSA incide directamente en la generación de fallas en los equipos que intervienen en la distribución de energía eléctrica.	Comprobado con las preguntas 2 y 3
La desestimación por parte de los trabajadores sobre el mantenimiento para la Subestación Dos de la EERSA influye en las paradas del sistema.	Comprobado con las preguntas 2 y 5
La creación e implementación de un plan óptimo de mantenimiento para la Subestación Dos de la EERSA incidirá directamente en la disponibilidad del sistema.	Comprobado con las preguntas 2,3,5 y

CAPÍTULO IV

4. LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS, PROPUESTA

4.1 Tema.

Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la Subestación Dos de la EERSA.

4.2 Fundamentación

La planificación es una de las funciones básicas de la gestión del mantenimiento, de acuerdo al estudio realizado sobre los procedimientos de mantenimiento y su vital importancia en la interrupción del servicio eléctrico en la Subestación Dos de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo se ha detectado los siguientes inconvenientes:

- Elementos de la Subestación Dos de la EERSA sin codificación y sin calificación de su estado.
- Inexistencia de una política de mantenimiento, incurriendo a una aplicación elevada de mantenimiento correctivo.
- Personal poco familiarizado con el software de mantenimiento SISMAC.
- Personal sin capacitación en el área del mantenimiento.
- Presencia de un mantenimiento tercerizado.
- Ausencia de un historial de fallos de los equipos y elementos de la Subestación Dos de la EERSA.
- Inexistencia de una base datos de las intervenciones realizadas en la planificación del mantenimiento.
- Actividades de mantenimiento deficientes.

Todo esto conlleva a la aparición de fallas imprevistas en los componentes de la Subestación Dos, en vista al elevado volumen de energía que es suministrado desde la

Subestación Dos de la EERSA, el tema de confiabilidad es de gran relevancia, por lo tanto la gestión del mantenimiento tiene un papel de vital en la continuidad del servicio de energía eléctrica.

El objetivo del mantenimiento de la Subestación Dos, se fundamenta en el continuo y buen funcionamiento de todos sus componentes. Se debe realizar pruebas o actividades de rutina en base a una categorización de los equipos, ya que si existe alguna falla en los elementos críticos a se suspende el servicio de energía eléctrica dando lugar a grandes pérdidas económicas tanto a los beneficiarios de la empresa como a la empresa en sí.

4.3 O b j e t i v o s

4.3.1 *Objetivo general de la propuesta.* Implementar un plan de mantenimiento basado en normas internacionales aplicadas a la Subestación Dos de la EERSA del cantón Riobamba en la provincia de Chimborazo.

4.3.2 *Objetivos específicos de la propuesta.*

- Implementar un programa de mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos pertenecientes a la Subestación Dos de la EERSA.
- Elaborar una matriz de criticidad de los equipos eléctricos que intervienen en la distribución de energía eléctrica.

4.4 D e s c r i p c i ó n d e l a p r o p u e s t a

La propuesta para esta investigación se basa en aplicar una metodología que permita jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos en función a su impacto global en la distribución de energía eléctrica con el fin de facilitar la toma de decisiones.

La metodología propuesta, es una herramienta de priorización que genera resultados semicuantitativos basados en la teoría de riesgo. Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión de riesgo se presentaran a través de una matriz de criticidad.

4.5 A ctividades

4.5.1 *Parámetros principales en la planificación del mantenimiento.* Para poder llevar a cabo la planificación del mantenimiento se requiere tener información acerca de los siguientes parámetros principales:

- Estado técnico o condiciones actuales de la maquinaria o equipos.
- Grado de utilización de la maquinaria o equipos.
- Capacidad de carga a la que se hace trabajar la maquinaria o equipos.
- Decisiones acerca de la adquisición de nueva maquinaria o equipos.
- Decisiones acerca de la reconstrucción de la maquinaria o equipos existentes.
- Demanda futura de utilización de la maquinaria o equipos.
- Importancia de maquinaria o equipos dentro del proceso productivo.
- Banco de tareas a realizarse en la maquinaria o equipos.
- Servicio por el que comenzará el mantenimiento.
- Tiempo que se invertirá en la solución de reparaciones imprevistas.
- Cantidad de obreros necesarios.

4.6 P lan de m antenim iento

4.6.1 *Subestaciones eléctricas de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.* En el sistema eléctrico de la Empresa Eléctrica Riobamba, se tienen instaladas diez subestaciones de reducción de 69/13,8kV y una Subestación de paso que opera a 69 kV, el plan de mantenimiento se lo realizo a la Subestación dos y se describe a continuación:

- En el patio de la Subestación dos está localizado un transformador de 15 MVA marca SIEMENS, del mismo que se abastece a cinco alimentadores a 13,8kV, existiendo también un alimentador expreso que sirve a la empresa Ecuacerámica, la longitud total de las redes de media tensión es de 205,66 km .

La empresa abastece de energía a toda la provincia de Chimborazo, por lo que es un buen momento para implementar un programa de mantenimiento y una optimización del plan de mantenimiento que cumpla con las condiciones requeridas para la conservación de los bienes de la empresa.

Tabla 15. Diagnóstico de estado actual de la Subestación Dos de la EERSA

		EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A		
REGISTRO DE EQUIPOS EXISTENTES EN LA SUBESTACIÓN DOS DE LA EERSA				
N°	TALLER	EQUIPO	MARCA	OBSERVACIONES
1	SB	Cubículo # 14 de 13.8 kV alimentador cerámica	AICO	FUNCIONA
2	SB	Disyuntor del alimentador cerámica	AREVA	FUNCIONA
3	SB	Mecanismo del alimentador cerámica	Westinghouse	FUNCIONA
4	SB	Seccionador de línea salida s/e # 4	Westinghouse	FUNCIONA
5	SB	Seccionador de barra salida s/e # 4	Westinghouse	FUNCIONA
6	SB	Seccionador de línea salida s/e # 3	Westinghouse	FUNCIONA
7	SB	Seccionador de barra salida s/e # 3	Westinghouse	FUNCIONA
8	SB	Seccionador de barra salida transformador	Westinghouse	FUNCIONA
9	SB	Mecanismo del disyuntor salida del transformador	Westinghouse	FUNCIONA
10	SB	Disyuntor salida al transformador	AREVA	FUNCIONA
11	SB	Transformador de 15 MVA de 69/13.8 kV	SIEMENS	FUNCIONA
12	SB	Disyuntor salida s/e # 3	AREVA	FUNCIONA
13	SB	Mecanismo de operación del disyuntor salida s/e # 3	AREVA	FUNCIONA
14	SB	Disyuntor salida s/e # 4	AREVA	FUNCIONA
15	SB	Mecanismo de operación del disyuntor salida s/e # 4	AREVA	FUNCIONA
16	SB	Disyuntor soplado en aire alimentador principal	AREVA	FUNCIONA
17	SB	Mecanismo de operación del disyuntor alimentador principal	AREVA	FUNCIONA
18	SB	Disyuntor del alimentador 1/2	AREVA	FUNCIONA
19	SB	Mecanismo de operación del disyuntor salida 1/2	AREVA	FUNCIONA
20	SB	Disyuntor del alimentador 2/2	AREVA	FUNCIONA
21	SB	Mecanismo de operación del disyuntor salida 2/2	AREVA	FUNCIONA
22	SB	Disyuntor del alimentador 3/2	AREVA	FUNCIONA
23	SB	Mecanismo de operación del disyuntor salida 3/2	AREVA	FUNCIONA
25	SB	Disyuntor soplado en aire alimentador 4/2	AREVA	FUNCIONA
26	SB	Mecanismo de operación del disyuntor salida 4/2	AREVA	FUNCIONA
27	SB	Disyuntor soplado en aire alimentador 6/2	AREVA	FUNCIONA
28	SB	Mecanismo de operación del disyuntor salida 6/2	AREVA	FUNCIONA
29	SB	Disyuntor del alimentador capacitores tableros	AREVA	FUNCIONA
30	SB	Mecanismo de operación del disyuntor alimentador capacitores	AREVA	FUNCIONA
31	SB	Interruptor de los capacitores	Westinghouse	FUNCIONA
32	SB	Disyuntor del alimentador servicios auxiliares	Westinghouse	FUNCIONA
33	SB	Mecanismo de operación del disyuntor alimentador servicios auxiliares	Westinghouse	FUNCIONA
34	SB	Cubículo # 1 de 13.8 kV alimentador 4/1 (guano) tablero s/e 2	Westinghouse	FUNCIONA
35	SB	Cubículo # 2 de 13.8 kV alimentador servicios auxiliares tablero s/e 2	Westinghouse	FUNCIONA
36	SB	Cubículo # 3 de 13.8 kV alimentador 2/2 tablero s/e 2	Westinghouse	FUNCIONA
37	SB	Cubículo # 4 de 13.8 kV alimentador capacitores tablero s/e 2	Westinghouse	FUNCIONA
38	SB	Cubículo # 5 de 13.8 kV servicios auxiliares de cc tablero s/e 2	Westinghouse	FUNCIONA
39	SB	Cubículo # 6 de 13.8 kV servicios auxiliares de ca tablero s/e 2	Westinghouse	FUNCIONA
40	SB	Cubículo # 7 de 13.8 kV medida totalizadores tablero s/e 2	Westinghouse	FUNCIONA
41	SB	Cubículo # 8 de 69 kV tablero s/e 2	Westinghouse	FUNCIONA
42	SB	Cubículo # 9 de 13.8 kV principal tablero s/e 2	Westinghouse	FUNCIONA
43	SB	Cubículo # 10 de 13.8 kV alimentador 1/2 tablero s/e 2	Westinghouse	FUNCIONA
44	SB	Cubículo # 11 de 13.8 kV alimentador 3/2 tablero s/e 2	Westinghouse	FUNCIONA
45	SB	Cubículo # 12 de 13.8 kV alimentador 7/2 (cerámica) tablero s/e 2	Westinghouse	FUNCIONA
46	SB	Banco de baterías de la Subestación # 2	EXIDE	FUNCIONA
47	SB	Cargador de baterías Subestación # 2	EXIDE	FUNCIONA
48	SB	Herrajes conectores conductores de 69 kV	S/N	FUNCIONA
49	SB	Estructura de 69 kV	S/N	FUNCIONA

Fuente: Autor

4.7 Organización integral del mantenimiento

Para la elaboración del plan de mantenimiento, se deberá clasificar la información de cada uno de los equipos y elementos de la Subestación Dos de la EERSA obtenidos en el capítulo anterior, con respecto a las diferentes aplicaciones prácticas que se llevan a cabo en cada uno de los equipos, máquinas e instrumentos presentes, desarrollando su respectivo proceso previo a la ejecución del ensayo, al igual que de los trabajos realizados ya sean de corrección o conservación del inventario, con el fin de realizar un registro y un historial de las máquinas, así como de las diferentes tareas a realizar en el mantenimiento, siendo necesario la codificación de cada uno de estos antes de elaborar las diferentes fichas respectivas para cada uno de los elementos con los que cuenta la Subestación.

Para la codificación técnica se tomó en cuenta aspectos como: ubicación, área y sistema. Posteriormente se determinó el estado técnico actual, mediante la evaluación de algunos parámetros de funcionamiento.

Adicionalmente se elaboraron documentos pertinentes para optimizar la gestión del mantenimiento acorde al equipo que posee la Empresa.

4.7.1 Codificación de máquinas y equipos. Para la codificación técnica de los equipos de la Subestación dos de la EERSA se tomó en cuenta la bibliografía citada en la página 23 de esta investigación, del autor TAVARES, Lourival. Administración moderna de mantenimiento, que se muestra en la figura 7.

4.7.2 Fichas técnicas de máquinas y equipos. Para la elaboración de las fichas técnicas de los equipos de la Subestación Dos de la EERSA se tomó en cuenta la bibliografía citada en la página 24 de esta investigación, del autor HERNÁNDEZ, Eduardo. Gestión de mantenimiento.

A continuación se realizó un levantamiento de la información de todos los equipos y elementos de la Subestación Dos de la EERSA, para lo cual en primer lugar se verificó si se encuentran en funcionamiento todos los equipos y registramos sus datos de fábrica, todas las tablas se muestra a continuación en las tablas 17 hasta la 32.

Tabla 16. Codificación de los equipos de la Subestación Dos de la EERSA.

		EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A
CODIFICACIÓN TÉCNICA DE LA SUBESTACIÓN DOS DE LA EERSA		
N°	EQUIPO	CODIGO TÉCNICO
1	Cubículo # 14 de 13.8 kV alimentador cerámica	SB-02-TA001-ECU14
2	Disyuntor del alimentador cerámica	SB-02-ALCER-EDI01
3	Mecanismo del alimentador cerámica	SB-02-ALCER-EMD01
4	Seccionador de línea salida s/e # 4	SB-02-SA002-ESE01
5	Seccionador de barra salida s/e # 4	SB-02-SA002-ESE02
6	Seccionador de línea salida s/e # 3	SB-02-SA001-ESE01
7	Seccionador de barra salida s/e # 3	SB-02-SA001-ESE02
8	Seccionador de barra salida transformador	SB-02-ST001-ESE01
9	Mecanismo del disyuntor salida del transformador	SB-02-ST001-EMD04
10	Disyuntor salida al transformador	SB-02-ST001-EDI04
11	Transformador de 15 MVA de 69/13.8 kV	SB-02-ST001-ETR02
12	Disyuntor salida s/e # 3	SB-02-SA001-EDI01
13	mecanismo de operación del disyuntor salida s/e # 3	SB-02-SA001-EMD01
14	disyuntor salida s/e # 4	SB-02-SA002-EDI02
15	Mecanismo de operación del disyuntor salida s/e # 4	SB-02-SA002-EMD02
16	Disyuntor soplado en aire alimentador principal	SB-02-ALPRI-EDI01
17	Mecanismo de operación del disyuntor alimentador principal	SB-02-ALPRI-EMD01
18	Disyuntor del alimentador 1/2	SB-02-AL1/2-EDI01
19	Mecanismo de operación del disyuntor salida 1/2	SB-02-AL1/2-EMD01
20	Disyuntor del alimentador 2/2	SB-02-AL2/2-EDI01
21	Mecanismo de operación del disyuntor salida 2/2	SB-02-AL2/2-EMD01
22	Disyuntor del alimentador 3/2	SB-02-AL3/2-EDI01
23	Mecanismo de operación del disyuntor salida 3/2	SB-02-AL3/2-EMD01
25	Disyuntor soplado en aire alimentador 4/2	SB-02-AL4/2-EDI01
26	Mecanismo de operación del disyuntor salida 4/2	SB-02-AL4/2-EMD01
27	Disyuntor soplado en aire alimentador 6/2	SB-02-AL6/2-EDI01
28	Mecanismo de operación del disyuntor salida 6/2	SB-02-AL6/2-EMD01
29	Disyuntor del alimentador capacitores tableros	SB-02-ALCAP-EDI01
30	Mecanismo de operación del disyuntor alimentador capacitores	SB-02-ALCAP-EMD01
31	Interruptor de los capacitores	SB-02-ALCAP-EDI02
32	Disyuntor del alimentador servicios auxiliares	SB-02-ALSAX-EDI01
33	Mecanismo de operación del disyuntor alimentador servicios auxiliares	SB-02-ALSAX-EMD01
34	Cubículo # 1 de 13.8 kV alimentador 4/1 (guano) tablero s/e 2	SB-02-TA001-ECU01
35	Cubículo # 2 de 13.8 kV alimentador servicios auxiliares tablero s/e 2	SB-02-TA001-ECU02
36	Cubículo # 3 de 13.8 kV alimentador 2/2 tablero s/e 2	SB-02-TA001-ECU03
37	Cubículo # 4 de 13.8 kV alimentador capacitores tablero s/e 2	SB-02-TA001-ECU04
38	Cubículo # 5 de 13.8 kV servicios auxiliares de cc tablero s/e 2	SB-02-TA001-ECU05
39	Cubículo # 6 de 13.8 kV servicios auxiliares de ca tablero s/e 2	SB-02-TA001-ECU06
40	Cubículo # 7 de 13.8 kV medida totalizadores tablero s/e 2	SB-02-TA001-ECU07
41	Cubículo # 8 de 69 kV tablero s/e 2	SB-02-TA001-ECU08
42	Cubículo # 9 de 13.8 kV principal tablero s/e 2	SB-02-TA001-ECU09
43	Cubículo # 10 de 13.8 kV alimentador 1/2 tablero s/e 2	SB-02-TA001-ECU10
44	Cubículo # 11 de 13.8 kV alimentador 3/2 tablero s/e 2	SB-02-TA001-ECU11
45	Cubículo # 12 de 13.8 kV alimentador 7/2 (cerámica) tablero s/e 2	SB-02-TA001-ECU12
46	Banco de baterías de la Subestación # 2	SB-02-CB001-EBB01
47	Cargador de baterías Subestación # 2	SB-02-CB001-ECB01
48	Herrajes conectores conductores de 69 kV	SB-02-BA001-EHC01
49	Estructura de 69 kV	SB-02-BA001-MES01

Fuente: Autor

Tabla 17. Ficha de datos técnicos del transformador de potencia

		FICHA DE DATOS TÉCNICOS		Elabora:		K leber Granizo			
				Revisa:		Dr. José Granizo			
				Aprueba:		Dr. Marco Haro			
RESPONSABLE		MARCA DEL EQUIPO		CODIGO DEL EQUIPO		AREA		SUBESTACIÓN :	
Ing. Cesar Cepeda		SIEMENS		SB-02-ST001-ETR02		DOM		DOS	
FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA									
									
TIEMPO DE VIDA		30		MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO	
AÑO DE FABRICACIÓN		2009		SI		NO		TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO		5		X		X			
E SPECIFICACIONES TÉCNICAS									
Tipo		CKOUM1087-08 S/69		Serie		298804			
Potencia		15/18.75 MVA		Año		2009			
Número de fases		3		Refrigeración		ONAN/ONAF			
Tensión primario		69000 V		Tensión secundaria		13800/7967.4 V			
Corriente primario		125.5/156.9 A		Corriente secundaria a ONAN / ONAF		627.6/784.4 A			
ONAN / ONAF				Frecuencia		60 Hz			
Impedancia a ONAN		7.26 %		Líquido aislante		Aceite min. inhibido			
Corriente de corto circuito		8.64 kA		Peso del líquido en el tanque		7226 kg			
Propia circuito		3 S		Peso del líquido en el conservador		91 kg			
Tiempo máximo en corto circuito		3 S		Peso del líquido en los radiadores		913 kg			
Peso radiadores y conservador vacíos		2372 kg		Volumen total del líquido aislante		7776 l			
Peso tanque (cuba)		5017 kg		Peso parte extraíble		13165 kg			
Peso accesorios		974 kg		Peso total		27439 kg			
Peso núcleo y devanados		11477 kg		Altura libre para desencube		6700 mm			
Nº Concurso		03-DOM-2007		Aislamiento clase		AO			
Norma general		IEC		Material devanados at/bt		CU/CU			
BIL devanados y porcelanas at/bt		350/110 kV		Tensión aplicada 60hz at/bt		140/34 kV			
BIL devanados y porcelana neutro		110 kV		Elevación de temperatura devanados °C		65			
Temperatura ambiente máxima		40		Elevación de temperatura Líquido (top) °C		60			
Altura de diseño m.s.n.m.		3000		Tanque diseñado para soportar vacío		110 kPa			

Fuente: Autor

Tabla 18. Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador (7/2) Ecuacerámica

		FICHA DE DATOS TÉCNICOS				Elabora:	
						Kleber Granizo	
						Revisa:	
		Dr. José Granizo					
		Aprueba:		Dr. Marco Haro			
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO		AREA	SUBESTACIÓN:		
Ing. Cesar Cepeda	AICO	SB-02-TA001-ECU14		DOM	DOS		
FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA							
							
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO	
AÑO DE FABRICACIÓN	2006	SI	NO	SI	NO	INTERRUPTOR DE 13.8 kV ALIMENTADOR (7/2) ECUACERAMICA	
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	5	X		X			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Aparato de conexión: METAL CLAD PARA VCP				Frecuencia: 60 Hz			
Modelo: SWGVCB				Icc: 25 kA			
Serie/año de fabricación: 03/2006				Peso total: 1184 kg			
Voltaje: 13800 V				Grado protección: IP33			
Barra vertical: 800 A				Dimensiones (h x a x p): 2.3X0.9X2 MTS.			
Barra horizontal: 800 A				Barra neutro /tierra: 400 A			

Fuente: Autor

Tabla 19. Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador (1/2)

	FICHA DE DATOS TÉCNICOS			Elabora:	K leber Granizo	
				Revisa:	Dr. José Granizo	
				A prueba:	Dr. Marco Haro	
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO	AREA	SUBESTACIÓN:		
Ing. Cesar Cepeda	WESTINGHOUSE	SB-02-TA001-ECU10	DOM	DOS		
FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA						
						
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO
AÑO DE FABRICACIÓN	1979	SI	NO	SI	NO	
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	35	x		x		
E SPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Tipo: DHP. PORCEL LINE			Air: CIRCUIT BREAKER			
150 DHP: 500			Style: 49Y2161			
Continuous AMPS: 1200			Serie: 02			
Tiempo de Interrupción: 03/2006			Nominal de Cortocircuito: 18 kA			
Voltios Motor: 5 ciclos			Closed voltios: 90-130 DC/5 A			
Trip Voltios: 70-140 DC			Año: 2-1979			
Frecuencia: 60 Hz			Voltaje máximo: 15 kV			
Factor K: 1.30			BIL: 95 kV			
BRK.WT: 1450			IB32-253-2 : C & LKA37			

Fuente: Autor

Tabla 20. Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador (2/2)

		FICHA DE DATOS TÉCNICOS			Elabora:	
					K leber Granizo	
					Revisa:	
					Dr. José Granizo	
					Dr. Marco Haro	
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO		AREA	SUBESTACIÓN:	
Ing. Cesar Cepeda	WESTINGHOUSE	SB-02-TA001-ECU03		DOM	DOS	
FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA						
						
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO
AÑO DE FABRICACIÓN	1979	SI	NO	SI	NO	
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	35	X		X		
E S P E C I F I C A C I O N E S T É C N I C A S						
Tipo: DHP. PORCEL LINE			Air: CIRCUIT BRAKER			
150 DHP: 500			Style: 49Y2161			
Continuous AMPS: 1200			Serie: 05			
Tiempo de Interrupción :03/2006			Nominal de Cortocircuito: 18 kA			
Voltios Motor: 5 ciclos			Closed voltios: 90-130 DC/5 A			
Trip Voltios: 70-140 DC			Año: 2-1979			
Frecuencia: 60 Hz			Voltaje máximo: 15 kV			
Factor K: 1.30			BIL: 95 kV			
BRK.WT: 1450			IB32-253-2 : C & LKA37			

Fuente: Autor

Tabla 21. Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador (3/2)

		FICHA DE DATOS TÉCNICOS		Elabora:		
				K leber Granizo		
				Revisa:		
				Dr. José Granizo		
				Aprueba		
				Dr. Marco Haro		
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO	AREA	SUBESTACIÓN:		
Ing. Cesar Cepeda	WESTINGHOUSE	SB-02-TA001-ECU11	DOM	DOS		
FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA						
						
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO
AÑO DE FABRICACIÓN	1979	SI	NO	SI	NO	
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	35	X		X		
E SPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Tipo: DHP. PORCEL LINE			Air: CIRCUIT BRAKER			
150 DHP: 500			Style: 49Y2161			
Continuous AMPS: 1200			Serie: 08			
Tiempo de Interrupción: 03/2006			Nominal de Cortocircuito: 18 kA			
Voltios Motor: 5 ciclos			Closed voltios: 90-130 DC/5 A			
Trip Voltios: 70-140 DC			Año: 2-1979			
Frecuencia: 60 Hz			Voltaje máximo: 15 kV			
Factor K: 1.30			BIL: 95 kV			
BRK.WT: 1450			IB 32-253-2 : C & LKA 37			

Fuente: Autor

Tabla 22. Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador (4/2)

		FICHA DE DATOS TÉCNICOS			Elabora:		K leber Granizo		
					Revisa:		Dr. José Granizo		
					Aprueba:		Dr. Marco Haro		
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO		AREA	SUBESTACIÓN:				
Ing. Cesar Cepeda	WESTINGHOUSE	SB-02-TA001-ECU01		DOM	DOS				
FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA									
									
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO			
AÑO DE FABRICACIÓN	1979	SI	NO	SI	NO	INTERRUPTOR DE 13.8 kV ALIMENTADOR (4/2)			
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	35	X		X					
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS									
Tipo: DHP. PORCEL LINE					Air: CIRCUIT BREAKER				
150 DHP: 500					Style: 49Y2161				
Continuous AMPS: 1200					Serie: 01				
Tiempo de Interrupción: 03/2006					Nominal de Cortocircuito: 18 kA				
Voltios Motor: 5 ciclos					Closed voltios: 90-130 DC/5 A				
Trip Voltios: 70-140 DC					Año: 2-1979				
Frecuencia: 60 Hz					Voltaje máximo: 15 kV				
Factor K: 1.30					BIL: 95 kV				
BRK.WT: 1450					IB32-253-2 : C & LKA37				

Fuente: Autor

Tabla 23. Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador capacitores

		FICHA DE DATOS TÉCNICOS			Elabora:		K leber Granizo		
					Revisa:		Dr. José Granizo		
					Aprueba:		Dr. Marco Haro		
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO		AREA	SUBESTACIÓN:				
Ing. Cesar Cepeda	WESTINGHOUSE	SB-02-TA001-ECU04		DOM	DOS				
FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA									
									
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO			
AÑO DE FABRICACIÓN	1979	SI	NO	SI	NO	INTERRUPTOR DE 13.8 kV ALIM. CAPACITORES			
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	35	X		X					
E S P E C I F I C A C I O N E S T É C N I C A S									
Tipo: DHP. PORCEL LINE					Air: CIRCUIT BRAKER				
150 DHP: 500					Style: 49Y2161				
Continuous AMP S: 1200					Serie: 04				
Tiempo de Interrupción: 03/2006					Nominal de Cortocircuito: 18 kA				
Voltios Motor: 5 ciclos					Closed voltios: 90-130 DC/5 A				
Trip Voltios: 70-140 DC					Año: 2-1979				
Frecuencia: 60 Hz					Voltaje máximo: 15 kV				
Factor K: 1.30					BIL: 95 kv				
BRK.W T: 1450					IB 32-253-2 : C & LKA 37				

Fuente: Autor

Tabla 24. Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador servicios auxiliares

		FICHA DE DATOS TÉCNICOS				Elabora:	
						K leber Granizo	
						Revisa:	
				Dr. José Granizo			
				Aprueba:			
				Dr. Marco Haro			
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO		AREA	SUBESTACIÓN:		
Ing. Cesar Cepeda	WESTINGHOUSE	SB-02-TA001-ECU06		DOM	DOS		
FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA							
							
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO	
AÑO DE FABRICACIÓN	2006	SI	NO	SI	NO		
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	5	X		X			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Tipo: DHP. PORCEL LINE				Air: CIRCUIT BRAKER			
150 DHP: 500				Style: 49Y2161			
Continuous AS: 1200				Serie: 07			
Tiempo de Interrupción: 03/2006				Nominal de Cortocircuito: 18 kA			
Voltios Motor: 5 ciclos				Closed voltios: 90-130 DC/5 A			
Trip Voltios: 70-140 DC				Año: 2-1979			
Frecuencia: 60 Hz				Voltaje máximo: 15 kV			
Factor K: 1.30				BIL: 95 kV			
BRK.WT: 1450				IB32-253-2 : C & LKA37			

Fuente: Autor

Tabla 25. Ficha técnica del interruptor de 13.8 kV alimentador (6/2)

	FICHA DE DATOS TÉCNICOS		Elabora: Kleber Granizo			
			Revisa: Dr. José Granizo			
			A prueba: Dr. Marco Haro			
RESPONSABLE Ing. Cesar Cepeda	MARCA DEL EQUIPO WESTINGHOUSE	CODIGO DEL EQUIPO SB-02-TA001-ECU07	AREA DOM	SUBESTACIÓN: DOS		
FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA						
						
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO INTERRUPTOR DE 13.8 kV ALIMENTADOR (6/2)
AÑO DE FABRICACIÓN	1979	SI	NO	SI	NO	
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	35	X		X		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Tipo: DHP. PORCEL LINE			Air: CIRCULT BRAKER			
150 DHP: 500			Style: 49Y2161			
Continuous AMP S: 1200			Serie: 07			
Tiempo de Interrupción: 03/2006			Nominal de Cortocircuito: 18 kA			
Voltios Motor: 5 ciclos			Closed voltios: 90-130 DC/5 A			
Trip Voltios: 70-140 DC			Año: 2-1979			
Frecuencia: 60 H z			Voltaje máximo: 15 kV			
Factor K: 1.30			BIL: 95 kV			
BRK.W T: 1450			IB32-253-2: C & LKA37			

Fuente: Autor

Tabla 26. Ficha técnica del seccionador de línea salida a la Subestación Tres

		FICHA DE DATOS TÉCNICOS			Elabora:	
					K leber Granizo	
					Revisa:	
					Dr. José Granizo	
					Aprueba	
					Dr. Marco Haro	
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO		AREA	SUBESTACIÓN:	
Ing. Cesar Cepeda	AREVA	SB-02-SA 001-ESE01		DOM	DOS	
FOTOGRAFÍA DEL ELEMENTO						
						
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO
AÑO DE FABRICACIÓN	2009	SI	NO	SI	NO	SECCIONADOR DE LINEA SALIDA A LA SE 3
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	5	X			X	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
N° Serie: A 31913						
Norma: IEC 62271-102						
Seccionador : S2DA						
Año/Mes : 2009/03						
N° Serie: A 31912						
Mando Tipo: CMM						
Fh: 50 Hz/ Fr: 50 Hz						
Ua: 125V /Up: 450kV / Uh:127 kV /Ud:140 kV/Ur: 10 kV						
Peso: 55kg /IK: 31,5KA /TK: 3s / Ip: 80KA /Ia: 0,05A/Im : 3,50A /Ih: 0,45A						
F: 500/170/100N						

Fuente: Autor

Tabla 27. Ficha técnica del seccionador de línea salida a la Subestación Cuatro

	FICHA DE DATOS TÉCNICOS			Elabora:	Kleber Granizo	
				Revisa:	Dr. José Granizo	
				A prueba:	Dr. Marco Haro	
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO	AREA	SUBESTACIÓN:		
Ing. Cesar Cepeda	AREVA	SB-02-SA002-ESE01	DOM	DOS		
FOTOGRAFÍA DEL ELEMENTO						
						
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO
AÑO DE FABRICACIÓN	2009	SI	NO	SI	NO	SECCIONADOR DE LINEA SALIDA A LA SE 4
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	5	X			X	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
N° Serie: A 31913						
Norma: IEC 62271-102						
Seccionador: S2DA						
Año/Mes: 2009/03						
N° Serie: A 31912						
Mando Tipo: CMM						
Fh: 50 Hz / Fr: 50 Hz						
Ua: 125V /Up: 450kV /Uh:127 kV /Ud:140 kV /Ur: 10 kV						
Peso: 55kg /IK: 31,5KA /TK: 3s /Ip: 80KA /Ia: 0,05A /Im: 3,50A /Ih: 0,45A						
F: 500/170/100N						

Fuente: Autor

Tabla 28. Ficha técnica del seccionador de barra salida a la Subestación Tres

	FICHA DE DATOS TÉCNICOS				Elabora:	Kleber Granizo
					Revisa:	Dr. José Granizo
					A prueba:	Dr. Marco Haro
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO	AREA	SUBESTACIÓN:		
Ing. Cesar Cepeda	AREVA	SB-02-SA001-ESE02	DOM	DOS		
FOTOGRAFÍA DEL ELEMENTO						
						
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO
AÑO DE FABRICACIÓN	2006	SI	NO	SI	NO	SECCIONADOR DE BARRA SALIDA A LA SE 3
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	5	x			x	
E S P E C I F I C A C I O N E S T É C N I C A S						
N° Serie: A 31904						
Norma: IEC 62271-102						
Seccionador : S2DA						
Año/Mes : 2009/03						
N° Serie: A 31912						
Mando Tipo: CMM						
Fh: 50 Hz/ Fr: 50 Hz						
Ua: 125V /Up: 450kV / Uh:127 kV /Ud:140 kV/Ur: 10 kV						
Peso: 55kg /IK : 31,5KA /TK : 3s / Ip: 80KA /Ia: 0,05A/Im : 3,50A /Ih: 0,45A						
F: 500/170/100N						


Fuente: Autor

Tabla 29. Ficha técnica del seccionador de barra salida a la Subestación Cuatro

	FICHA DE DATOS TÉCNICOS			Elabora:	Kleber Granizo	
				Revisa:	Dr. José Granizo	
				A prueba:	Dr. Marco Haro	
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO	AREA	SUBESTACIÓN:		
Ing. Cesar Cepeda	AREVA	SB-02-SA002-ESE02	DOM	DOS		
FOTOGRAFÍA DEL ELEMENTO						
						
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO
AÑO DE FABRICACIÓN	2009	SI	NO	SI	NO	SECCIONADOR DE BARRA SALIDA A LA SE 4
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	5	X			X	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
N° Serie: A 31906						
Norma: IEC 62271-102						
Seccionador : S2DA						
Año/Mes : 2009/03						
N° Serie: A 31912						
Mando Tipo: CMM						
Fh: 50 Hz/ Fr: 50 Hz						
Ua: 125V /Up: 450kV / Uh:127 kV /Ud:140 kV/Ur: 10 kV						
Peso: 55kg /IK: 31,5KA /TK: 3s /Ip: 80KA /Ia: 0,05A /Im: 3,50A /Ih: 0,45A						
F: 500/170/100N						

Fuente: Autor

Tabla 30. Ficha técnica del disyuntor de 69 kV salida al transformador

EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.		FICHA DE DATOS TÉCNICOS			Elabora:	K leber Granizo
					Revisa:	Dr. José Granizo
					A prueba:	Dr. Marco Haro
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO		AREA	SUBESTACIÓN:	
Ing. Cesar Cepeda	AREVA	SB-02-ST001-ETR02		DOM	DOS	
FOTOGRAFÍA DE LA MÁQUINA						
						
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO
AÑO DE FABRICACIÓN	2009	SI	NO	SI	NO	DISYUNTOR DE 69 kV SALIDA AL TRANSFORMADOR
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	5	X		X		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Voltaje nominal máximo	72.5 kV	Tipo:		DT1-72.5F1FK		
Factor nominal	1.0 (K)	N de serie:		14302-DT09		
Frecuencia	60 HZ	Fecha de fabricación:		6/2009		
Secuencia nominal de operación	O 0.3S-CO-180S-CO	Temperatura		40°C TO +40°C		
Corriente nominal	1200 A	Tiempo nominal de interrupción		3.0 CICLOS		
Corriente nominal de cortocircuito	20 kA	Desconexión de corrientes capacitivas				
Presión nominal	66.7 PSIG (4.6 BAR)	Factor nominal de sobrevoltaje transitorio		2.0		
Corriente de interrupción en oposición de fases	5 kA	Corriente de carga de línea en vacío		100 A		
Pedido N. de contrato	TCM-AREVA-009-09	Corriente de banco de capacitores aislados en paralelo		250 A		
Referencia de AREVA	CX 04979	Corriente de banco de capacitores en presencia de otro banco energizado en paralelo		250 A		
Manual de operación	DT09FK-IM-ESP	Corriente transitoria de energización valor pico		20 kA		
Lista de partes N°	DT09A2205	Frecuencia de la corriente de energización		4250 Hz		
Diagrama de control	DT09A2205	Duración nominal de corto circuito		3 S		
Presión (a 20°) del gas SF6		% Componente cc		67 %		
Presión relativa		Impulso de rayo		450 kV		
Falla de línea corta al 90% con capacitancia a tierra de DNF (distancia < 100)	20.5 kA	Corriente de interrupción al impulso para soportar voltaje de terminal a tierra		N/A		
Presión de alarma baja	52.2 PSIG (3.6 BAR)	TENSION DE CONTROL				
Presión de bloqueo	47.9 PSIG (3.3 BAR)	Calefacción del gabinete		125 VDC, 3.5A		
Peso total de sf6	29 LB (13 kg)	De cierre		125 VDC, 3.5A		
Peso total de interruptor	3116 LB (1416 kg)	De disparo (cada uno)		125 VDC 1.6 kW		
Tipo de mecanismo	FK 3-1/131 RESORTE	M otor		125 VDC 190W		



Fuente: Autor

Tabla 31. Ficha técnica del cargador de baterías

	FICHA DE DATOS TÉCNICOS				Elabora:	Kleber Granizo
					Revisa:	Dr. José Granizo
					A prueba:	Dr. Marco Haro
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO	AREA	SUBESTACIÓN:		
Ing. Cesar Cepeda	EXIDE POWER	SB-02-CB001-ECB01	DOM	DOS		
FOTOGRAFÍA DEL ELEMENTO						
						
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO
AÑO DE FABRICACIÓN	2006	SI	NO	SI	NO	CARGADOR DE BATERIAS
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	5		X		X	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Modelo N°: UC.130-25						
Instrumento N°: 7832						
Batería: Acido Plomo						
Tipo: Níquel-Cadmio						
Voltaje A.C: 208/240						
Amperaje A.C: 33.3/30.6						
Fase: 1 FREQ.60Hz						
Serie N°: 20776-3-CK						
Catalogo N°: 101-104-220						
Ecuación V.D.C:135.1/144.5						
Flotante V.D.C:124.7/139.5						
Amperaje Nominal D.C:25						

Fuente: Autor

Tabla 32. Ficha técnica del banco de baterías

		FICHA DE DATOS TÉCNICOS			Elabora:	
					Kleber Granizo	
					Revisa:	
					Dr. José Granizo	
					Aprueba	
					Dr. Marco Haro	
RESPONSABLE	MARCA DEL EQUIPO	CODIGO DEL EQUIPO		AREA	SUBESTACIÓN:	
Ing. Cesar Cepeda	EXIDE POWER	SB-02-CB001-EBB01		DOM	DOS	
FOTOGRAFÍA DEL ELEMENTO						
						
TIEMPO DE VIDA	30	MANUALES		PLANOS		NOMBRE DEL EQUIPO
AÑO DE FABRICACIÓN	1996	SI	NO	SI	NO	BANCO DE BATERIAS
AÑOS DE FUNCIONAMIENTO	20		X		X	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Referencia: EHGS-5						
Capacidad: 150 AH						
Gr. ESP. a 25°C: 1240						
Fecha Fabricación: Oct. 30/96						
Serie № :119037						

Fuente: Autor

4.8 Estado técnico de todas las máquinas de la empresa.

Se realizó un estudio visual del estado técnico de los equipos de la Subestación dos de la EERSA, que nos servirá como punto de partida para la planificación del mantenimiento. El método utilizado proviene de la siguiente fuente bibliográfica: Fuente: QUINCHUELA, Patricio. Tesis Optimización des Sistema de MPP de los equipos hospitalarios del Hospital General Docente de Riobamba

La determinación del estado técnico comienza por una revisión previa de la maquinaria. Al realizar esta revisión previa se determina una valoración que puede ser bueno, regular, malo, por cada uno de los aspectos que comprende esta revisión.

A partir de esta valoración se puede determinar el estado técnico de un equipo en base a ciertas reglas básicas que servirán como guía para que cada técnico o especialista, pueda juzgar factores involucrados. La valoración se efectuará utilizando el siguiente procedimiento:


- La cantidad de aspectos evaluados como buenos se multiplica por una constante (1).
- La cantidad de aspectos evaluados como regulares se multiplica por una constante (0.8).
- La cantidad de aspectos evaluados como malos se multiplica por una constante (0.6).
- Se suman todos estos productos y el resultado se divide para el número de aspectos evaluados.
- El resultado obtenido anteriormente se multiplica por 100% y se obtiene el índice que permite evaluar, según el siguiente criterio, el estado técnico del grupo en su conjunto.

Figura 36. Criterios para determinar el estado técnico

PORCENTAJE	ESTADO TÉCNICO
90 a 100 %	Bueno
75 a 89 %	Regular
50 a 74 %	Malo
Menor a 50 %	Muy Malo

Fuente: QUINCHUELA, Patricio. Tesis Optimización des Sistema de MPP de los equipos hospitalarios del Hospital General Docente de Riobamba

Tabla 33. Estado técnico actual del transformador de potencia

	TRANSFORMADOR DE POTENCIA					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIÓN DOS					
Marca: SIEMENS			Responsable: Ing. Cesar Cepeda			
Código SISMAC: SB-02-ST001-ETR02			Número de Operaciones:			
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X		X			X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado de los equipos de medición			x			
Estado de la carcasa del transformador			x			
Estado de hermeticidad (fugas de aceite)				x		
Estado de cables conductores			x			
Estado de ventiladores			x			
Estado de las boquillas			x			
Nivel de vibraciones y ruidos			x			
Estado del aislamiento del transformador			x			
Estado de la cámara silica gel				x		
Estado de la temperatura en los devanados			x			
Estado del aceite			x			
Estado de pintura			x			
Limpieza				x		
TOTAL			10	3	0	0
CONCLUSIÓN: 95 % -Estado Técnico Bueno						


Fuente: Autor

Tabla 34. Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador (1/2)

		INTERRUPTOR DE 13.8 kV ALIMENTADOR (1/2)				
		EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO				
		EERSA - SUBESTACIÓN DOS				
Marca: WESTINGHOUSE		Responsable: Ing. Cesar Cepeda				
Código SISMAC: SB-02-TA001-ECU10		Número de Operaciones: 1621				
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X		X			X
PARÁMETROS EVALUADOS		ESTADO				
		BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	
Estado del gabinete y tablero		x				
Estado de los mecanismos de apertura y cierre		x				
Estado del contador de operaciones		x				
Estado de las copas terminales de conexión		x				
Estado de los terminales de conexión		x				
Estado de cables conductores		x				
Estado del mecanismo indicador de apertura y cierre		x				
Estado de las salidas desde la barra al alimentador			x			
Estado del aislamiento de las salidas desde la barra al alimentador		x				
Estado de las lámparas de señalización		x				
Estado de pintura			x			
Limpieza			x			
TOTAL		9	3	0	0	
CONCLUSIÓN: 95 % -Estado Técnico Bueno						


Fuente: Autor

Tabla 35. Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador (2/2)

	INTERRUPTOR DE 13.8 kV ALIMENTADOR (2/2)					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIONES					
Marca: WESTINGHOUSE			Responsable: Ing. Cesar Cepeda			
Código SISMAC: SB-02-TA001-ECU03			Número de Operaciones: 1407			
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X		X			X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado del gabinete y tablero			x			
Estado de los mecanismos de apertura y cierre			x			
Estado del contador de operaciones			x			
Estado de las copas terminales de conexión			x			
Estado de los terminales de conexión			x			
Estado de cables conductores			x			
Estado del mecanismo indicador de apertura y cierre			x			
Estado de las salidas desde la barra al alimentador				x		
Estado del aislamiento de las salidas desde la barra al alimentador			x			
Estado de las lámparas de señalización			x			
Estado de pintura				x		
Limpieza				x		
TOTAL			9	3	0	0
CONCLUSIÓN: 95 % -Estado Técnico Bueno						


Fuente: Autor

Tabla 36. Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador (3/2)

	INTERRUPTOR DE 13.8 kV					
	ALIMENTADOR (3/2)					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
EERSA - SUBESTACIÓN DOS						
Marca: WESTINGHOUSE			Responsable: Ing. Cesar Cepeda			
Código SISMAC: SB-02-TA001-ECU11			Número de Operaciones: 1944			
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X		X			X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado del gabinete y tablero			x			
Estado de los mecanismos de apertura y cierre			x			
Estado del contador de operaciones			x			
Estado de las copas terminales de conexión			x			
Estado de los terminales de conexión			x			
Estado de cables conductores			x			
Estado del mecanismo indicador de apertura y cierre			x			
Estado de las salidas desde la barra al alimentador				x		
Estado del aislamiento de las salidas desde la barra al alimentador			x			
Estado de las lámparas de señalización			x			
Estado de pintura				x		
Limpieza				x		
TOTAL			9	3	0	0
CONCLUSIÓN: 95 % -Estado Técnico Bueno						


Fuente: Autor

Tabla 37. Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador (4/2)

	INTERRUPTOR DE 13.8 kV ALIMENTADOR (4/2)					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIÓN DOS					
Marca: WESTINGHOUSE			Responsable: Ing. Cesar Cepeda			
Código SISMAC: SB-02-TA001-ECU01			Número de Operaciones: 2250			
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X		X			X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado del gabinete y tablero			x			
Estado de los mecanismos de apertura y cierre			x			
Estado del contador de operaciones			x			
Estado de las copas terminales de conexión			x			
Estado de los terminales de conexión			x			
Estado de cables conductores			x			
Estado del mecanismo indicador de apertura y cierre			x			
Estado de las salidas desde la barra al alimentador				x		
Estado del aislamiento de las salidas desde la barra al alimentador			x			
Estado de las lámparas de señalización			x			
Estado de pintura				x		
Limpieza				x		
TOTAL			9	3	0	0
CONCLUSIÓN: 95 % -Estado Técnico Bueno						


Fuente: Autor

Tabla 38. Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador principal

	INTERRUPTOR DE 13.8 kV ALIMENTADOR PRINCIPAL					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIÓN DOS					
Marca: WESTINGHOUSE			Responsable: Ing. Cesar Cepeda			
Código SISMAC: SB-02-TA001-ECU09			Número de Operaciones: 1690			
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X		X			X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado del gabinete y tablero			x			
Estado de los mecanismos de apertura y cierre			x			
Estado del contador de operaciones			x			
Estado de las copas terminales de conexión			x			
Estado de los terminales de conexión			x			
Estado de cables conductores			x			
Estado de la barra general de los tableros salida a 13.8 kV				x		
Estado del mecanismo indicador de apertura y cierre			x			
Estado de las salidas desde la barra al alimentador				x		
Estado del aislamiento de las salidas desde la barra al alimentador			x			
Estado de las lámparas de señalización			x			
Estado de pintura				x		
Limpieza				x		
TOTAL			9	4	0	0
CONCLUSIÓN: 93 % -Estado Técnico Bueno						


Fuente: Autor

Tabla 39. Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador servicios auxiliares

	INTERRUPTOR DE 13.8 kV ALIMENT. SERVICIOS AUXILIARES					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIÓN DOS					
M arca: WESTINGHOUSE			R esponsable: Ing. Cesar Cepeda			
C ódigo SISM AC: SB-02-TA001-ECU06			N úmero de O peraciones: 1518			
VIDA ÚTIL	M anuales		P lanos		R epuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X		X			X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado del gabinete y tablero			x			
Estado de los mecanismos de apertura y cierre			x			
Estado del contador de operaciones			x			
Estado de las copas terminales de conexión			x			
Estado de los terminales de conexión			x			
Estado de cables conductores			x			
Estado del mecanismo indicador de apertura y cierre			x			
Estado de las salidas desde la barra al alimentador				x		
Estado del aislamiento de las salidas desde la barra al alimentador			x			
Estado de las lámparas de señalización			x			
Estado de pintura				x		
Limpieza				x		
TOTAL			9	3	0	0
CONCLUSIÓN: 95 % -Estado Técnico Bueno						


Fuente: Autor

Tabla 40. Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador capacitores

	INTERRUPTOR DE 13.8 kV ALIMENTADOR CAPACITORES					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIÓN DOS					
Marca: WESTINGHOUSE		Responsable: Ing. Cesar Cepeda				
Código SISMAC: SB-02-TA001-ECU04		Número de Operaciones: 1955				
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X		X			X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado del gabinete y tablero			x			
Estado de los mecanismos de apertura y cierre			x			
Estado del contador de operaciones			x			
Estado de las copas terminales de conexión			x			
Estado de los terminales de conexión			x			
Estado de cables conductores			x			
Estado del mecanismo indicador de apertura y cierre			x			
Estado de las salidas desde la barra al alimentador				x		
Estado del aislamiento de las salidas desde la barra al alimentador			x			
Estado de las lámparas de señalización			x			
Estado de pintura				x		
Limpieza				x		
TOTAL			9	3	0	0
CONCLUSIÓN: 95 % -Estado Técnico Bueno						


Fuente: Autor

Tabla 41. Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador (6/2)

	INTERRUPTOR DE 13.8 kV ALIMENTADOR (6/2)					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIONES					
Marca: WESTINGHOUSE			Responsable: Ing. Cesar Cepeda			
Código SISMAC: SB-02-TA001-ECU07			Número de Operaciones : 1824			
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X		X			X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado del gabinete y tablero			x			
Estado de los mecanismos de apertura y cierre			x			
Estado del contador de operaciones			x			
Estado de las copas terminales de conexión			x			
Estado de los terminales de conexión			x			
Estado de cables conductores			x			
Estado del mecanismo indicador de apertura y cierre			x			
Estado de las salidas desde la barra al alimentador				x		
Estado del aislamiento de las salidas desde la barra al alimentador			x			
Estado de las lámparas de señalización			x			
Estado de pintura				x		
Limpieza				x		
TOTAL			9	3	0	0
CONCLUSIÓN : 95 % -Estado Técnico Bueno						


Fuente: Autor

Tabla 42. Estado técnico actual del interruptor de 13.8 kV alimentador (7/2)
Ecuacerámica

	INTERRUPTOR DE 13.8 kV					
	ALIMENTADOR (7/2) ECUACERÁMICA					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
EERSA - SUBESTACIONES						
Marca: WESTINGHOUSE			Responsable: Ing. Cesar Cepeda			
Código SISMAC: SB-02-TA001-ECU14			Número de Operaciones: 525			
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
		X		X		X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado del gabinete y tablero			x			
Estado de los mecanismos de apertura y cierre			x			
Estado del contador de operaciones			x			
Estado de las copas terminales de conexión			x			
Estado de los terminales de conexión			x			
Estado de cables conductores			x			
Estado del mecanismo indicador de apertura y cierre			x			
Estado de las salidas desde la barra al alimentador				x		
Estado del aislamiento de las salidas desde la barra al alimentador			x			
Estado de las lámparas de señalización			x			
Estado de pintura			x			
Limpieza				x		
TOTAL			10	2	0	0
CONCLUSIÓN: 97 % -Estado Técnico Bueno						

Fuente: Autor

Tabla 43. Estado técnico actual del seccionador de línea salida a la Subestación Tres

	SECCIONADOR DE LÍNEA SALIDA A LA SUBESTACIÓN 3					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIÓN DOS					
M arca: AREVA			R esponsable: Ing. Cesar Cepeda			
C ódigo SISM AC: SB-02-SA001-ESE01			N úmero de O peraciones :			
VIDA ÚTIL	M anuales		P lanos		R epuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X			X		X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado del tablero de mando principal			x			
Estado de cuchillas			x			
Estado de contactos principales				x		
Estado del contador de operaciones			x			
Estado de mecanismos móviles			x			
Estado de los terminales de conexión			x			
Estado de cables conductores			x			
Estado del aislador			x			
Estado de pintura			x			
Limpieza				x		
TOTAL			8	2	0	0
CONCLUSIÓN: 96 % -Estado Técnico Bueno						


Fuente: Autor

Tabla 44. Estado técnico actual del seccionador de línea salida a la Subestación Cuatro

	SECCIONADOR DE LÍNEA SALIDA A LA SUBESTACIÓN 4					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIÓN DOS					
Marca: AREVA			Responsable: Ing. Cesar Cepeda			
Código SISM A C: SB-02-SA001-ESE01			Número de Operaciones :			
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X			X		X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado del tablero de mando principal			x			
Estado de cuchillas			x			
Estado de contactos principales				x		
Estado del contador de operaciones			x			
Estado de mecanismos móviles			x			
Estado de los terminales de conexión			x			
Estado de cables conductores			x			
Estado del aislador			x			
Estado de pintura			x			
Limpieza				x		
TOTAL			8	2	0	0
CONCLUSIÓN: 96 % -Estado Técnico Bueno						

Fuente: Autor

Tabla 45. Estado técnico actual del seccionador de barra salida a la Subestación Tres

	SECCIONADOR DE BARRA SALIDA A LA SUBESTACIÓN 3					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIONES DOS					
Marca: AREVA			Responsable: Ing. Cesar Cepeda			
Código SISMAC: SB-02-SA002-ESE02			Número de Operaciones :			
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X			X		X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado del tablero de mando principal			x			
Estado de cuchillas			x			
Estado de contactos principales				x		
Estado del contador de operaciones			x			
Estado de mecanismos móviles			x			
Estado de los terminales de conexión			x			
Estado de cables conductores			x			
Estado del aislador			x			
Estado de pintura			x			
Limpieza				x		
TOTAL			8	2	0	0
CONCLUSIÓN: 96 % -Estado Técnico Bueno						


Fuente: Autor

Tabla 46. Estado técnico actual del seccionador de barra salida a la Subestación Cuatro

	SECCIONADOR DE BARRA SALIDA A LA SUBESTACIÓN 4					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIÓN DOS					
M arca: AREVA			R esponsable: Ing. Cesar Cepeda			
C ódigo SISM AC: SB-02-SA002-ESE02			N úmero de O peraciones :			
VIDA ÚTIL	M anuales		P lanos		R epuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X			X		X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado del tablero de mando principal			x			
Estado de cuchillas			x			
Estado de contactos principales				x		
Estado del contador de operaciones			x			
Estado de mecanismos móviles			x			
Estado de los terminales de conexión			x			
Estado de cables conductores			x			
Estado del aislador			x			
Estado de pintura			x			
Limpieza				x		
TOTAL			8	2	0	0
CONCLUSIÓN: 96 % -Estado Técnico Bueno						


Fuente: Autor

Tabla 47. Estado técnico actual del disyuntor de 69 kV salida al transformador

		DISYUNTOR DE 69 kV SALIDA AL TRANSFORMADOR				
		EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO				
		EERSA - SUBESTACIONES				
Marca: WESTINGHOUSE		Responsable: Ing. Cesar Cepeda				
Código SISMAC:		Número de Operaciones:				
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
	X			X		X
PARÁMETROS EVALUADOS		ESTADO				
		BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	
Estado de la estructura de soporte			x			
Estado del gabinete y tablero		x				
Estado de los mecanismos de apertura y cierre		x				
Estado del contador de operaciones		x				
Estado de los elementos de medición		x				
Estado de los terminales de conexión		x				
Estado de cables conductores		x				
Estado de las grapas de los aisladores		x				
Estado de hermeticidad (fugas del gas SF6)		x				
Estado de los bushing de entrada y salida al transformador (porcelana)		x				
Estado de las lámparas de señalización		x				
Estado de pintura		x				
Ruido y vibraciones			x			
Limpieza			x			
TOTAL		11	3	0	0	
CONCLUSIÓN: 96 % Estado Técnico Bueno						

Fuente: Autor

Tabla 48. Estado técnico actual del cargador de baterías

	CARGADOR DE BATERÍAS					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIÓN DOS					
Marca: WESTINGHOUSE			Responsable: Ing. Cesar Cepeda			
Código SISM A C: SB-02-CB001-ECB01			Número de Operaciones:			
VIDA ÚTIL	Manuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
		X		X		X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado de la estructura de soporte				x		
Estado del gabinete				x		
Estado de los elementos de medición				x		
Estado de los terminales de conexión				x		
Estado de cables conductores				x		
Estado de las lámparas de señalización				x		
Estado de pintura				x		
Limpieza				x		
TOTAL			0	8	0	0
CONCLUSIÓN: 80 % -Estado Técnico Regular						

Fuente: Autor

Tabla 49. Estado técnico actual del banco de baterías

	BANCO DE BATERÍAS					
	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
	EERSA - SUBESTACIÓN DOS					
Marca: WESTINGHOUSE			Responsable: Ing. Cesar Cepeda			
Código SISMAC: SB-02-CB001-ECB01			Número de Operaciones:			
VIDA ÚTIL	M anuales		Planos		Repuestos	
	Si	No	Si	No	Si	No
		X		X		X
PARÁMETROS EVALUADOS			ESTADO			
			BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
Estado de la estructura de soporte				x		
Estado de terminales de conexión			x			
Nivel de Líquido			x			
Estado de los terminales de conexión				x		
Estado de cables conductores				x		
Temperatura y densidad			x			
Limpieza			x			
TOTAL			4	3	0	0
CONCLUSIÓN: 91 % -Estado Técnico Bueno						

Fuente: Autor

4.9 Análisis de criticidad

Se debe tener en cuenta que cuando se realiza un análisis de criticidad de todo el sistema nos permitirá tener una diferenciación entre los activos, ya que unos son más importantes que otros.

De tal manera que si se tiene un equipo crítico puede fallar afectando a la seguridad del personal, el entorno ambiental y demás factores, generando un paro de la producción o incrementar el costo de mantenimiento.

- *Aplicación.* El análisis de los activos del equipo de superficie se efectúa en base de la matriz de criticidad y flujo gram a de criticidad, los cuales contienen las siete áreas de impacto con sus respectivos criterios que ubica a cada ítem en una de las tres posibilidades como se ve en las ilustraciones.

Para iniciar con el uso de la matriz de criticidad se tendrá en cuenta el diagrama de proceso del equipo de superficie detallado anteriormente en el contexto operacional así como también realizar el listado de los equipos, para posteriormente con ello realizar el análisis y obtener los resultados.

Con este análisis realizado se determinara los equipos que son críticos debido al régimen de trabajo y características técnicas propias del sistema de distribución y que también trabaja bajo un sistema de diseño en serie, que servirán como referencia para las otras subestaciones que posee la empresa.

Las empresas encargadas de distribuir el servicio eléctrico en la actualidad está regido por el ministerio de electricidad y energía renovables el cual exige que el suministro sea permanente y que los trabajos de mantenimiento en lo posible eviten paros del servicio, las subestaciones poseen máquinas y equipos con alto grado de criticidad en vista de esto existe se dará mantenimiento considerando esta prioridad.

4.9.1 *Matriz y flujo gram a de criticidad.* Se realizó la jerarquización de los equipos y elementos de la Subestación Dos de la EERSA en base a la matriz de la tabla 50 y con el flujo gram a de la figura 36.


Tabla 50. Matriz de criticidad

Matriz de criticidad			
Causas de paradas no planeadas			
Área de Impacto	A Riesgo Alto	B Riesgo Medio	C Riesgo Bajo
Seguridad y Salud (S & S)	Alto riesgo de vida del personal	Riesgo de vida significativa del personal	No existe riesgo ni de salud ni de daños al personal
	Dañ os graves en la salud del personal	Dañ os menores en la salud del personal	
Medio Ambiente (M A)	Alto excedente de los límites permitidos de derrames y fugas.	Excede de los límites permitidos y repetitivos de derrames y fugas.	Emisiones normales de la planta dentro de los límites permitidos
Calidad y Productividad (C & P)	Defectos de producción Reducción de velocidad Reducción de producción	Variaciones en las especificaciones de calidad y producción	Sin efectos
Producción (P)	Parada de todo el proceso	Parada de una parte del proceso	Sin efectos
Operación de Equipos			
Área de Impacto	A Riesgo Alto	B Riesgo Medio	C Riesgo Bajo
Tiempos de Operación (T O)	24 horas diarias	2 turnos u horas normales de trabajo	Ocasionalmente o no es un equipo de producción
Intervalos entre actividades (T B F)	Menos de 6 meses	En promedio una vez al año	Raramente
Tiempos y costos de Mantenimiento (M T)	Tiempo y/o costos de reparación altos	Tiempo y/o costos de reparación moderables	Tiempo y/o costos de reparación irrelevantes

Fuente: HERNÁNDEZ, Eduardo. Gestión de mantenimiento


4.9.2 Cuadro criterios del análisis de criticidad. Para poder fijar el análisis de las siguientes tablas 51 y 52, se trabaja con el personal de mantenimiento quienes por experiencia y conocimiento del proceso y equipos, son los más idóneos para el análisis de las diferentes áreas de impacto. De tal manera que en esta tabla se justifican los resultados del análisis de criticidad, que se evalúa en el cuadro de criticidad del equipo que indica en la Tabla 50 de acuerdo a cada ítem.

Tabla 51. Análisis de criticidad del transformador de potencia y disyuntor de 69 kV

 EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.	
ANÁLISIS DE CRITICIDAD – SUBESTACIÓN DOS	
TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
Causas de Tareas no planeadas	
Área de Impacto	Criterio de análisis
Seguridad y Salud (S & S)	C. Se determinó que es un riesgo bajo ya que su funcionamiento no representa impacto directo sobre la salud y seguridad, además tiene sus respectivas normativas de seguridad que no afectan a la vida del personal.
Medio Ambiente (M A)	C. Se determinó que es un riesgo bajo ya que su funcionamiento no representa impacto directo sobre la flora y la fauna, ya que tiene sus respectivas normativas de seguridad y medio ambiente.
Calidad y Productividad (C & P)	A. Se determinó como riesgo alto ya que es el encargado de recibir y transformar la energía elevada en energía de baja tensión, para distribuirla a niveles de tensión en los cuales se produzca por lo tanto es el equipo más importante en la producción del sistema.
Producción (P)	A. Se determinó como riesgo alto ya que se tiene un proceso en el cual el transformador es el encargado de suministrar la carga total del sistema por lo tanto sería irremplazable dentro del proceso productivo.
Operación de Equipos	
Tiempos de Operación (O P)	A. Se determinó como riesgo alto ya que equipo trabaja las 24 horas diarias.
DISYUNTOR DE 69 kV SALIDA AL TRANSFORMADOR	
Causas de Tareas no planeadas	
Área de Impacto	Criterio de análisis
Seguridad y Salud (S & S)	C. Se determinó que es un riesgo bajo ya que su funcionamiento no representa impacto directo sobre la salud y seguridad, además tiene sus respectivas normativas de seguridad que no afectan a la vida del personal.
Medio Ambiente (M A)	C. Se determinó que es un riesgo bajo ya que su funcionamiento no representa impacto directo sobre el personal, ya que tiene sus respectivas normativas de seguridad y medio ambiente.
Calidad y Productividad (C & P)	A. Se determinó como riesgo alto ya que es el encargado de soportar las el voltaje elevado y es la protección para el transformador y a los alimentadores desconecta en corriente de cargas o al vacío y consecuentemente vulneraría la producción del sistema.
Producción (P)	B. Se determinó como riesgo medio ya que es un proceso en el cual afecta a una parte del proceso del sistema.
Operación de Equipos	
Tiempos de Operación (O P)	A. Se determinó como riesgo alto ya que equipo trabaja las 24 horas diarias.

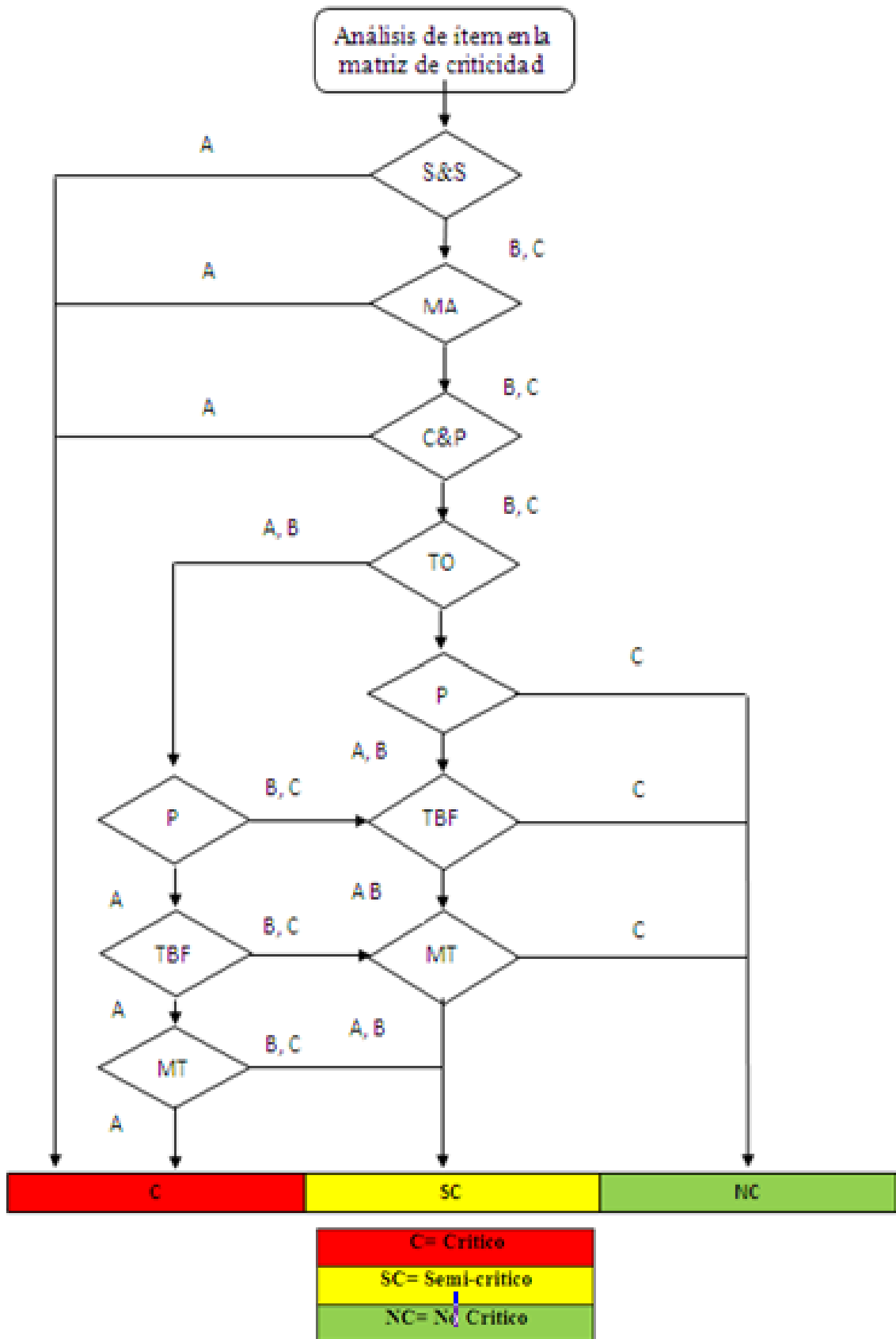
Fuente: Autor

Tabla 52. Análisis de criticidad del transformador de corriente y potencial

 EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.	
ANÁLISIS DE CRITICIDAD – SUBESTACION DOS	
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	
Causas de Tareas no planeadas	
Área de Impacto	Criterio de análisis
Seguridad y Salud (S & S)	C. Se determinó que es un riesgo bajo ya que su funcionamiento no representa impacto directo sobre la salud y seguridad, además tiene sus respectivas normativas de seguridad que no afectan a la vida del personal
Medio Ambiente (M A)	C. Se determinó que es un riesgo bajo ya que su funcionamiento no representa impacto directo sobre la flora y la fauna, ya que tiene sus respectivas normativas de seguridad y medio ambiente.
Calidad y Productividad (C & P)	B. Se determinó como riesgo medio ya que es el encargado de recibir y transformar la energía elevada en energía para los equipos de medición por lo tanto no afectaría directamente en la producción del sistema.
Producción (P)	B. Se determinó como riesgo medio ya que se tiene un proceso en el cual el transformador es el encargado de transformar a valores bajos para los elemento de medición.
Operación de Equipos	
Tiempos de Operación (O P)	A. Se determinó como riesgo alto ya que equipo trabaja las 24 horas diarias.
TRANSFORMADOR DE POTENCIAL	
Causas de Tareas no planeadas	
Área de Impacto	Criterio de análisis
Seguridad y Salud (S & S)	C. Se determinó que es un riesgo bajo ya que su funcionamiento no representa impacto directo sobre la salud y seguridad, además tiene sus respectivas normativas de seguridad que no afectan a la vida del personal
Medio Ambiente (M A)	C. Se determinó que es un riesgo bajo ya que su funcionamiento no representa impacto directo sobre la flora y la fauna, ya que tiene sus respectivas normativas de seguridad y medio ambiente.
Calidad y Productividad (C & P)	B. Se determinó como riesgo medio ya que es el encargado de recibir y transformar la energía elevada en energía de voltaje sin tomar en cuenta la corriente para los equipos de medición por lo tanto no afectaría directamente en la producción del sistema.
Producción (P)	B. Se determinó como riesgo medio ya que se tiene un proceso en el cual el transformador es el encargado de transformar a valores bajos de voltaje sin tomar en cuenta la corriente por tanto no esta directamente involucrado en la producción o distribución del sistema.
Operación de Equipos	
Tiempos de Operación (O P)	A. Se determinó como riesgo alto ya que equipo trabaja las 24 horas diarias.

Fuente: Autor

Figura 37. Flujoograma de criticidad



Fuente: HERNÁNDEZ, Eduardo. Gestión de mantenimiento


4.9.3 Cuadro de resultados del análisis de criticidad. Después de haber realizado el proceso de análisis de criticidad se llegó a la conclusión que dos equipos son críticos y dos semicríticos, debido a las condiciones que tienen, su régimen de trabajo, y las características propias del sistema de distribución.

Tabla 53. Cuadro de resultados del análisis de criticidad

DIRECCIÓN: DOM OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			SUBESTACIÓN DOS				RESPONSABLE: Ing. Cesar Cepeda	
Elabora: Kleber Granizo			Revisa: Dr. José Granizo				Aprueba: Dr. Marco Haro	
Proceso	Equipo	Código	Seguridad y salud (S & S)	Ambiente (A)	Calidad y Producción (C & A)	Producción (P)	Tiempos de Operación (TO)	CRITICIDAD
D I S T R I B U C I Ó N	TRANSFORM. DE POTENCIA	TP01	C	B	A	A	A	C
	DISYUNTOR DE 69 KV	DA01	C	C	A	A	A	C
	TRANSFORM. DE POTENCIAL	TP001	C	C	A	A	A	SC
	TRANSFORM. DE CORRIENTE	TC001	C	C	A	A	A	SC


Fuente: Autor

Tabla 54. Banco de tareas de mantenimiento por equipo estructura eléctrica y civil.

	
BANCO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO POR EQUIPOS	
EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A – SUBESTACIÓN 2	
EQUIPO O MÁQUINA	APLICACIÓN:
ESTRUCTURA ELÉCTRICA Y CIVIL	SB-02-ST001-ET02
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA
<p>Inspección general de la estructura eléctrica y civil</p> <p>Inspección de las Bases, Estructuras.</p> <p>Inspección de la casa comando.</p> <p>Inspección de los tableros de protección, control y medición.</p> <p>Inspección de las trincheras.</p> <p>Inspección del acceso vehicular.</p> <p>Inspección de la vegetación</p> <p>Inspección de las estructuras de AT y BT</p> <p>Inspección de la salida de los alimentadores</p> <p>Inspección de la estructura de comunicaciones</p>	Semanal
<p>Limpieza general de la casa comando</p> <p>Limpieza de tableros de protección, control y medición.</p> <p>Limpieza de celdas de media tensión.</p> <p>Limpieza del cuarto de servicios auxiliares.</p>	Mensual
<p>Inspección del cuarto y banco de baterías</p> <p>Inspección del cuarto de baterías.</p> <p>Inspección del gabinete de baterías.</p> <p>Inspección de las baterías.</p> <p>Inspección de los terminales de conexión.</p> <p>Inspección del nivel de electrolito</p>	Mensual

Fuente: Autor

Tabla 55. Ejecución de las actividades de mantenimiento de la estructura eléctrica y civil

	<p>EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA ELÉCTRICA Y CIVIL</p>	<p>Aplica a:</p>
<p>E E R S A - S U B E S T A C I Ó N 2</p>		

M E D I D A S D E S E G U R I D A D
<p>Para realizar los trabajos de mantenimiento debemos tener las siguientes condiciones para tener seguridad total del personal que va a realizar el mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el Equipo de Protección Personal (EPP), esto son: zapatos dieléctricos, ropa de trabajo, casco, gafas y guantes dieléctricos etc. • El equipo a probar debe estar totalmente desenergizado. Verificando la apertura física de interruptores y/o cuchillas seccionadoras. <i>(Aplicar las 5 reglas de oro)</i> • Aterrizar el equipo que se va a someter al mantenimiento debido a que puede afectar las pruebas y por el personal operativo. • Desconectar de la barra, las terminales del equipo de entrada y salida. • Todas las pruebas deben estar precedidas de actividades de inspección sean los equipos nuevos o reparados. • Delimitar la zona o área de trabajo. • Observar las condiciones climatológicas.

<p>Herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Overol de manga larga. • Guantes dieléctricos. • Medidor de temperatura ambiental y humedad. • Escoba. • Destornillador plano y estrella. • Llave de tubo. • Espátula. 	<p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grasa anticorrosiva para conexiones eléctricas. • Sellante para plásticos. • Agua desmineralizada. • Jarra de plástico pequeña. • Mascarilla. • Trapos lisos que no causen ralladuras. • Embudo 	<p>Equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multímetro. • Termómetro. • Pistolade temperatura.
Inspección de las Bases, Estructuras		Frecuencia: Semanal
<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar y acceder a los patio de Alta Tensión (AT) y Baja Tensión (BT) • Verificar el estado de ajuste y cimentación de las bases y estructuras • Identificar la presencia de corrosión en las estructuras. • Verificar el estado de la pintura de todos los elementos de la Subestación. 		
<p>Observaciones:</p>		
Inspección de la casa comando		Frecuencia: Semanal
<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar estado de la iluminación de la casa comando. • Verificar el estado de la señalización • Verificar el estado de los techos y paredes. • Revisar el estado de las instalaciones sanitarias y eléctricas. 		
<p>Observaciones:</p>		
Inspección de los tableros de control		Frecuencia: Semanal
<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar la presencia de corrosión en los tableros. • Verificar el estado de la pintura de todos los elementos de la Subestación. • Verificar el estado de las bisagras 		
<p>Observaciones:</p>		

Tabla 56. (Continuación)

Tabla 56. (Continuación)

Inspección de las Trincheras	Frecuencia: Semanal
Procedimiento: <ul style="list-style-type: none"> • Revisar el estado de las trincheras. • Verificar el estado de las tapas. • Verificar el estado de ajuste y cimentación de las bases y estructuras. • Observar el estado del aislamiento de los cables de las salidas de los alimentadores. • Verificar que no exista acumulación excesiva de polvo y basura en los ductos. 	
Observaciones:	
Inspección de las puertas de acceso	Frecuencia: Semanal
Procedimiento: <ul style="list-style-type: none"> • Comprobar el funcionamiento de las puertas. • Observar el estado de las mismas • Observar si está en buenas condiciones el terreno para el acceso vehicular para carros y grúas. • Verificar el estado de la señalización 	
Observaciones:	
Inspección de la vegetación	Frecuencia: Semanal
Procedimiento: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar si existe excesiva vegetación en la estructura eléctrica y civil. • Informar el estado en las observaciones el estado, para programar las actividades de limpieza de la vegetación. 	
Observaciones:	
Inspección de las estructuras de AT y BT	Frecuencia: Semanal
Procedimiento: <ul style="list-style-type: none"> • Revisar el estado de soportes, • Verificar el estado de los pernos de sujeción. • Verificar el estado de ajuste y cimentación de las bases y estructuras. • Identificar la presencia de corrosión en las estructuras. • Verificar el estado de la pintura de las estructuras. 	
Observaciones:	

Tabla 56. (Continuación)

Inspección de la salida de los alimentadores	Frecuencia: Semanal
<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar el estado de los postes que sirven para la salida de los alimentadores. • Informar el estado en las observaciones el estado, para programar las actividades de cambio de postes o puntas terminales. 	
Observaciones:	
Inspección de las estructura de comunicaciones	Frecuencia: Semanal
<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar el estado de soportes. • Identificar la presencia de corrosión en las estructuras. • Verificar el estado de los equipos de comunicación. 	
Observaciones:	
LIMPIEZA GENERAL DE LA CASA COMANDO	
Limpieza de los tableros de control	Frecuencia: Mensual
<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el polvo acumulado en cada uno de los tableros. • Limpiar exteriormente los tableros • Eliminar la polución interna de los tableros de control, es preferible soplar el polvo acumulado para evitar así una posible desconexión de los cables y terminales de los tableros. 	
Observaciones:	
Limpieza de las celdas de media tensión	Frecuencia: Mensual
<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el polvo acumulado en cada uno de los tableros. • Eliminar la polución interna de las celdas, se debe evitar activar accidentalmente los interruptores. 	
Observaciones:	

Tabla 56. (Continuación)

Lim pieza del cuarto de com unicaciones	Frecuencia: M ensual
<p>Procedim iento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lim piar el polvo acum ulado en cada uno de los equipos. • Lim piar exteriormente los equipos de comunicaci3n de igual forma evitando desconectar los cables. • Lim piar el cuarto para eliminar las fuentes de suciedad. 	
O bservaciones:	
Lim pieza del cuarto de servicios auxiliares	Frecuencia: M ensual
<p>Procedim iento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lim piar el polvo acum ulado. • Lim piar exteriormente los equipos de comunicaci3n de igual forma evitando desconectar los cables. • Lim piar el cuarto para eliminar las fuentes de suciedad. 	
O bservaciones:	
INSPECCI3N DEL CUARTO Y BANCO DE BATERÍAS	
Inspecci3n del cuarto de baterías	Frecuencia: M ensual
<p>Procedim iento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar el estado de las puertas y ventanas. • Verificar el estado de las instalaciones eléctricas e iluminaci3n. • Verificar que exista ventilaci3n dentro del cuarto para la evacuaci3n de los gases emanados por las baterías. • Verificar el estado de la seÑalizaci3n 	
O bservaciones:	
Inspecci3n del gabinete de baterías	Frecuencia: M ensual
<p>Procedim iento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar el estado del gabinete. • Verificar que no se encuentre degradado el material del mismo. • Observar el estado de la estructura. 	
O bservaciones:	

Tabla 56. (Continuaci3n)

Inspección de las baterías	Frecuencia: Mensual
<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observar el estado de las baterías • Evidenciar la presencia de corrosión en los terminales y conectores • Identificar si existe alguna grieta en las celdas. • Observar que no exista fugas de electrolito, si en caso existiera alguna fuga se debe reparar inmediatamente con algún tipo de sellante para plásticos. • Quitar el tapón antiflama de las celdas para que se evacuen los gases. • Luego del sellado se debe esperar un tiempo prudencial para verificar que se corrigió la falla. 	
<p>Observaciones:</p>	
Inspección de los terminales de conexión	Frecuencia: Mensual
<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar las conexiones entre celdas y terminales • Buscar rastros de sulfato o corrosión en las celdas y terminales. • Si existe corrosión limpiar con una solución de bicarbonato de sodio en agua. <p>LIMPIEZA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remover el sulfato del terminal con una espátula. • Evitar hacer un puente accidental entre el terminal positivo y negativo de la celda. • Limpiar con un paño untado la solución de bicarbonato de sodio con agua eliminando por completo rastros de sulfato en los terminales. • Aplicar grasa anticorrosiva en el terminal para prevenir una futura sulfatación. 	
<p>Observaciones:</p>	
Inspección del nivel de electrolito en la celda piloto	Frecuencia: Mensual
<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar la celda piloto del banco. • Verificar los límites marcados en el exterior de la celda. • Si en caso se encuentra por debajo del límite completarlo con agua desmineralizada con la ayuda de un embudo quitando el tapón antiflama. • Verificar que se encuentre en la mitad del límite mínimo y máximo. 	
<p>Observaciones:</p>	

Fuente: Autor

Tabla 56. Banco de tareas de mantenimiento por equipo transformador de potencia.



		BANCO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO POR EQUIPOS	
		EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A – SUBESTACIÓN 2	
EQUIPO O MÁQUINA		APLICACIÓN:	
TRANSFORMADOR DE POTENCIA		SB-02-ST001-ETR02	
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		FRECUENCIA	
<ul style="list-style-type: none"> • Registrar los valores de: Tensión. Corriente. Temperatura del aceite. Temperatura del bobinado. Temperatura ambiente. Contador de descargas (pararrayos). Número operaciones del cambiador de taps (LTC). • Verificar: Presencia ruidos anormales. Funcionamiento del sistema de ventilación y refrigeración forzada. Correcto funcionamiento del accionamiento motorizado del LTC. 		DIARIA	
Circuitos de alarma y protección estén en condiciones normales. Verificar la coloración correcta del silicagel y el nivel de aceite en el deshumidificador. Verificar el nivel de aceite en el tanque conservador y en los		SEMANAL	
Inspección visual a porcelanas y terminales A.T. Verificar operación de termocuplas. Verificar estado de deshumidificadores y del silicagel. Verificar condiciones del medidor de presión y alarmas de temperatura. Corregir fallas de pintura. Chequear las conexiones a tierra.		MENSUAL	
Pruebas de rigidez dieléctrica. Verificar la válvula de sobrepresión. Limpieza de porcelana. Inspección termográfica de conexiones en bushing's. Inspeccionar la presencia de gases en relé buchholz.		SEMESTRAL	

Tabla 57. (Continuación)

<p>PRUEBAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL ACEITE.</p> <p>Análisis Visual del Aceite</p> <p>Cromatografía de gases.</p> <p>Reajuste de conexiónado de paneles y chequeo de cables</p> <p>Reajuste de conexiones de alta tensión y revisión de terminales.</p> <p>Verificar y corregir fugas de aceite</p> <p>Reajuste de pernos en todo el tanque y radiadores</p> <p>Revisar los circuitos y la operación del sistema de alarmas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relé de sobretemperatura • Relé buchholz: estanqueidad y operación • Válvula sobrepresión <p>Chequear la ausencia de humedad y funcionamiento de calefactores en paneles de control.</p> <p>Medir la resistencia de aislamiento en motores de ventiladores y bombas de aceite</p>	<p>A N U A L</p>
<p>Factor de potencia de bushings</p> <p>Reemplazo del silicagel o regeneración</p> <p>Medir la resistencia a tierra del transformador</p>	<p>B I A N U A L</p>
<p>Realizar las siguientes pruebas eléctricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Factor de potencia • Corriente de excitación • Resistencia de aislamiento • Resistencia óhmica • Resistencia de aislamiento del Núcleo (Puntual, DAR, IP) • Resistencia de puesta a tierra en la malla del transformador. <p>Verificar las condiciones del diafragma de hule del tanque conservador</p> <p>Tratamiento de aceite (filtrado, secado y/o regeneración) según los resultados de PFQ</p>	<p>T R I A N U A L (m á x i m o c a d a 5 a ñ o s)</p>

Fuente: Autor

Tabla 57. Ejecución de las actividades de mantenimiento del transformador de potencia

	<p>EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA</p>	<p>Aplica a: SB-02-ST001-ETR02</p>
	<p>EERSA - SUBESTACIÓN 2</p>	

MEDIDAS DE SEGURIDAD
<p>Para realizar los trabajos de mantenimiento debemos tener las siguientes condiciones para tener seguridad total del personal que va a realizar el mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el Equipo de Protección Personal (EPP), esto son: zapatos dieléctricos, ropa de trabajo, casco, gafas y guantes dieléctricos etc. • El equipo a probar debe estar totalmente desenergizado. Verificando la apertura física de interruptores y/o cuchillas seccionadoras. <i>(Aplicar las 5 reglas de oro)</i> • A terrar el equipo que se va a someter al mantenimiento debido a que puede afectar las pruebas y por el personal operativo. • Desconectar de la barra, las terminales del equipo de entrada y salida. • Todas las pruebas deben estar precedidas de actividades de inspección sean los equipos nuevos o reparados. • Delimitar la zona o área de trabajo. • Observar las condiciones climatológicas.

Tabla 58. (Continuación)


CAMBIO DE LOS BUSHING DEL TRANSFORMADOR		
<p>Herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Luminarias emergentes para trabajo en la noche con motor a diesel. • 8 Cables #10 con pinzas tipo lagarto de conexión de 1.5 m. de longitud. • Guantes dieléctricos. • Recipiente para residuos de aceite durante muestreo. • Cinta para señalar la zona de trabajo. • Overol de manga larga. • Llave de tubo de 12 pulgadas. • Llave española boca corona #16 y #17. • Cortadora de ¾ de pulgada. • Unión de bronce o hg de ¾ de pulgada. • Equipo de regeneración de aceite dieléctrico marca Maxei, modelo MAS 600 RB. 	<p>Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grasa anticorrosiva para conexiones eléctricas. • Sellante para plásticos. • Silica gel 4 kg. • 1 galón de disolvente. • 4 libras de guaipe o paño liso. • Pintura anticorrosiva dieléctrica. 	<p>Equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multímetro. • Termómetro. • Pistola de temperatura. • Medidor de razón de transformador digital marca AEMC, modelo DTR 8500. • Megóhmetro Megger. • Calibrador. • Medidor de temperatura ambiental y humedad relativa.
<p>Procedimiento: <i>DESENERGIZADO</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Extraer los seis tanques de aceite del transformador para poder realizar los trabajos de mantenimiento de los bushings. • Retirar la conexión de la fase del bushing a cambio de la barra o disyuntor que se encuentra en el transformador. • Remover los pernos de la base para poder aflojar el bushing, tener precaución en este paso debido a que pueden ingresar partículas contaminantes al aceite. • Colocar el nuevo bushing sellándolo con teflón y silicón en las roscas de los conectores del bushing para evitar el deterioro y la fuga del aceite. • Finalmente colocar nuevamente el conector en la parte superior para poder conectarla grapa que conecta el terminal del transformador al interruptor o barra. 		
<p>Observaciones:</p>		

Tabla 58. (Continuación)

CAMBIO DE LOS ELEMENTOS DE MEDICIÓN
<p>Procedimiento: <i>DESENERGIZADO</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • El elemento a cambiar debe tener las mismas características del medidor que estuvo colocado originalmente. • Desconectar todas las conexiones eléctricas que contiene el medidor averiado. • Anotar la descripción y nomenclatura de cada cable para poder conectar el nuevo medidor. • Realizar el cambio de todos los cauchos que conecten los dispositivos a la cuba del transformador aprovechando la extracción de los mismos. El material del caucho debe ser neopreno. • Llenar con aceite el orificio donde van a ir conectados para realizar la medición, esto se hace para que al momento que entren en funcionamiento no exista una sobrepresión debido a la expansión del aceite de la cuba durante el ciclo de funcionamiento del transformador. • Luego de conectar el nuevo medidor se realizan nuevamente las conexiones eléctricas del mismo y se comprueba el correcto funcionamiento del medidor.
<p>Observaciones:</p>
REVISIÓN DEL RELÉ DE BUCHHOLZ
<p>Procedimiento: <i>DESENERGIZADO</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Seguir las Normas de seguridad indicadas en el inicio de las tareas • Verificar fugas de aceite • Extraer los seis tanques de aceite del transformador para poder realizar el mantenimiento al relé. • Comprobar el vaciado en los medidores que contiene el relé en su pared exterior. • Cerrar la válvula que se encuentra junto al Relé. • Quitar las conexiones eléctricas. • Quitar los cuatro pernos que aseguran el Relé, y la válvula ya que se debe sacar ambos elementos para poder extraer el Relé. • Limpiar con disolvente y guaípe todo el aceite que está en el exterior del mismo. • Remover todo el aceite que encontremos en todo el cuerpo del Relé. • Desarmar el Relé para examinar todos los cauchos (Neopreno) y detectar la fuga. • Cambiar todos los cauchos una vez que se ha procedido a desarmar el Relé. • Armar nuevamente el Relé y montarlo nuevamente en el transformador.
<p>Observaciones:</p>


Fuente: Autor

Tabla 58. Banco de tareas de mantenimiento por equipo disyuntor de 69 kV.

	BANCO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO POR EQUIPOS	
EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A - SUBESTACIÓN 2		
EQUIPO O MÁQUINA	APLICA A:	
DISYUNTOR DE 69 kV	SB-02-ST001-ETR02	
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		FRECUENCIA
<ul style="list-style-type: none"> • Inspección general del Disyuntor de 69 kV. <p>Inspección del contador de operaciones.</p> <p>Inspección del medidor de presión.</p> <p>Inspección de los elementos de medición.</p> <p>Inspección de la estructura de soporte.</p> <p>Inspección de los bushings.</p> <p>Inspección de los gabinetes de control.</p> <p>Inspección de los medidores de presión y Cañerías.</p>		Mensual

Fuente: Autor

Tabla 59. Ejecución de las actividades de mantenimiento del disyuntor de 69 kV

	<p>EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEL DISYUNTOR DE 69 kV</p>	<p>Aplica a: SB-02-ST001-ED104</p>
<p>EERSA - SUBESTACIÓN 2</p>		

MEDIDAS DE SEGURIDAD
<p>Para realizar los trabajos de mantenimiento debemos tener las siguientes condiciones para tener seguridad total del personal que va a realizar el mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el Equipo de Protección Personal (EPP), esto son: zapatos dieléctricos, ropa de trabajo, casco, gafas y guantes dieléctricos etc. • El equipo a probar debe estar totalmente desenergizado. Verificando la apertura física de interruptores y/o cuchillas seccionadoras. <i>(Aplicar las 5 reglas de oro)</i> • Aterrar el equipo que se va a someter al mantenimiento debido a que puede afectar las pruebas y por el personal operativo. • Desconectar de la barra, las terminales del equipo de entrada y salida. • Todas las pruebas deben estar precedidas de actividades de inspección sean los equipos nuevos o reparados. • Delimitar la zona o área de trabajo. • Observar las condiciones climatológicas.

Tabla 60. (Continuación)

INSPECCIÓN GENERAL DEL DISYUNTOR DE 69 kV
<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none">• Seguir las Normas de seguridad indicadas en el inicio de las tareas
<p>Inspección del Contador de Operaciones</p> <ul style="list-style-type: none">• Ubicarse en la parte frontal del módulo del interruptor.• Verificar el estado del contador
<p>Inspección del Medidor de Presión.</p> <ul style="list-style-type: none">• Ubicarse en el gabinete de control en donde se encuentra.• Verificar el funcionamiento del manómetro de presión del interruptor.• Verificar el funcionamiento del manómetro de los seccionadores.
<p>Inspección de la Estructura de Soporte.</p> <ul style="list-style-type: none">• Revisar la Estructura.• Revisar los pernos de anclaje en el suelo.• Revisar el Estado de Pintura.• Revisar el Estado de las puertas.
<p>Inspección de los Bushings.</p> <ul style="list-style-type: none">• Observar los bushings en busca de rastros de fogoneo o rajaduras• Observaciones la fase a la que pertenece y si es en el ingreso o salida del alimentador.• Programar cambio de bushing si amerita.
<p>Inspección de los Gabinetes de control.</p> <ul style="list-style-type: none">• Abrir todas las puertas de la estructura para revisar las conexiones• Observar rastros de oxidación y humedad• Observar rastros de basura acumulada• Limpiar con mucho cuidado de no causar desconexiones de los cables.
<p>Inspección de los Medidores de Presión y Cañerías.</p> <ul style="list-style-type: none">• Observar que los medidores de presión o manómetros estén marcando un valor de presión.• Observar que las cañerías por las cuales va el gas SF6 no presenten ninguna fuga, una fuga podría notarse en una disminución gradual de la presión durante las inspecciones periódicas.
<p>Observaciones:</p>

Fuente: Autor

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se analizó los procedimientos de mantenimiento efectuados en la Subestación Dos de la EERSA determinando que la planificación se realiza mediante el software de mantenimiento SISM AC el cuál se limita a ciertos equipos y tareas las cuales no cumplen completamente una gestión del mantenimiento adecuado, por lo cual han existido fallas de consideración.

Se analizó la incidencia del mantenimiento en los tiempos improductivos de la Subestación Dos en los años 2013-2014 verificando que el mantenimiento incompleto realizado ha generado que se paralice por tiempos considerables en los equipos determinados como críticos.

Se determinó que los conocimientos sobre la gestión del mantenimiento por parte del personal no cumplen con los requerimientos necesarios para optimizar las funciones de los equipos debido a la falta de capacitación técnica sobre el manejo del programa SISM AC y la ejecución de tareas.

Se diseñó un plan de mantenimiento complementario para los equipos de la Subestación Dos de la empresa en base a una jerarquización de los equipos y según su estado y características técnicas.

5.2 Recomendaciones

Capacitar al personal que realiza el mantenimiento con la finalidad de que apliquen conocimientos técnicos y así evitar tiempos improductivos debido a la deficiencia del mantenimiento.

Implementar las tareas de mantenimiento propuestas ingresando estos datos al software de mantenimiento, además considerar que se debe ingresar el historial de fallos y características técnicas de los equipos que no constan en plan que se ejecuta actualmente en la Subestación Dos de la EERSA .

Adquirir equipos para realizar ensayos en equipos críticos como el transformador de potencia que puede ser manejado por parte del personal propio de la empresa sin necesidad de tercerizar este tipo de mantenimiento .

Considerar el uso de las normas para la ejecución de las tareas de mantenimiento .

BIBLIOGRAFÍA

AMÉNDOLA, Luis. 2002. *Modelos Mixtos de Confiabilidad*. Valencia : s.n., 2002. pág. 114. Vol. I. s.n.

BOERO, Carlos. 2006. *Mantenimiento Industrial*. Cordoba : Jorge Sarmiento, 2006. pág. 106. Vol. I. ISBN 9789000047932.

EERSA, Departamento de Planificación. 2008. *Estatutos Sociales de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.* Riobamba : s.n., 2008. pág. 65. s.n.

ENRÍQUEZ, Gilberto. 2004. *Elementos de Diseño de Subestaciones Eléctricas*. México : LIM USA, 2004. pág. 524. Vol. III. ISBN 968-18-1150-X.

HERNANDEZ, Eduardo. 2012. *Gestión del Mantenimiento*. Riobamba : ESPOCH, 2012. pág. 120. Vol. I. s.n.

MEER, Celec. 2013. *Leyes conexas. Ley de regimen del sector eléctrico*. [En línea] 30 de Diciembre de 2013. [Citado el: 08 de Enero de 2015.] <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/01/2.7-Leyes-conexas.pdf>.

QUEZADA LUCIO, Nel. 2010. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Estadística aplicada en la investigación*. 1a edición. Lima : Macro, 2010. pág. 334. Vol. I. 9786124034503.

TAVARES, Lourival. 2000. *Administración Moderna de Mantenimiento*. Rio de Janeiro : s.n., 2000. pág. 141. Vol. I. s.n.

TORRES, Leandro. 2005. *Mantenimiento. Su Implementación y Gestión*. Segunda. Cordoba : Universitas, 2005. pág. 346. Vol. I. ISBN/987-9406-81-8.

