

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE**

**ROGELIO ALBERTO CORREDOR RINCON
RUSSBELL FARFAN BETANCOURTH**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO- MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2005**

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE**

**ROGELIO ALBERTO CORREDOR RINCÓN
RUSSBELL FARFAN BETANCOURTH**

**Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director: César Bautista Silva
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO- MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2005**

DEDICATORIA

A mi esposa Elizabeth, a mi hijo Iván Felipe por su comprensión y paciencia, por el tiempo que dejé de dedicarles para el logro de esta meta.

Russbell

A mi esposa y a mis hijos por su comprensión y apoyo.

Rogelio

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A Cesar Bautista Silva, Ingeniero Electricista, Director de esta monografía por todo el soporte para dar cumplimiento a este objetivo.

A Carlos Ramón González, Ingeniero Mecánico y Coordinador de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento.

Al cuerpo docente de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento, por los conocimientos transmitidos.

A todos los compañeros de la especialización por esa fusión de conocimiento y experiencias tan valiosas compartidas.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	1
1. PROBLEMÁTICA Y ASPECTOS ORGANIZACIONALES DEL MANTENIMIENTO	3
1.1 CARACTERIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	3
1.2 REGIONES ECONOMICAMENTE ACTIVAS	4
1.3 INFRAESTRUCTURA VIAL	6
1.4 INFRAESTRUCTURA ELECTRICA	6
1.5 ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL	13
1.6 IDENTIFICACION Y JUSTIFICACION DEL PROBLEMA	15
1.7 OBJETIVOS	16
1.7.1 Objetivo general	16
1.7.2 Objetivos específicos	16
2. MARCO CONCEPTUAL Y ASPECTOS TECNICOS	17
2.1 MARCO CONCEPTUAL DE LA AUDITORIA FLASH AUDIT	17
2.2 ASPECTOS TECNICOS DE LA SUBESTACION LA TURUA	19
3. ANALISIS DEL SISTEMA DE GESTION DEL MANTENIMIENTO	21
3.1 ANALISIS DEL DESARROLLO DE LA AUDITORIA FLASH AUDIT	21
3.1.1 Tópico 1: Relación entre producción y mantenimiento	21
3.1.2 Tópico 2: Percepción de las jerarquías superiores de mantenimiento	24
3.1.3 Tópico 3: Percepción del mantenimiento	27
3.1.4 Tópico 4: Disponibilidad de equipos	28
3.1.5 Tópico 5: Costos de mantenimiento	30
3.1.6 Tópico 6: Métodos y preparación de trabajos	32
3.1.7 Tópico 7: Planeación de actividades	39
3.1.8 Tópico 8: Manejo de inventarios	40
3.1.9 Tópico 9: Qué es lo que cada quien hace	42
3.1.10 Tópico 10: Recursos humanos	43
3.1.11 Tópico 11: Medios materiales	44
3.1.12 Tópico 12: Entrenamiento	45
3.2 CALCULO DE LA MANTENIBILIDAD DE LA SUBESTACION LA TURUA	47
3.3 CALCULO DE LA CONFIABILIDAD DE LA SUBESTACION LA TURUA	48
3.4 CALCULO DE LA DISPONIBILIDAD DE LA SUBESTACION LA TURUA	51
3.5 EVALUACION DE OPERACIONES Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO	52

3.6	ANALISIS DE LA PLANEACION Y LA PROGRAMACION	53
4.	CONCLUSIONES	56
	BIBLIOGRAFIA	58
	ANEXOS	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Relieve del departamento de Casanare	pág. 4
Figura 2.	División política de Casanare	5
Figura 3.	Propuesta para la especialización productiva de Casanare	5
Figura 4.	Subestación eléctrica típica de 34,5KV / 13,2KV	8
Figura 5.	Redes eléctricas del departamento de Casanare	9
Figura 6.	Distribución de subestaciones por municipio	13
Figura 7.	Estructura organizacional de la gobernación de Casanare	14
Figura 8.	Polígono de la productividad del mantenimiento	47
Figura 9.	Comportamiento histórico de la mantenibilidad	48
Figura 10.	Componentes conectados en serie	49
Figura 11.	Componentes conectados en paralelo	49
Figura 12.	Comportamiento histórico de la confiabilidad operacional	50
Figura 13.	Comportamiento histórico de la disponibilidad	51

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Subestaciones 34,5KV / 13,2KV del departamento de Casanare	10
Tabla 2. Subestaciones 34,5KV / 13,2KV del departamento de Casanare	11
Tabla 3. Subestaciones 34,5KV / 13,2KV del departamento de Casanare	12
Tabla 4. Descripción técnica de subestación la Turúa	20
Tabla 5. Comunicación y relaciones	21
Tabla 6. Métodos de intervención	22
Tabla 7. Percepción del mantenimiento preventivo	23
Tabla 8. Percepción del mantenimiento en función de producción	23
Tabla 9. Posición de la estructura de mantenimiento dentro de la compañía	24
Tabla 10. Posición de la mano de obra dentro de la compañía	25
Tabla 11. Opinión del mantenimiento	26
Tabla 12. Importancia dada a los medios financieros	26
Tabla 13. Importancia dada a la organización	27
Tabla 14. Importancia dada al análisis de los datos de entrada	27
Tabla 15. Mantenimiento preventivo	28
Tabla 16. Registro de la historia	29
Tabla 17. Análisis de los datos de información	30
Tabla 18. Datos históricos a cerca de los costos de mantenimiento	31
Tabla 19. Análisis del sistema actual	32
Tabla 20. Preparación de trabajos	33
Tabla 21. Historia cronológica de las intervenciones	34
Tabla 22. Análisis de los sistemas actuales	35
Tabla 23. La mejora en los trabajos	36
Tabla 24. Mantenimiento preventivo	36
Tabla 25. Repuestos	37
Tabla 26. Documentación técnica	38
Tabla 27. Programación del trabajo	39
Tabla 28. Programación y ejecución del trabajo	40
Tabla 29. Catálogo de partes	40
Tabla 30. Registro de remoción y destino de los repuestos	41
Tabla 31. Listado de partes	41
Tabla 32. Mantenimiento	42
Tabla 33. Seguridad	42
Tabla 34. Relación mano de obra	43
Tabla 35. Mano de obra en mantenimiento	43
Tabla 36. Relación de horas hombre / Trabajo programado	43

Tabla 37.	La motivación y productividad del personal	44
Tabla 38.	Documentación técnica	44
Tabla 39.	Herramientas y equipos	45
Tabla 40.	Infraestructura	45
Tabla 41.	Importancia del entrenamiento	46
Tabla 42.	Análisis cuantitativo de la productividad del mantenimiento	46

LISTA DE ANEXOS

Anexo A.	Registro histórico de fallos – año 2000	pág. 59
Anexo B.	Registro histórico de fallos – año 2001	60
Anexo C.	Registro histórico de fallos – año 2002	61
Anexo D.	Registro histórico de fallos – año 2003	62
Anexo E.	Registro histórico de fallos – año 2004	63

RESUMEN

TÍTULO: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE *

AUTORES: ROGELIO ALBERTO CORREDOR RINCON, RUSSBELL FARFAN BETANCOURTH **

PALABRAS CLAVES: Gestión de Mantenimiento, Mantenibilidad, Confiabilidad, Disponibilidad, Subestaciones, Problemática.

DESCRIPCIÓN: Las empresas prestadoras de servicios de mantenimiento, principalmente las administradas por los entes públicos, hoy día se ven obligadas a optimizar su gestión, para garantizar la calidad del servicio, la sostenibilidad y la rentabilidad. La gobernación de Casanare ha contemplado dentro de su plan de desarrollo la evaluación de la gestión de mantenimiento eléctrico como uno de los objetivos principales en el sector energético.

El alcance y objetivos específicos de la monografía son: Realizar una auditoría para conocer el estado actual del mantenimiento efectuado a las subestaciones eléctricas, recopilar y analizar los registros históricos de fallos y reparaciones realizadas para cuantificar su confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, evaluar las operaciones y control de mantenimiento, documentar información técnica en las empresas relacionadas con la prestación del servicio de energía, analizar la planeación y programación del mantenimiento de las subestaciones .

En el desarrollo de este trabajo, se realizaron las siguientes actividades: Recolección y análisis de la información mediante metodología Flash Audit, permitiendo evaluar la relación entre producción y mantenimiento, la percepción de las jerarquías superiores de mantenimiento, la disponibilidad de los equipos, los costos del mantenimiento, los métodos y preparación de los trabajos, la planeación de las actividades, el manejo de los inventarios, que es lo que cada quien hace, los recursos humanos, los recursos materiales, el entrenamiento al personal.

Este análisis realizado ofrece a la gobernación de Casanare la herramienta para tomar decisiones proactivas en busca de la competitividad del grupo de mantenimiento eléctrico.

* Monografía.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Cesar Bautista Silva, Ingeniero Electricista.

SUMMARY

TITLE: ANALYSIS OF THE SYSTEM OF MANAGEMENT OF MAINTENANCE OF THE CASANARE DEPARTMENT ELECTRICAL SUBSTATIONS *

AUTHORS: ROGELIO ALBERTO CORREDOR RINCON, RUSSBELL FARFAN BETANCOURTH**

KEYWORDS: Management of Maintenance, Maintainability, Reliability, Availability, Substations, Problematic.

DESCRIPTION: The lending companies of maintenance services, especially but even administered by the beings the public, are forced to optimize their management, to guarantee the quality of the service, the sustainability and the yield. The Casanare Government has contemplated in its development plan the evaluation of the management of electric maintenance. The government of Casanare has contemplated inside its development plan, the evaluation of the administration of electric maintenance as one of the main objectives in the energy sector.

The reach and specific objectives of the monograph are: To make an audit to know the present state the conducted maintenance the electrical substations, to compile and to analyze the historical registries of failures and made repairs to quantify the availability, maintainability and reliability, to evaluate the operations and control of maintenance, to document technical information in the companies related to the benefit of the service of energy, to analyze the planning and programming of the maintenance of the substations.

In the development of this work, the following activities were made: Harvesting and analysis of the information by means of methodology Audit Flash, allowing to evaluate the link between production and maintenance, perception of maintenance by the superior hierarchies, perception of maintenance department by maintenance, knowledge of the availability of the equipment, knowledge of maintenance costs, methods and preparation, planning (work programming and scheduling), stock management, who is doing what (reality in relation with the organization chart), human resources, material means and training.

This analysis offers to the Casanare government, the tool to make proactive decisions in search of the competitiveness from the group of electric maintenance.

* Monograph.

** Faculty of Physical-Mechanics Engineering. Maintenance Management Specialization.
Director: Cesar Bautista Silva, Electrical Engineer.

INTRODUCCIÓN

La gobernación alineándose a la nueva percepción del mantenimiento como un área estratégica de negocio, considera que toda inversión realizada en esta área debe ser rentable.

Para obtener unos buenos resultados, el personal administrador del mantenimiento eléctrico de la gobernación de Casanare debe garantizar en sus equipos un alto grado de confiabilidad y disponibilidad. Por lo tanto, estos equipos deben mantenerse en ese estado evitando paros no programados y reparaciones excesivamente costosas.

La Gobernación de Casanare no siendo ajena a este nuevo reto, se está preparando y se ha percatado de incluir el mantenimiento eléctrico dentro de su plan de desarrollo 2004 - 2007 como un área estratégica de negocio, competitiva y exitosa. Para lograrlo aspira con su personal ser un administrador eficiente y efectivo de todos los recursos que comprometen la actividad productiva de esta área y del departamento.

El objetivo de la presente monografía es analizar la gestión del mantenimiento de las subestaciones eléctricas, aplicando teorías administrativas de las actividades de mantenimiento, donde se muestran sus elementos constituyentes, los factores de productividad, sus aplicaciones y la medición de la efectividad del mantenimiento, como lo es la metodología Flash Audit.

A raíz de esta situación la Gobernación se ha interesado en analizar cuál y cómo ha sido la gestión del mantenimiento de las subestaciones eléctricas de 34,5KV a 13,2KV. Con este análisis la Gobernación podrá contar con una información mas confiable y efectiva para la toma de decisiones dentro de su perspectiva de desarrollo.

La monografía se fundamenta en tres capítulos:

En el primer capítulo se proporciona la descripción de la caracterización del departamento de Casanare, cuáles son las regiones económicamente activas, la infraestructura vial, la infraestructura eléctrica, la organización empresarial, la problemática, junto con la justificación y los objetivos planteados como solución a la problemática.

En el segundo capítulo se presenta el marco conceptual y aspectos técnicos específicamente el marco conceptual de la Auditoría Flash Audit y los

aspectos técnicos de la subestación la Turúa la cual tiene un nivel de tensión de 34,5KV a 13,2KV.

El tercer capítulo aporta el análisis del sistema de gestión de mantenimiento, comenzando por los análisis del desarrollo de los doce tópicos que comprende la auditoría Flash Audit, posteriormente el cálculo de la mantenibilidad, el cálculo de la confiabilidad y el cálculo de la disponibilidad durante los últimos cinco años. Estos cálculos fueron desarrollados únicamente para la subestación la Turúa. También se incluye en este capítulo la evaluación de operaciones y control del mantenimiento y el análisis de la planeación y programación del mantenimiento.

1. PROBLEMÁTICA Y ASPECTOS ORGANIZACIONALES DEL MANTENIMIENTO

1.1 CARACTERIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE

Casanare es uno de los departamentos que más ha contribuido a lo largo de la historia al forjamiento y definición de la nación Colombiana. Entendida la nación como una acumulación incesante de valores, CASANARE hizo y sigue haciendo importantes aportes a la nacionalidad. En estas tierras buscaron los españoles míticos tesoros que pusieron a divagar la imaginación de los mejores escritores de Europa. No en vano Casanare hizo parte de la dilatada encomienda que los reyes de España le concedieron a Don Gonzalo Jiménez de Quesada.

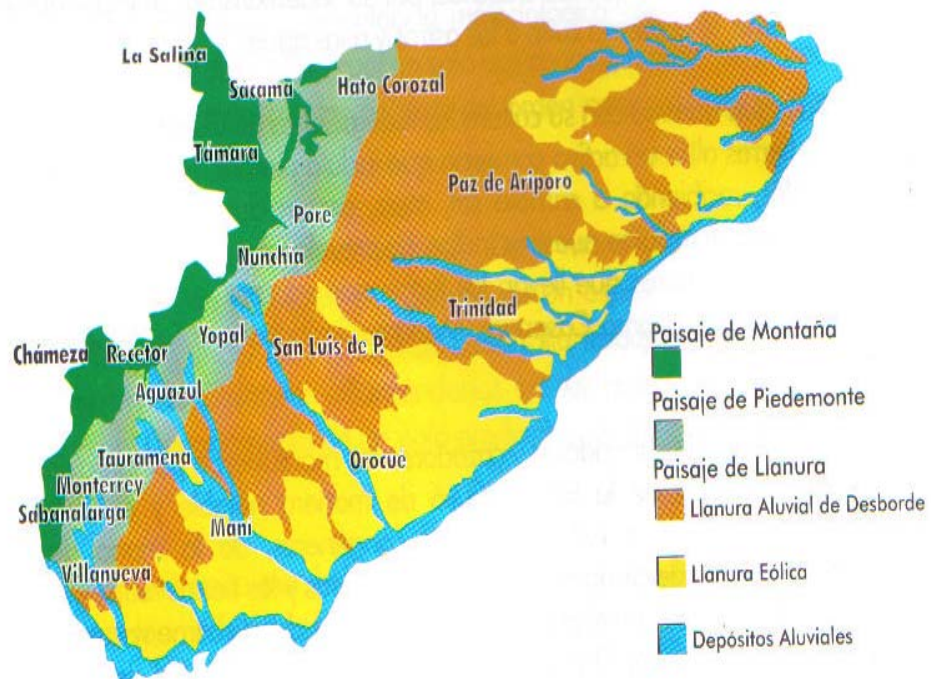
En Casanare se cumplió la epopeya social y religiosa del jesuita enseñando al indio las técnicas de dominar el toro y el caballo y preconizando entre los conversos el libre albedrío y la fuente popular de la autoridad. Desde estas pampas salieron los hombres a caballo que vencieron a los españoles en irrepetibles y gloriosas jornadas independentistas. En Casanare surgió el más grande hallazgo petrolero en Colombia en su historia, cuya explotación ha contribuido al sostenimiento de la economía nacional a lo largo de un decenio.

El departamento está ubicado en el noroccidente de la Orinoquía Colombiana y tiene 44.640 kilómetros cuadrados que representan el 17.55% de esta región y el 3.91% del total nacional. A diciembre 31 del 2003 tenía una población de 309.398 habitantes distribuidos así: 146.385 (43%) en el área urbana y 163.013 (57%) en la rural. Sin embargo para el 2004 el DANE proyectó una población de 317.406 habitantes. Lo anterior significa que Casanare cuenta con 7 habitantes por kilómetro cuadrado y que, con ligera diferencia, hay un mayor número de habitantes en el campo que en el espacio urbano. Sus coordenadas geográficas se encuentran entre los 4⁰ 17'25" y los 6⁰ 20'45" de latitud norte y los 69⁰ 50'22" y los 73⁰ 04'33" de longitud oeste. Sus límites son: por el norte con el río Casanare que lo separa del departamento de Arauca; por el este con el río Meta que lo separa del departamento del Vichada; por el sur con los ríos Upía y Meta que lo separan del departamento del Meta y por el oeste los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.

Casanare presenta tres tipos de relieve diferenciado: vertiente, piedemonte y llanura. La llanura es el sistema orográfico del oriente del departamento cuyas máximas alturas no superan los 350 m.s.n.m. Constituye el 69.5% del territorio.

El piedemonte es zona de transición entre la sabana y la montaña. Sus alturas están entre los 350 a los 1000 m.s.n.m. El 23.3% de la superficie de Casanare está constituida por esta área. Ver Figura 1 del relieve del departamento de Casanare.

Figura 1. Relieve del departamento de Casanare



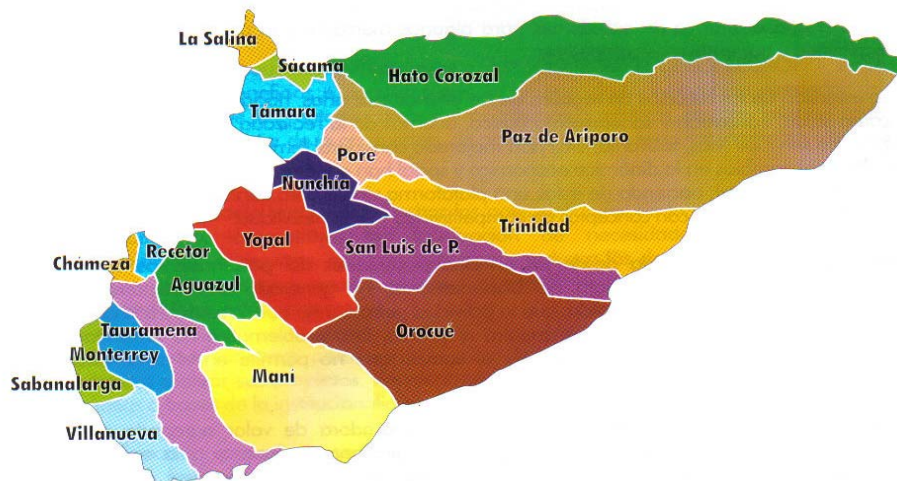
Fuente: COLOMBIA. DEPARTAMENTO DE CASANARE. Plan de desarrollo departamental 2004-2007. Yopal: Departamento administrativo de planeación, 2004. p. 16.

1.2 REGIONES ECONOMICAMENTE ACTIVAS

A lo largo y ancho del piedemonte llanero Casanareño se encuentran ubicados más de la mitad de los municipios: Sabanalarga, Villanueva, Monterrey, Aguazul, Tauramena, Yopal, Pore, Nunchía, Paz de Ariporo, Támara y Hato Corozal. En estas zonas se desarrollan actividades agropecuarias de gran impacto económico como el cultivo de arroz, palma africana, maíz grano tecnificado, algodón, ganadería de ceba y doble propósito. Municipios del norte como Hato Corozal, Paz de Ariporo, Pore, Nunchía, Trinidad y San Luis de Palenque, experimentan con diversos cultivos y aún practican la ganadería extensiva en razón de su cultura y la poca penetración de las carreteras hacia las márgenes del río Meta.

En Orocué desconectado de la carretera marginal de la selva pero en contacto con la margen izquierda del río Meta, se practica la ganadería extensiva y se adelantan interesantes proyectos de turismo ecológico. Municipios de las tierras altas como Recetor, Chámeza, Támara, Sácama y la Salina son minifundistas. Recetor, Chámeza, Sácama y la Salina son además comunidades mineras; en ellos se podría exportar hulla y sal suficientes para satisfacer, o simplemente, la demanda del departamento. Ver Figura 2 de la división política de Casanare.

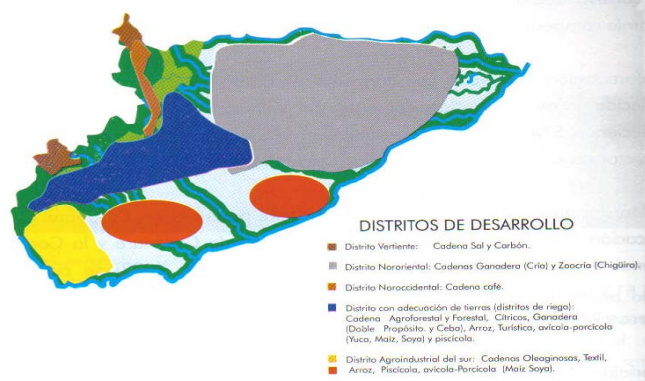
Figura 2. División política de Casanare



Fuente: COLOMBIA. DEPARTAMENTO DE CASANARE. Plan de desarrollo departamental 2004-2007. Yopal: Departamento administrativo de planeación, 2004. p. 29.

El plan de desarrollo de la gobernación de Casanare plantea convertir al departamento en una región económicamente desarrollada, que produzca lo que debe ser, como debe y en dónde, satisfaciendo competitivamente los mercados locales, nacionales e internacionales de una manera continua y creciente para el mejoramiento de las condiciones de vida de sus habitantes. Ver la figura 3 de la propuesta para la especialización productiva de Casanare.

Figura 3. Propuesta para la especialización productiva de Casanare



Fuente: COLOMBIA. DEPARTAMENTO DE CASANARE. Plan de desarrollo departamental 2004-2007. Yopal: Departamento administrativo de planeación, 2004. p. 59.

1.3 INFRAESTRUCTURA VIAL

De la red vial del departamento de Casanare hace parte la marginal de la selva, que en su recorrido desde el departamento del Meta, une a los municipios de Villanueva, Monterrey, Tauramena, Aguazul, Yopal, Pore, Paz de Ariporo y Hato Corozal, continuando hacia el departamento de Arauca. Esta red está totalmente pavimentada en el departamento. Existe otra vía nacional como la del Cusiana que une a Aguazul por parte de Casanare con Sogamoso en Boyacá, pero con alrededor de 25 kilómetros sin pavimentar. El resto de vías son departamentales o de penetración hacia los municipios de la llanura y el piedemonte, de las cuales actualmente hay 200 kilómetros pavimentos y más de 1000 kilómetros sin pavimentar.

1.4 INFRAESTRUCTURA ELECTRICA

En 1979 se pensó en construir una microcentral de 12 MVA en el sector de El Morro antes de la interconexión mediante un embalse de las aguas del río Cravo Sur. La ciudadanía y los gremios argumentaron que esta central únicamente abastecería la carga de los municipios de Yopal y Aguazul; por lo cual se exige al gobierno pensar en la interconexión a 115KV, desde la subestación San Antonio ubicada en la jurisdicción del municipio de Sogamoso, hasta Yopal. Para esto se firmó un convenio entre ECOPETROL, la Empresa de Energía de Boyacá - EBSA y en ese entonces la Intendencia de Casanare.

En 1984 se construyó la línea Chivor – Monterrey a 34.5 KV con una potencia máxima de 500 KVA la cual abastecía los municipios de Sabanalarga, Villanueva, Monterrey y Tauramena.

En 1986 con recursos propios, el departamento cofinanció la línea a 115KV entre Sogamoso – Yopal. De esta línea se derivó los circuitos a 34,5KV que alimentan a los municipios de Aguazul y Maní.

En 1988 se inicio la implementación para la construcción de la línea de 115KV entre Yopal y Paz de Ariporo, con la empresa de energía de Boyacá S.A., mediante el convenio administrativo 006-88. Posteriormente del municipio de Paz de Ariporo se derivó el circuito a 34,5KV que alimenta los municipios de: Pore, Trinidad, San Luis de Palenque y Nunchía.

A mediados de 1989 se construye el circuito a 34,5KV entre Boabita (Boyacá) y los municipios de la Salina y Sácama.

En 1993 el municipio de Chámeza se energizó a través de una línea a 13.2KV desde la subestación Sirasí ubicada en el departamento de Boyacá. En el mismo año el municipio de Recetor recibe la energía a través de otra línea a 34.5 KV de la subestación Aguazul hacia San Benito.

En 1998 se puso en servicio las plantas a base de gas natural en el pozo petrolero Sardinias para suministrar energía al municipio de Orocué a una tensión de 13.2 KV aunque con la posibilidad de ampliarla a 34.5 KV a través de una interconexión con el resto del departamento.

El proceso de construcción de subestaciones se fue dando en el transcurso de la ampliación de la red eléctrica, especialmente entre los años 1998 a 2000. Ver redes eléctricas del departamento de Casanare en figura 5.

En el año 2002 se inició la construcción de la línea a 115KV Chivor - Agua Clara con una longitud de 50Km. Actualmente el departamento está ejecutando la construcción de la línea a 115KV Agua Clara – Yopal con una longitud de 100Km.

Ante la necesidad de garantizar la confiabilidad del sistema eléctrico, la asamblea departamental mediante ordenanza No. 027 del 14 de agosto de 2003 facultó al gobernador de Casanare para que creara la Empresa de Energía de Casanare, ENERCA, como empresa de servicios públicos mixta. En el mismo año mediante resolución No. 2143 la administración departamental creó la empresa de energía de Casanare.

En el numeral 4.3.1.1 del Plan de desarrollo departamental 2004-2007 se contempla el subprograma: reposición, mantenimiento y actualización tecnológica del sistema de energía departamental. A través de ENERCA y para un óptimo funcionamiento de la red eléctrica instalada la administración departamental debe hacer una reposición de diversos elementos de protección a los transformadores de diferentes capacidades en KVA,

igualmente, garantizar el mantenimiento de las subestaciones y atender las emergencias energéticas en las líneas a 115KV. Adicionalmente la gobernación en el período 2004 – 2007 aspira a satisfacer las siguientes metas¹:

- ✓ Garantizar un sistema de transporte y distribución de energía con tecnología de punta y un óptimo uso de la infraestructura instalada.
- ✓ Adelantar conjuntamente con la nación y el sector privado los estudios de factibilidad que proyecten llevar servicio eléctrico interconectado a través de una línea de 115KV al departamento del Vichada.
- ✓ Mejorar y mantener las 62 subestaciones de 34,5KV / 13,2KV y transformadores de distribución.
- ✓ Mantenimiento de los 6500Km de redes de subtransmisión y distribución de energía eléctrica.
- ✓ Reparar y/o Instalar 50 transformadores de diferentes capacidades para estabilizar y regular el servicio en el Departamento.

El departamento de Casanare cuenta actualmente con 62 subestaciones eléctricas de 34,5 KV a 13,2 KV con potencia promedio de 300KVA. Ver figura 4 de una subestación eléctrica típica y figura 5 de redes eléctricas del departamento de Casanare.

En las tablas 1, 2, y 3 se presenta el listado de las subestaciones, la potencia, las veredas en las que están instaladas y el municipio al que corresponde cada subestación. Esta distribución de subestaciones por municipios de Casanare se presenta en la figura 6.

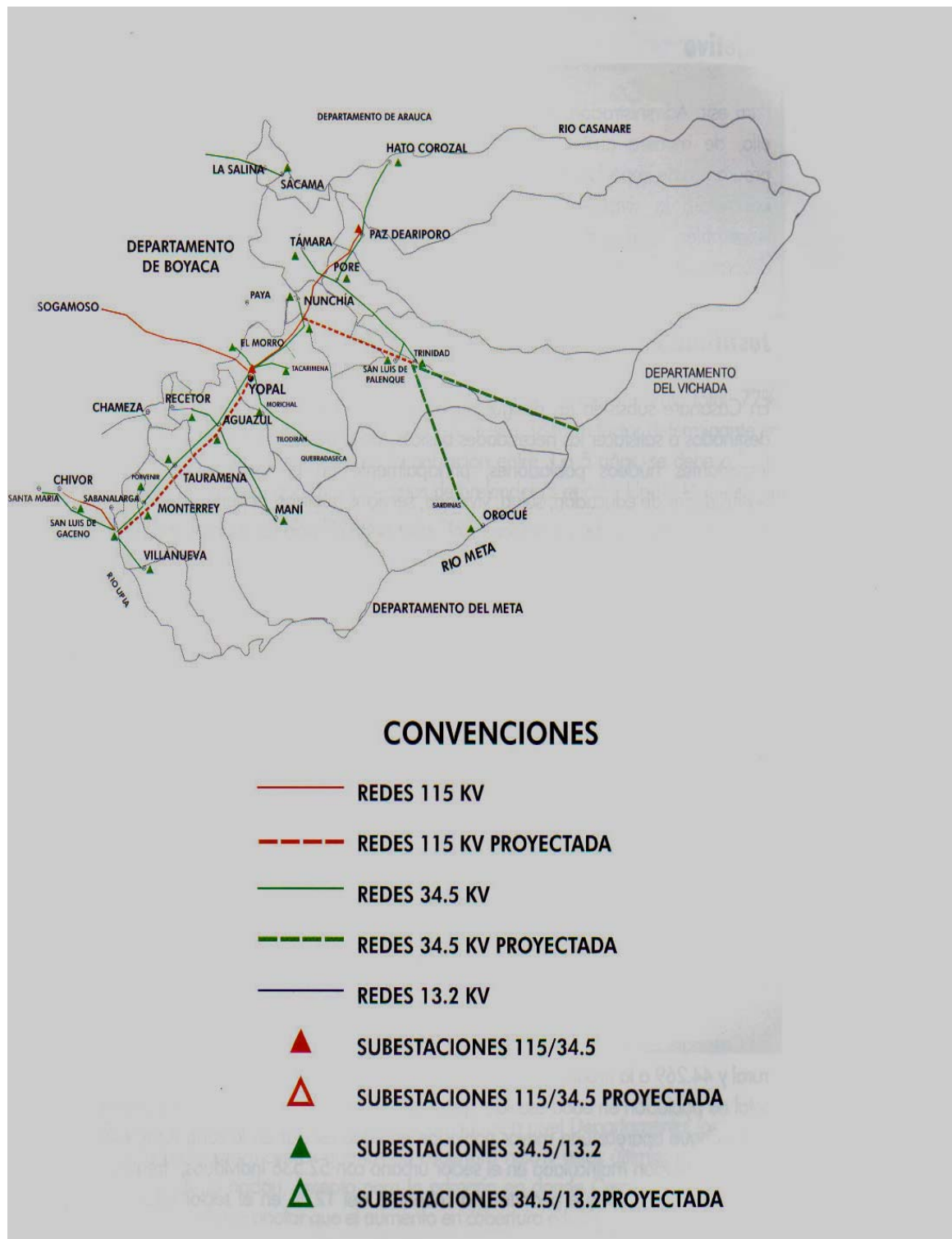
¹ COLOMBIA. DEPARTAMENTO DE CASANARE. Plan de desarrollo departamental 2004-2007. Yopal: Departamento administrativo de planeación, 2004. p. 108.

Figura 4. Subestación eléctrica típica de 34,5KV / 13,2KV



Fuente: El autor

Figura 5. Redes eléctricas del departamento de Casanare



Fuente: COLOMBIA. DEPARTAMENTO DE CASANARE. Plan de desarrollo departamental 2004-2007. Yopal: Departamento administrativo de planeación, 2004. p. 111.

Tabla 1. Subestaciones 34,5 KV / 13,2 KV del departamento de Casanare

Item	Nombre	Potencia (KVA)	Veredas interconectadas	Municipio
1	Urb. Aguazul		Aguazul	Aguazul
2	Almagrario		Aguazul	Aguazul
3	San José Bubuy	500	El Tesoro, Rincón, La Esmeralda, Rincón de la Esmeralda	Aguazul
4	San Benito	500	Pajarito, Recetor, Rincón del Bigua, Pueblo Nuevo, El Vive, San Rafael, Magabita Alta y Baja, Cerro Rico, Vijagual, Comogó, San Francisco, Sunce, Volcanes, El Vegón.	Aguazul
5	Monterralo	800	Monterralo	Aguazul
6	Cupiagua	500	Cupiagua, El Paraiso, Alto Cupiagua	Aguazul
7	Unete	250	Unete	Aguazul
8	La Turúa	1000	La Turúa, San Miguel Farallones, La Esperanza, Isla Turbayista, La Victoria, El Venado.	Aguazul
9	Atalayas	300	Atalayas, Río Chiquito, Alto Lindo, San Rafael, Altamir, Agualinda.	Aguazul
10	Molino San Rafael		Aguazul	Aguazul
11	Iguamena	250	Valle Verde, El Guineo, El Guaimaro	Aguazul
12	Palosolo	500	Palosolo, La Graciela, Altamira, Bellavista	Aguazul
13	Urb. Hatocorozal		Hatocorozal	Hatocorozal
14	Manaure	112,5	Manaure	Hatocorozal
15	Chire - Rosablanca	400	Chire, Rosablanca	Hatocorozal
16	Urb. Maní		Maní	Maní
17	Piñalito	250	Piñalito, La Esperanza	Maní
18	Belgrado	300	Belgrado, Gaviotas, Brisas, Mararabe, Macoco, El Amparo, Chavinave, Guafalpintado, Santa Helena, Santa María, Guayana, La Llanerita, La Isla.	Maní
19	El Porvenir	300	El Porvenir, Tierra Grata, La Piñalera, Planadas	Monterrey
20	Urb. Monterrey		Monterrey	Monterrey

Fuente: El autor

Tabla 2. Subestaciones 34,5 KV / 13,2 KV del departamento de Casanare

Item	Nombre	Potencia (KVA)	Veredas interconectadas	Municipio
21	La Nevera	500	Las Cañas, La Redención, Barranquillita, Tablón de Tacare	Nunchía
22	Villa Playón	300	Villa Playón, La Capilla, La Yopalosa, Guacharacas, Pretexto, Corea, Sirivana	Nunchía
23	Urb. Nunchía		Nunchía	Nunchía
24	Los Patios	300	Muese	Paz de Ariporo
25	La Guada		Palosantal, La Guada	Paz de Ariporo
26	Carrastol	800	Carrastol, Tenllano, La Esperanza, Carrastol Alto, Brisas del Muese	Paz de Ariporo
27	Urb. Paz de Ariporo		Paz de Ariporo	Paz de Ariporo
28	El Muese	150	El Muese	Paz de Ariporo
29	Altamira Pore	150	Altamira, El Banco, El Verda, La Mapora, Agualinda, La Curama, La Sequi, La Jase, Ramononato, El Caucho, Cazadero, La Primavera	Pore
30	Guachiría	112,5	Guanábanas, Laureles, Vijagual	Pore
31	Urb. Pore		Pore	Pore
32	Bocas de Pore	225	Bocas de Pore, Chaparrito, La Macoya, Regalito	Pore
33	La Plata	300	La Plata, Miralindo, Curimina	Pore
34	El Secreto			Sabanalarga
35	Aguaclara		Aguaclara	Sabanalarga
36	Urb. San Luis de P/que		San Luis de Palenque	San Luis de Palenque
37	Támara	300	Támara, Guaseque, La Palma, La Flor, Quebrada Honda, Cruz Verde, La Victoria, Tabloncito, La Fragua	Támara
38	Tablón de Támara	300	Tablón de Támara	Támara
39	Urb. Tauramena		Tauramena	Tauramena
40	Guamal	225	Guamal	Trinidad

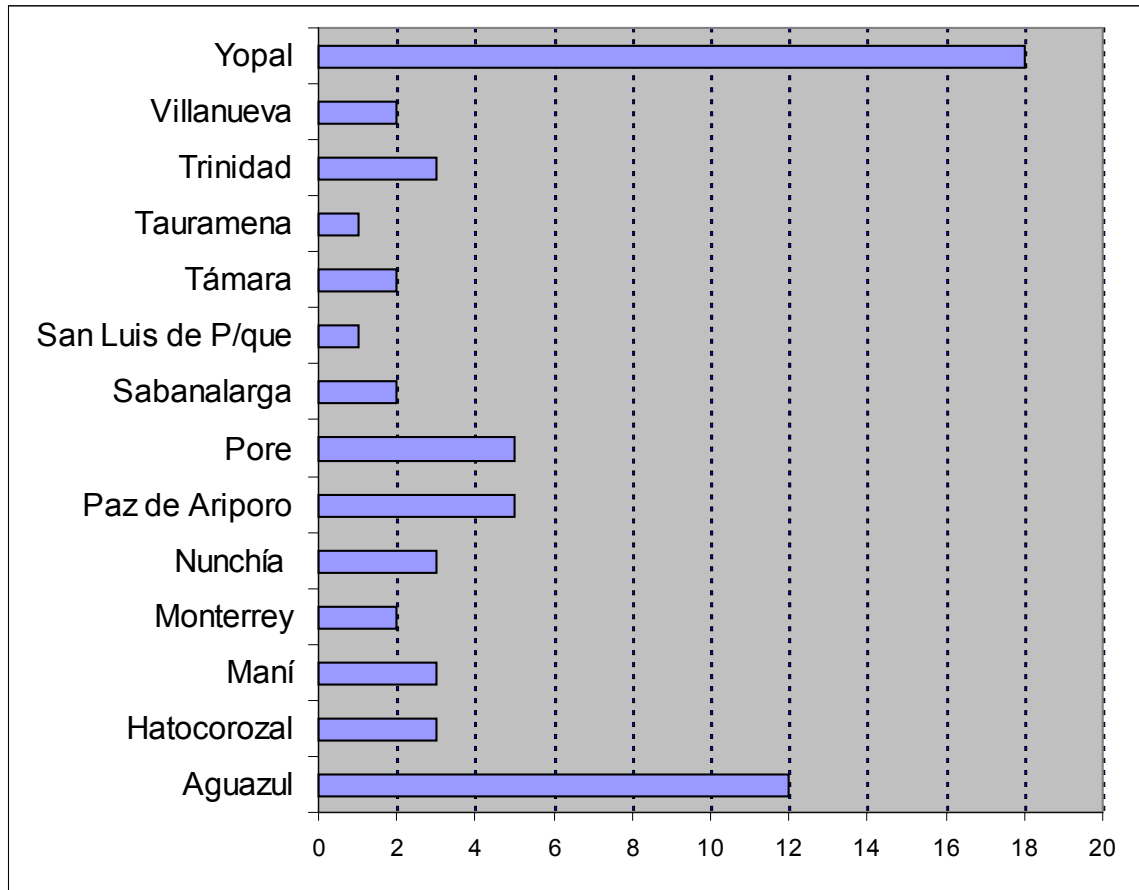
Fuente: El autor

Tabla 3. Subestaciones 34,5 KV / 13,2 KV del departamento de Casanare

Item	Nombre	Potencia (KVA)	Veredas interconectadas	Municipio
41	San Pedro	250	San Pedro	Trinidad
42	Urb. Trinidad		Trinidad	Trinidad
43	Urb. Villanueva		Villanueva	Villanueva
44	Los Gemelos	225	Los Gemelos, El Fical Bajo, El Fical Alto, Buenos Aires Alto, Buenos Aires Bajo, Santa Helena del Upía, Caribayona, Mata de la Urama	Villanueva
45	Charte	500	Charte, Plan Brisas	Yopal
46	La Calceta	250	Sirivana, Palomas, Tacarimena, La Manga, El Amparo, Barbillal, San Pascual, Punto Nuevo, Jagueyes	Yopal
47	El Taladro	500	El Taladro, San Antonio, San Nicolás, Rincón del Moriche	Yopal
48	Morichal	500	Morichal, San Rafael Morichal	Yopal
49	Yopitos	300	Yopitos, La Arenosa, La Porfía	Yopal
50	La Alemania	250	Alemania, El Arenal	Yopal
51	Tilodirán	300	Tilodirán	Yopal
52	Quebrada Seca	150	Quebrada Seca, Algarrobo	Yopal
53	Guayaque	112,5	Guayaque, El Bajo, Brisas del Oriente, Araguaney	Yopal
54	La Niata	300	La Niata, La Reserva, Palobajito, Matalimón, Naranjito	Yopal
55	Molino Casanare		Yopal	Yopal
56	El Morro		El Morro	Yopal
57	Araguaney		Araguaney	Yopal
58	Patimena	150	Patimena, Barbasco, Lagunas, Aceites	Yopal
59	Chaparrera		La Chaparrera	Yopal
60	El Garzón		El Garzón	Yopal
61	La Upamena	250	La Upamena	Yopal
62	La Guafilla	500	La Guafilla	Yopal

Fuente: El autor

Figura 6. Distribución de subestaciones por municipio



Fuente: El autor

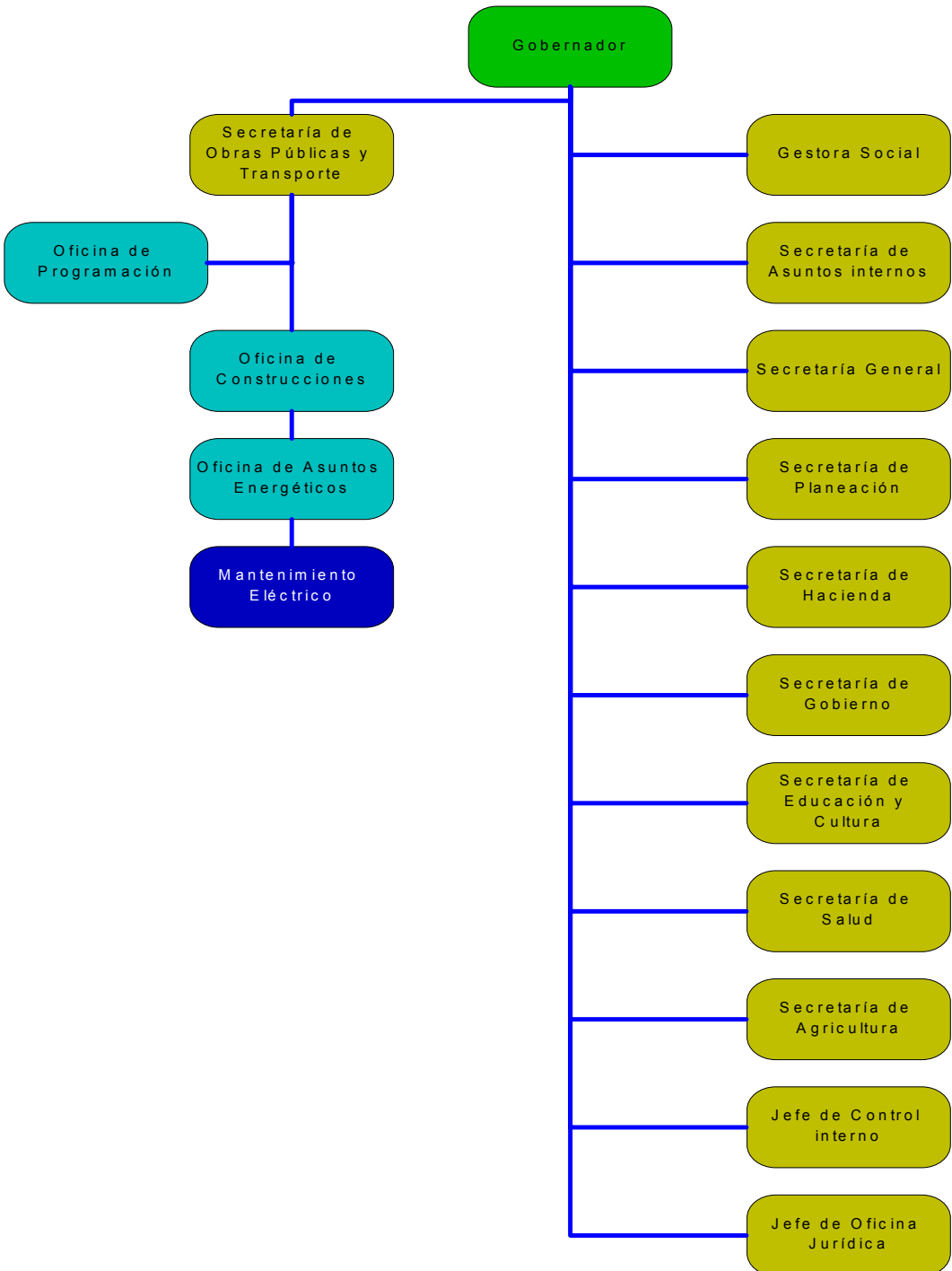
1.5 ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL

El equipo de mantenimiento eléctrico hace parte de la oficina de asuntos energéticos. Asuntos energéticos es una dependencia de la oficina de construcciones e interventoría y esta oficina depende de la secretaría de obras públicas y transporte. Todas las secretarías de la gobernación de Casanare dependen de la directriz del gobernador; quien es el que se encarga de formular las políticas generales, definir los planes a desarrollar durante el período de la administración.

La secretaría de obras públicas y transporte está facultada para dictar y hacer cumplir todas las políticas y planes establecidos. La figura 7 muestra la estructura organizacional actual de la gobernación.

La oficina de asuntos energéticos se encuentra conformada por un equipo de personal administrativo, ingeniería y operativo.

Figura 7. Estructura organizacional de la gobernación de Casanare



Fuente: El autor

Del área administrativa hacen parte el jefe de construcciones e interventoría, el cual es nombrado por el gobernador de turno, el director de la oficina de asuntos energéticos y como requisito debe ser ingeniero electricista o electromecánico por lo menos con una especialización relacionada con el área, un asesor jurídico que debe tener el título de abogado y un asesor de seguridad industrial que en este caso es un ingeniero industrial. En el personal administrativo el director de asuntos energéticos hace parte de la nómina de planta de la Gobernación, los demás profesionales son contratados por orden de servicio.

El área de ingeniería la conforman tres ingenieros electricistas, dos ingenieros electromecánicos y un asesor de medio ambiente encargado de dirimir los asuntos relacionados con la defensa de los recursos naturales y servidumbres de los proyectos que realiza la gobernación. De estos seis empleados dos son de planta y los demás contratados por orden de servicio.

El área operativa está conformada por diez técnicos electricistas, y cuatro conductores. De este personal cuatro son empleados oficiales de planta y los demás son contratados por orden de servicio, que normalmente no exceden los seis meses.

1.6 IDENTIFICACION Y JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

El mantenimiento de las subestaciones eléctricas con nivel de tensión 34.5 KV y 13.2 KV, del departamento de Casanare, fundamentalmente lo realiza la empresa de energía de Boyacá EBSA-ESP junto con la Gobernación de Casanare. Estas subestaciones hacen parte del sistema de interconexión nacional.

Las organizaciones prestadoras de servicios hoy día están obligadas a ser competitivas y ofrecer una entrega oportuna de sus servicios con altos estándares de calidad.

El entorno exige optimizar todos los sistemas, desde luego el mantenimiento de las subestaciones eléctricas del departamento de Casanare no son la excepción. El mantenimiento de las subestaciones en las nuevas administraciones juega un rol muy significativo para el logro de las metas y los objetivos propuestos dentro de los programas de desarrollo industrial y social del gobierno departamental.

Teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente y al no existir una estrategia de mantenimiento definida para estas subestaciones es preciso analizar en esta monografía el sistema de gestión de mantenimiento

actual y a partir de ahí sentar un precedente para que la Gobernación tome la decisión de implementar una estrategia de mantenimiento donde se haga el uso eficiente de los recursos, ya sea directamente o a través de la tercerización del mantenimiento.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo general

- ✓ Analizar los procedimientos de gestión de mantenimiento usados para controlar la disponibilidad de las subestaciones eléctricas con nivel de tensión 34.5 KV y 13.2 KV ubicadas en el departamento de Casanare.

1.7.2 Objetivos específicos

- ✓ Realizar una Auditoría para conocer el estado actual del mantenimiento efectuado a las subestaciones eléctricas.
- ✓ Recopilar y analizar los registros históricos de fallos y reparaciones realizadas a las subestaciones eléctricas para cuantificar su confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.
- ✓ Evaluar las operaciones y control del mantenimiento de las subestaciones eléctricas.
- ✓ Analizar la programación y planeación del mantenimiento de las subestaciones eléctricas.

2. MARCO CONCEPTUAL Y ASPECTOS TECNICOS

El análisis de la gestión de mantenimiento de subestaciones eléctricas del departamento de Casanare se desarrolló en seis pasos:

- ✓ Realización de Auditoría Flash Audit en donde se evaluó todo el sistema de mantenimiento de las subestaciones de 34,5KV a 13,2KV del departamento de Casanare.
- ✓ Cálculo de la mantenibilidad únicamente para la subestación de la Turúa, por ser considerada una subestación típica y la cual cuenta con información suficiente.
- ✓ Cálculo de la confiabilidad únicamente para la subestación de la Turúa, teniendo en cuenta el criterio anterior.
- ✓ Cálculo de la disponibilidad donde también se consideró la subestación de la Turúa a raíz del mismo criterio.
- ✓ Evaluación de operaciones y control del mantenimiento.
- ✓ Análisis de la planeación y programación.

2.1 MARCO CONCEPTUAL DE LA AUDITORIA FLASH AUDIT

La Auditoría Flash Audit fue desarrollada en Excel por la organización mundial de mantenimiento ABB Service Worldwide. El procedimiento utilizado para consolidar la información después de haber desarrollada la encuesta en esta auditoría es cuantitativo.

El enfoque consiste en elaborar un conjunto de preguntas a cerca de cada tópico y luego dar una calificación al factor, a partir de las respuestas a estas preguntas. Esta calificación es de 1 a 3 por cada factor en los 12 tópicos. El nivel más alto es calificado con 1, el nivel medio con 2 y el nivel mas bajo con 3.

Posteriormente se suman los resultados calificados. Esta calificación la hace el sistema cuando se ingresan las respuestas haciendo uso de la siguiente fórmula: $= 50 * (3 - \text{SUMA}(X_1: X_2) / Z$. Donde 50 es la probabilidad de éxito o de fracaso, el 3 representa el número de posibilidades de respuesta, $X_1: X_2$ es el rango de calificaciones a sumar y, Z, es el total de preguntas a calificar.

El diagnóstico y los resultados del análisis contienen indicadores que reflejan oportunidades de mejora en una tabla de consolidado final o en una figura tipo radar que es denominada polígono de la productividad del mantenimiento.

La metodología utilizada para hacer las encuestas fue a través de reuniones con el director de mantenimiento eléctrico y con el personal operativo de mantenimiento eléctrico. Previamente se tenían impresos los cuestionarios que iban a dirigir los debates de la evaluación de la gestión de los distintos aspectos de mantenimiento.

Como temas planteados en esa relación / cuestionario se evaluaron tanto para el director de mantenimiento como para el personal operativo los 12 tópicos propuestos por la Auditoría Flash Audit que se presentan a continuación:

- ✓ La relación entre producción y mantenimiento. Para el caso de esta monografía la relación entre la empresa de energía y mantenimiento eléctrico: este tópico evalúa la comunicación y las relaciones, los métodos de intervención, la percepción del mantenimiento preventivo (nivel de mantenimiento), y la percepción del mantenimiento por el área de producción (empresa de energía).
- ✓ La percepción de las jerarquías superiores del mantenimiento: evalúa la posición de la estructura del mantenimiento con la organización, la posición de la mano de obra en la organización, la opinión del mantenimiento y la importancia dada al aspecto financiero.
- ✓ La percepción del mantenimiento: evalúa la importancia dada a la organización, la importancia dada al análisis de los datos de entrada, y el mantenimiento preventivo.
- ✓ La disponibilidad de los equipos: evalúa el registro de la historia y el análisis de los datos y la información.
- ✓ Los costos del mantenimiento: evalúa los costos de mantenimiento concernientes a datos en historial y el análisis del sistema actual.
- ✓ Los métodos y preparación de trabajos: evalúa la preparación de los trabajos, la historia cronológica de las intervenciones, el análisis de los sistemas actuales, el desarrollo de los trabajos, el mantenimiento preventivo, los repuestos y la documentación técnica.
- ✓ La planeación de actividades: evalúa la programación de los trabajos, y la programación y ejecución de los trabajos.

- ✓ El manejo de los inventarios: evalúa la catalogación de repuestos, el registro de la remoción y destino de los repuestos, el listado de partes o repuestos, la gestión de los repuestos y los pedidos y suministros de existencias.
- ✓ Qué es lo que cada quien hace: evalúa el mantenimiento y la seguridad.
- ✓ Los recursos humanos: evalúa la relación en la mano de obra, las horas hombre de mantenimiento, la relación de trabajos programados con respecto a las horas hombre de mantenimiento, la motivación y la productividad del personal.
- ✓ Los recursos materiales: evalúa la documentación técnica, las herramientas y los equipos y la infraestructura.
- ✓ El entrenamiento al personal: evalúa la importancia del entrenamiento.

2.2 ASPECTOS TECNICOS DE LA SUBESTACION LA TURUA

La subestación de la Turúa es un punto de conexión encargado de transformar la energía eléctrica de 34,5KV a un nivel de tensión inferior de 13,2KV. Además mediante pórticos facilita la distribución de los diversos ramales que alimentan los usuarios. Los equipos principales que hacen parte de esta subestación son:

- ✓ Un transformador trifásico marca SIEMENS, con una potencia de 1000KVA.
- ✓ La tensión primaria es de 34,5KV y la tensión secundaria es de 13,8KV a 7,987KV
- ✓ La corriente primaria es de 16,73A y la corriente secundaria es de 41,83A.
- ✓ Estructura para pórticos compuesta por seis postes de ferroconcreto de 14 metros y 1050 kgf. Estos postes se unen mediante crucetas metálicas galvanizadas en caliente en las cuales van instaladas las protecciones y el sistema de aislamiento.
- ✓ Sistema de apantallamiento contra descargas atmosféricas el cual se aterriza mediante cable de cobre desnudo 1/0 AWG, hasta la malla de tierra general de la subestación.
- ✓ Barraje de 34,5KV para recibir la entrada de la energía proveniente de la subestación principal localizada en el municipio de Yopal.

- ✓ Barraje de 13,2KV del cual se derivan los diversos circuitos ramales de alimentación a los usuarios.

En la tabla 4 se muestra la descripción técnica de la subestación eléctrica la Turúa. Esta subestación está ubicada en la vía marginal de la selva entre los municipios de Tauramena y Aguazul.

Tabla 4. Descripción técnica de subestación la Turúa

Subestación:	Turúa
Municipio:	Aguazul
Descripción Técnica	
Marca	SIEMENS
Número de serie	177493
Potencia (KVA)	1000
Número de fases	3
Tensión primaria (KV)	34,5
Corriente primaria (A)	16,73
Tensión C.C. %	5,8
Peso (Kg)	3040
Peso P.E.	1480
Frecuencia (Hz)	60
Tensión Secundario (V)	13800 / 7987
Corriente Secundario (A)	41,83
Corriente C.C. (KA)	0,72
Refrigeración	ONAN
Clase de aislamiento	AO
Conexión	DYN5

Fuente: El autor

3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

3.1 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LA AUDITORIA FLASH AUDIT

3.1.1 Tópico 1: Relación entre producción y mantenimiento

La comunicación y las relaciones entre el grupo de mantenimiento y la empresa de energía evidencian una oportunidad de mejora debido a que las demandas para las intervenciones la mayoría de las veces provienen de la empresa de energía haciendo reflejar la falta de control del mantenimiento. También se realizan intervenciones de mantenimiento sin comunicar a la empresa de energía, los mantenimientos la mayoría de las veces no provienen de una solicitud por escrito, existe mucha pérdida de tiempo entre la solicitud y la intervención. En cuanto a fortalezas existe buena relación entre el grupo de mantenimiento y la empresa de energía, existe buena comunicación entre departamentos y personal en el grupo de mantenimiento.

En la tabla 5 se presenta el comparativo de fortalezas y debilidades tanto para el punto de vista del director de mantenimiento como el punto de vista del grupo de mantenimiento.

Tabla 5. Comunicación y relaciones

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Comunicación y relaciones	1. Existe buena relación entre mantenimiento y la empresa de energía	1. Las demandas para intervenciones provienen la mayoría de las veces de la empresa de energía	1. Existe buena relación entre mantenimiento y la empresa de energía	1. Las demandas para intervenciones provienen la mayoría de las veces de la empresa de energía
	2. Existe buena comunicación entre departamentos y el personal	2. Algunas veces la intervención del grupo de mantenimiento se realiza sin consultar a la empresa de energía	2. Existe buena comunicación entre departamentos y el personal	2. No todos los mantenimientos preventivos provienen de una solicitud por escrito.
		3. No todos los mantenimientos preventivos provienen de una solicitud por escrito.	3. No se realizan intervenciones sin consultar a la empresa de energía	3. Siempre se pierde tiempo entre la demanda y la intervención
		4. Siempre se pierde tiempo entre la demanda y la intervención		

Fuente: El autor

Los métodos de intervención presentan oportunidades de mejora debido a que los operadores de la empresa de energía no siempre juegan un papel importante en el mantenimiento, cuando se realizan intervenciones de mantenimiento o bien sean realizadas por el grupo de mantenimiento o por los operadores de la empresa de energía no siempre estas intervenciones se guardan, cuando se realizan actividades de mantenimiento no se hace un control de calidad a las mismas, además no existe un control formal de las

intervenciones de mantenimiento realizadas, y muy pocas veces los técnicos de mantenimiento conocen los equipos a intervenir. Ver tabla 6 de los métodos de intervención.

Tabla 6. Métodos de intervención

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Métodos de intervención	1. Regularmente se conocen los equipos a intervenir	1. No siempre los operadores juegan un papel en el mantenimiento	1. Regularmente los operadores juegan un papel en el mantenimiento	1. Muy a menudo los operadores de la empresa de energía realizan mantenimiento
	2. Las intervenciones por mantenimiento se guardan	2. Muy a menudo los operadores de la empresa de energía realizan mantenimiento		2. Las intervenciones por mantenimiento no siempre se guardan
	3. Existe un control formal de la información sobre intervenciones	3. Algunas veces el grupo de mantenimiento guarda registros de intervenciones de operadores		3. Algunas veces el grupo de mantenimiento guarda registros de intervenciones de operadores
		4. A menudo las intervenciones se hacen sin llenar formularios		4. No siempre las demandas de intervenciones se registran
		5. No siempre las demandas de intervenciones se registran		5. No se hacen inspecciones de control de calidad
		6. Ocasionalmente se hacen inspecciones de calidad		6. No existe un control formal sobre las intervenciones realizadas
				7. No siempre se conocen los equipos a intervenir

Fuente: El autor

En la percepción del mantenimiento preventivo los técnicos de mantenimiento consideran que no son responsables del funcionamiento de los equipos por lo tanto se refleja la falta de empoderamiento en los cargos, no existe de un programa de mantenimiento preventivo, existen pocas rutinas de mantenimiento y no se planifican, no se tienen conocimientos de lubricación y ajustes de los equipos, y muy poco se controla el estado de los equipos. En la tabla 7 de la percepción del mantenimiento preventivo se muestra el comparativo de fortalezas y debilidades desde el punto de vista del director de mantenimiento y del grupo de mantenimiento.

La percepción de mantenimiento en función de producción presenta oportunidades de mejora por que no se respetan los procedimientos cuando hay fallas o averías, continuamente la empresa de energía (operadores) llaman a mantenimiento para realizar trabajos elementales de limpiezas, con frecuencia se llama a mantenimiento para realizar ajustes elementales en los equipos, cuando se realizan mantenimientos a los equipos de las subestaciones no se comunica ni se envían los informes a la empresa de energía, con frecuencia los operadores (empresa de energía), llaman a mantenimiento para cambio de componentes elementales. En la tabla 8 de la percepción del mantenimiento en función de producción se muestra el comparativo de fortalezas y debilidades desde el punto de vista del director de mantenimiento y el grupo de mantenimiento eléctrico.

Tabla 7. Percepción del mantenimiento preventivo

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Percepción del mantenimiento preventivo (nivel de mantenimiento)	1. Son responsables del buen funcionamiento de los equipos	1. No existe programa de mantenimiento preventivo	1. Regularmente se visitan equipos estratégicos	1. Indirectamente son responsables del funcionamiento de los equipos
	2. Existen rutinas de mantenimiento	2. Introducir mantenimiento preventivo causa problemas		2. No existe programa de mantenimiento preventivo
	3. Existe planificación de las visitas operaciones y controles	3. No existe lubricación de equipos (transformadores)		3. Algunas veces Introducir mantenimiento preventivo causa problemas
		4. No se tienen conocimientos de lubricación		4. Existen algunas rutinas de mantenimiento
		5. Algunos equipos estratégicos se visitan sistemáticamente		5. No siempre se lubrican equipos
		6. Poco se controla el estado de los equipos		6. No se tienen conocimientos de lubricación, ni de ajustes de equipos
		7. Parcialmente se está elaborando un programa con ayuda de producción		7. Muy poco se controla el estado de los equipos
				8. No se hacen intervenciones siguiendo un programa de mantenimiento
				9. No se está elaborando un programa de mantenimiento
				10. No existe planificación de las visitas y controles por parte de la empresa de energía

Fuente: El autor

Tabla 8. Percepción del mantenimiento en función de producción

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Percepción del mantenimiento en función de la producción	1. Siempre se hace el mantenimiento de acuerdo a procedimiento	1. A menudo se llama a mantenimiento para realizar limpieza de equipos	1. Siempre se hace el mantenimiento de acuerdo a procedimiento	1. No siempre se respetan los procedimientos cuando hay fallas o averías
	2. Generalmente se respetan los procedimientos cuando hay fallas o averías	2. No se llama a mantenimiento para controles simples	2. Mantenimiento nunca es llamado en caso de realizar la limpieza de los equipos	2. Con frecuencia se llama a mantenimiento para cambios: ejemplo de fusibles
	3. Considera a mantenimiento igual de importante que la empresa de energía	3. Algunas veces se llama a mantenimiento cuando hay que cambiar partes menores	3. Nunca se llama a mantenimiento para controles simples	3. Con frecuencia se llama a mantenimiento para ajustes elementales
		4. Algunas veces se llama a mantenimiento para ajustes elementales	4. Considera a mantenimiento igual de importante que la empresa de energía	4. Nunca se informan los reportes de mantenimiento a la empresa de energía
		5. Nunca se informan los reportes de mantenimiento a la empresa de energía		

Fuente: El autor

3.1.2 Tópico 2: Percepción de las jerarquías superiores de mantenimiento

En la posición de estructura de mantenimiento dentro de la compañía desde la percepción del director de mantenimiento no existe un mapa organizacional específico para el equipo de mantenimiento, la mano de obra existente no corresponde con el mapa organizacional global, se piensa que mantenimiento debe depender de producción en este caso la empresa de energía, el director de mantenimiento no tiene claro si mantenimiento debe definir sus propias políticas y acciones. Desde la percepción del grupo de mantenimiento exteriorizan que no existe un mapa organizacional específico para mantenimiento, también piensan que mantenimiento debe depender de producción (la empresa de energía), no tienen claridad si mantenimiento define sus propias políticas y acciones, también manifiestan que mantenimiento no participa en la compra de equipos. En la tabla 9 se presenta un comparativo de las fortalezas y debilidades en la posición de la estructura de mantenimiento dentro de la compañía.

Tabla 9. Posición de la estructura de mantenimiento dentro de la compañía

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Posición de la estructura de mantenimiento dentro de la compañía	1. Existe un mapa organizacional dentro de la compañía	1. No existe un mapa organizacional específico para mantenimiento	1. Existe un mapa organizacional dentro de la compañía	1. No existe un mapa organizacional específico para mantenimiento
	2. Se conocen las horas hombre en mantenimiento	2. La mano de obra no corresponde con el mapa organizacional	2. Se conocen las horas hombre en mantenimiento	2. Se piensa que es particularmente necesario la dependencia de mantenimiento con la empresa de energía
	3. En gran parte las posiciones jerárquicas corresponden con el trabajo real	3. Se piensa que es particularmente necesario la dependencia de mantenimiento con producción	3. La mano de obra corresponde con el mapa organizacional	3. Parcialmente mantenimiento debe definir sus políticas y acciones
	4. Mantenimiento algunas veces define cuando repara un equipo	4. No se tiene claro si mantenimiento debe definir sus propias políticas y acciones.	4. En gran parte las posiciones jerárquicas corresponden con el trabajo real	4. Nunca mantenimiento participa en la compra de equipos
		5. Se piensa que es particularmente necesario la dependencia de mantenimiento con la empresa de energía	5. Mantenimiento en general define la estrategia para la reparación de los equipos	

Fuente: El autor

En la posición de mano de obra dentro de la compañía se refleja oportunidad de mejora en la forma como se aplica los criterios de promoción de personal, las posibilidades de promoción del personal de mantenimiento no son iguales a las del personal de la empresa de energía, existe inconformidad en la estructura de pago que tiene el personal de mantenimiento con respecto al personal de la empresa de energía, no siempre el personal de mantenimiento puede llegar a niveles altos dentro de la compañía, no todas las decisiones de intervenciones de mantenimiento provienen de la oficina de

mantenimiento, nadie que haya sido de mantenimiento o de planta en el grupo de mantenimiento a dirigido el departamento. Ver la tabla 10 de la posición de mano de obra dentro de la compañía.

Tabla 10. Posición de mano de obra dentro de la compañía

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Posición de la mano de obra dentro de la compañía	1. No existen diferencias en la estructura de incentivos para el personal de staff en la empresa de energía y mantenimiento	1. No en todo los casos se aplica el mismo criterio de promoción en mantenimiento que en producción para el personal de staff		1. No en todo los casos se aplica el mismo criterio de promoción en mantenimiento que en producción para el personal de staff
	2. No hay desventajas tanto para el personal de la empresa de energía como para el de mantenimiento	2. No en todos los casos las posibilidades de promoción son las mismas para el personal de staff en producción y mantenimiento		2. No en todos los casos las posibilidades de promoción son las mismas para el personal de staff en producción y mantenimiento
		3. Existen algunas diferencias en la estructura de pago tanto para el personal de la empresa de energía como el de mantenimiento.		3. Existen algunas diferencias en la estructura de pago tanto para el personal de la empresa de energía como el de mantenimiento.
		4. No siempre el personal de mantenimiento puede esperar a llegar a niveles altos como los de la empresa de energía		4. Existen diferencias en la estructura de incentivos para el personal de staff en la empresa de energía y mantenimiento
		5. Nadie de mantenimiento dirige la compañía		5. Hay ventajas tanto para el personal de la empresa de energía como para el de mantenimiento
				6. No siempre el personal de mantenimiento puede esperar a llegar a niveles altos como los de la empresa de energía
				7. Algunas decisiones de intervenciones provienen de la oficina de mantenimiento

Fuente: El autor

De acuerdo a la opinión del mantenimiento el director piensa que ha tenido algunos resultados en seguridad y medio ambiente, el grupo de mantenimiento no conoce los costos globales de mantenimiento, no saben que parte del presupuesto se consume en mantenimiento, consideran que el nivel técnico de mantenimiento no es aprovechable por la compañía, además consideran que el mantenimiento que se realiza es demasiado costoso y no es aprovechable. Todos estos hallazgos anteriores se presentan como oportunidades de mejora. Como fortalezas el director de mantenimiento es el único que conoce los costos globales de mantenimiento, conoce que parte del presupuesto se consume en mantenimiento, considera que el nivel técnico es aprovechable, piensa que cumple los objetivos de la compañía, pero si se tienen en cuenta todas las oportunidades de mejora estos

objetivos no estarían satisfechos totalmente. En la tabla 11 se presenta un comparativo de fortalezas y debilidades para la opinión del mantenimiento.

Tabla 11. Opinión del mantenimiento

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Opinión del mantenimiento	1. El director conoce los costos globales de mantenimiento	1. Piensa que ha tenido algunos resultados en seguridad y medio ambiente con mantenimiento	1. Piensa que el mantenimiento cumple con los objetivos	1. No se conocen los costos globales de mantenimiento
	2. Conoce que parte del presupuesto consume mantenimiento		2. Se piensa que son justificables los costos de mantenimiento	2. No se sabe qué parte del presupuesto se va en mantenimiento
	3. Considera que el nivel técnico ejecutado en mantenimiento es aprovechable por la compañía		3. Piensa que mantenimiento ayuda a dar una alta disponibilidad a los equipos	3. Considera que el nivel técnico ejecutado en mantenimiento no es aprovechable por la compañía
	4. Piensa que el mantenimiento cumple con los objetivos		4. Piensan que mantenimiento ayuda a dar seguridad y protección al medio ambiente	4. Considera que el mantenimiento es costoso por lo tanto no es muy eficiente y poco aprovechable
	5. Son justificables los costos de mantenimiento			
	6. Piensa que el mantenimiento ayuda a dar una disponibilidad alta en los equipos			
	7. Considera que el mantenimiento es eficiente y aprovechable			

Fuente: El autor

La tabla 12 se presenta la importancia dada a los medios financieros en el equipo de mantenimiento, haciendo un comparativo de fortalezas y debilidades.

Tabla 12. Importancia dada a los medios financieros

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Importancia dada a los medios financieros	1. Conoce el presupuesto de mantenimiento	1. El presupuesto es considerado de forma global y no es específico		1. No se conoce el presupuesto de mantenimiento
		2. No hay suficientes líneas específicas para estos presupuestos		2. El presupuesto es considerado de forma no planeada y no es específico
		3. No hay presupuesto específico, ni se planifica para entrenar personal		3. No hay líneas específicas de presupuesto para mantenimiento
		4. no es suficiente el presupuesto que se estima para las necesidades de capacitación		4. No hay presupuesto específico para entrenar personal
		5. Tiene pocos indicadores de ayuda para manejar los costos de mantenimiento		5. No se cumple en el presupuesto las necesidades de entrenamiento
		6. No se busca la mejora en el rendimiento financiero de mantenimiento		6. No se da un manejo eficiente a los costos de mantenimiento. No se tienen indicadores
				7. No se busca la mejora en el rendimiento financiero de mantenimiento

Fuente: El autor

3.1.3 Tópico 3: Percepción del mantenimiento

Este tópico de la percepción del mantenimiento analiza haciendo un comparativo las fortalezas y debilidades para la importancia dada a la organización. Ver tabla 13, la importancia dada a los datos de entrada. Ver tabla 14.

Tabla 13. Importancia dada a la organización

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Importancia dada a la organización	1. Existe una persona de mantenimiento encargada de los informes en caso de falla o daño	1. Algunas veces en la práctica la organización permite la retroalimentación	1. Existe una persona de mantenimiento encargada de los informes en caso de falla o daño	1. No siempre se registran las intervenciones de mantenimiento realizadas
	2. Siempre se registran las intervenciones de mantenimiento realizadas	2. No siempre se preparan las intervenciones de los equipos que afectan el servicio	2. Algunas veces en la práctica la organización permite la retroalimentación	2. No siempre existe retroalimentación después de las intervenciones entre la empresa de energía y mantenimiento
	3. Existe retroalimentación después de las intervenciones entre la empresa de energía y mantenimiento		3. En la oficina de mantenimiento se archivan los reportes con los detalles de los trabajos realizados	3. No siempre se preparan las intervenciones de los equipos que afectan el servicio
	4. En la oficina de mantenimiento se archivan los reportes con los detalles de los trabajos realizados		4. Siempre se preparan las intervenciones rutinarias	
	5. Siempre se preparan las intervenciones rutinarias		5. Existe una oficina técnica que hace parte de mantenimiento	
	6. Existe una oficina técnica que hace parte de mantenimiento			

Fuente: El autor

Tabla 14. Importancia dada al análisis de los datos de entrada

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Importancia dada al análisis de los datos de entrada	1. Siempre se verifican las horas trabajadas	1. Para algunas operaciones de mantenimiento se hace informe de ejecución	1. Para la mayoría de operaciones de mantenimiento se hace informe de ejecución	1. Nunca se verifican las horas trabajadas
	2. Siempre se registran los repuestos o partes utilizadas	2. Regularmente se reciben los detalles de las intervenciones hechas por la empresa de energía	2. El informe de ejecución se envía a la oficina de mantenimiento	2. Algunas veces se registran los repuestos o partes utilizadas
	3. El informe de ejecución se envía a la oficina de mantenimiento	3. No existe un tratamiento técnico de las demandas concernientes a informes	3. Los tiempos reportados se envían a la oficina de mantenimiento	3. No se reciben los detalles de las intervenciones hechas por la empresa de energía
	4. Los tiempos reportados se envían a la oficina de mantenimiento	4. Algunas veces hay retroalimentación después del proceso	4. El control de repuestos y artículos se envían a la oficina de mantenimiento	4. No existe un tratamiento técnico de las demandas concernientes a informes
	5. El control de repuestos y artículos se envían a la oficina de mantenimiento	5. No siempre la cantidad de retroalimentación es suficiente		5. No hay retroalimentación después del proceso
				6. No hay suficiente retroalimentación

Fuente: El autor

También en este tópico se analizó a través del comparativo de fortalezas y debilidades el mantenimiento preventivo. Ver tabla 15 de mantenimiento preventivo.

Tabla 15. Mantenimiento preventivo

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Mantenimiento preventivo		1. No existe un programa de mantenimiento preventivo	1. Regularmente se verifican sistemáticamente los equipos estratégicos	1. No existe un programa de mantenimiento preventivo
		2. Se verifican sistemáticamente únicamente a los equipos estratégicos	2. Los buenos resultados se miden	2. No están definidas las instrucciones de operación para los equipos de control
		3. Existen controles e intrusiones de operación parciales	3. Muchas operaciones de mantenimiento se reportan	3. No está definido cuantas equipos se controlan sistemáticamente
		4. No está definido cuantas equipos se controlan sistemáticamente		4. No se perciben los buenos resultados de los equipos que se controlan
		5. Algunas veces se perciben los buenos resultados de los equipos que se controlan		5. No existe un reporte para las intervenciones preventivas
		6. Los buenos resultados no se miden		
		7. Algunas operaciones de mantenimiento tienen reporte		
		8. Para algunas intervenciones preventivas existe reporte		

Fuente: El autor

3.1.4 Tópico 4: Disponibilidad de equipos

Este tópico evalúa la disponibilidad de los equipos, el cual comprende el registro de historia. En este registro de historia hay oportunidades de mejora por que no se conocen cuales son los equipos estratégicos, no se sabe por qué se consideran equipos estratégicos, muy pocas veces se ponen al día los registros históricos de los equipos, la disponibilidad como indicador no hace parte del registro, para algunos equipos existe programa preventivo, cuando hay paradas programadas no todas las veces se preparan las intervenciones, el registro para todas las intervenciones planeadas y correctivas es muy pobre, no se guarda registro histórico de pérdidas por disponibilidad.

Como fortalezas se tiene que a menudo se conocen cuales son los equipos problemáticos, se tiene un sistema para administrar paradas, regularmente se planifican paradas, algunos técnicos preparan intervenciones cuando hay paradas programadas.

En la tabla 16 de registro de la historia se observa el comparativo de fortalezas y debilidades desde la percepción del director de mantenimiento y el grupo de mantenimiento.

Tabla 16. Registro de la historia

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Registro de la historia	1. A menudo en el área se conocen cuales son los equipos problemáticos	1. No se conocen cuales son los equipos estratégicos	1. A menudo en el área se conocen cuales son los equipos problemáticos	1. No se conocen cuales son los equipos estratégicos
	2. Se tiene un sistema para administrar paradas	2. No se sabe por qué se consideran equipos estratégicos	2. A parte del sistema de paradas está planificado paradas regularmente	2. No se sabe por qué se consideran equipos estratégicos
	3. A parte del sistema de paradas está planificado paradas regularmente	3. Muy pocas veces se ponen al día los registros históricos de los equipos	3. Cuando hay cierres programados se preparan las intervenciones	3. No se ponen al día los registros históricos de los equipos
		4. La disponibilidad no hace parte del registro histórico		4. La disponibilidad no hace parte del registro histórico
		5. Para algunos equipos existen programas preventivos		5. No existe un programa preventivo para los equipos
		6. Cuando hay cierres o paradas programadas algunas veces se preparan las intervenciones		6. No se tiene un sistema seguro en caso de cierres o paradas de los equipos
		7. El registro para todas las intervenciones planeadas es pobre		7. No existe registro para intervenciones planeadas
		8. El registro para intervenciones correctivas es pobre		8. No existe registro para intervenciones correctivas
		9. No se guarda registro histórico de pérdidas por disponibilidad		9. No se guarda registro histórico de pérdidas por disponibilidad

Fuente: El autor

Del análisis de los datos e información se presentan oportunidades de mejora por que no se registran las causas de paradas de los equipos, no se hace un seguimiento a la disponibilidad de los equipos, no se lleva un registro de las horas de ejecución de mantenimiento ni se diferencia el mantenimiento preventivo del mantenimiento correctivo, no se conocen informes globales de los mantenimientos que se realizan para cada uno de los equipos, no se conocen informes específicos de los equipos estratégicos que se les hace mantenimiento, los límites aceptables tanto para el mantenimiento preventivo como el correctivo son aproximados, no existe una técnica estadística para calcularlos, muy pocas veces se utilizan indicadores de gestión para medir la mejora del mantenimiento preventivo que se realiza, no se miden a través de indicadores las tareas después de realizar una mejora en los equipos, normalmente hay intervenciones de mantenimiento sin tener una solicitud de trabajo por escrito, ni posterior a ello se ha elaborado una orden de trabajo donde se pueda al finalizar emitir un reporte para que se guardado ya sea en sistema o en copias duras para poder hacer seguimiento y consultas.

En la tabla 17 del análisis de los datos e información se presenta el comparativo de las fortalezas y debilidades desde la percepción del director de mantenimiento como la percepción del grupo de mantenimiento eléctrico de la gobernación de Casanare.

Tabla 17. Análisis de los datos e información

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Análisis de los datos e información	1. Se hace seguimiento del tiempo de parada de los equipos	1. No se registran las causas de paradas de los equipos		1. No se hace seguimiento al tiempo de parada de los equipos
		2. No se hace seguimiento a la disponibilidad de los equipos		2. No se registran las causas de paradas de los equipos
		3. No se lleva un registro de las horas de ejecución ni se hace diferencia entre mantenimiento preventivo y correctivo		3. No se hace seguimiento a la disponibilidad de los equipos
		4. No se conocen informes globales		4. No se lleva un registro de las horas de ejecución, ni se diferencia el mantenimiento preventivo del correctivo
		5. No se conocen informes para los equipos estratégicos		5. No se conocen informes globales
		6. Los límites aceptables tanto para el mantenimiento preventivo como correctivo son aproximados		6. No se conocen informes para los equipos estratégicos
		7. Pocas veces se usan indicadores para medir la mejora del mantenimiento preventivo		7. No existen límites aceptables tanto para el mantenimiento preventivo como correctivo
		8. No se mide las tareas después de realizar una mejora		8. No se usan indicadores para medir la mejora del mantenimiento preventivo
		9. Regularmente hay intervenciones de mantenimiento sin tener un reporte		9. No se mide las tareas después de realizar una mejora
				10. Regularmente hay intervenciones de mantenimiento sin tener un reporte

Fuente: El autor

3.1.5 Tópico 5: Costos de mantenimiento

Este tópico evalúa los datos históricos a cerca de los costos de mantenimiento y el análisis del sistema actual. Con respecto a los datos históricos de los costos no se conoce en detalle los costos de mantenimiento, no se manejan datos de costos de mantenimiento, no se manejan registros de costos de mantenimiento, no se utiliza un documento especial en las intervenciones, muy pocas intervenciones de mantenimiento tienen un reporte, no existen reportes de tiempos en las operaciones, no se lleva un registro del consumo de repuestos, no hay tratamiento técnico sobre los documentos de solicitud de mantenimiento, no se tienen en cuenta los costos por ejecución de mantenimiento preventivo, no se tienen en cuenta los costos por ejecución de mantenimiento correctivo, no se emiten reportes de mantenimiento preventivo, ni de mantenimiento correctivo, no se emiten reportes de mantenimiento preventivo ni de correctivo por equipo, no existe reporte de la evaluación del programa de mantenimiento preventivo. En la

tabla 18 se observa el comparativo de fortalezas y debilidades para los datos históricos a cerca de los costos de mantenimiento.

Tabla 18. Datos históricos a cerca de los costos de mantenimiento

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Datos históricos a cerca de los costos de mantenimiento	1. Conoce los costos de mantenimiento en detalle	1. Para algunas intervenciones se utiliza un documento especial		1. No se conoce los costos de mantenimiento en detalle
	2. Siempre adquiere datos de costos de mantenimiento	2. Para algunas operaciones existen reportes de tiempos		2. No se manejan datos de costos de mantenimiento
	3. Se tienen los registros de datos sobre costos de mantenimiento	3. No hay tratamiento técnico sobre los documentos de las demandas de mantenimiento		3. No se manejan registros de costos de mantenimiento
	4. La mayoría de ejecuciones de mantenimiento tienen un informe	4. No se tienen en cuenta los costos de ejecución por mantenimiento preventivo		4. No se utiliza un documento especial en las intervenciones
	5. Siempre se registra el consumo de repuestos	5. No se emite reporte de la relación entre mantenimiento preventivo y correctivo		5. Pocas intervenciones de mantenimiento tienen un reporte
	6. Siempre se tienen en cuenta los costos de ejecución por mantenimiento correctivo	6. No se emiten reportes de relación entre mantenimiento preventivo y correctivo por equipo		6. No existen reportes de tiempos en las operaciones
		7. No se usa informe para evaluar el programa preventivo		7. No se registra el consumo de repuestos
				8. No hay tratamiento técnico sobre los documentos de demanda de mantenimiento
				9. No se tienen en cuenta los costos por ejecución de mantenimiento preventivo
				10. No se tienen en cuenta los costos por ejecución de mantenimiento correctivo
				11. No se emiten reportes de mantenimiento preventivo versus correctivo
				12. No se emiten reportes de mantenimiento preventivo versus correctivo por equipo
				13. No hay un reporte de la evaluación del programa de mantenimiento preventivo

Fuente: El autor

En el análisis del sistema actual se evidencian oportunidades de mejora por que no se usan indicadores sistemáticos de costos, el tratamiento técnico para los costos es muy pobre, no se tiene un proceso específico para los costos de mantenimiento preventivo, los datos de costos para informes contables son muy pobres, no se tiene una estructura contable específica para mantenimiento eléctrico, por lo tanto no se lleva una contabilidad específica, no se conocen informes de costos de mantenimiento preventivo y correctivo. Ver la tabla 19 análisis del sistema actual las fortalezas y debilidades.

Tabla 19. Análisis del sistema actual

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Análisis del sistema actual	1. Regularmente hay tratamiento técnico para los costos	1. Algunas veces se usan indicadores de costos		1. No es sistemático que se use indicadores de costos
		2. No se tiene proceso específico para los costos preventivos		2. Muy poco es el tratamiento técnico para los costos
		3. No se tienen datos de costos para analizar la contabilidad		3. No se tiene un proceso específico para los costos preventivos
		4. No se tiene una estructura para análisis contable en mantenimiento		4. No se tienen datos de costos para informe contable
		5. No se usa análisis contable para mejorar los servicios de mantenimiento		5. No se tiene una estructura contable para mantenimiento
		6. Conoce parcialmente la relación de costos entre mantenimiento preventivo y correctivo		6. No se lleva una contabilidad específica para administrar el mantenimiento
				7. No se conocen informes de costos por mantenimiento preventivo y correctivo

Fuente: El autor

3.1.6 Tópico 6: Métodos y preparación de trabajos

El tópico de los métodos y preparación de trabajos comprende un análisis de fortalezas debilidades para la preparación de los trabajos, un análisis de la historia cronológica de las intervenciones, un análisis de los sistemas actuales, un análisis de las mejoras en los trabajos, un análisis del mantenimiento preventivo, un análisis del listado de partes y de la documentación técnica.

En la preparación de los trabajos para ciertas intervenciones se prepara la documentación técnica necesaria, no siempre se respeta el tiempo de intervenciones planeadas, algunos equipos estratégicos tienen inspecciones para realizar las intervenciones, para algunas intervenciones complejas se tiene en cuenta la documentación técnica, no siempre hay sincronización de intervenciones hechas por especialistas de mantenimiento, cuando una intervención se planea las necesidades de repuestos surgen antes o durante la intervención, nunca se hace una inspección preliminar antes de realizar intervenciones normales, para ciertas intervenciones planeadas se prepara el recurso humano, para ciertas intervenciones planeadas se prepara la documentación técnica, no se prepara el equipo de medición necesaria para las intervenciones planeadas. Todas las evidencias anteriores son oportunidades de mejora en la preparación de los trabajos.

En la tabla 20 se presentan las fortalezas y debilidades de la preparación de los trabajos desde el punto de vista del director y del grupo de mantenimiento.

Tabla 20. Preparación de trabajos

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Preparación de trabajos	1. Siempre se prepara la herramienta necesaria y específica para intervenciones planeadas	1. Para ciertas intervenciones planeadas se prepara el recurso humano	1. Para todas las intervenciones planeadas se prepara el recurso humano	1. Para ciertas intervenciones planeadas se prepara la documentación técnica necesaria
	2. Siempre se estima el tiempo necesario para las intervenciones planeadas	2. Para ciertas intervenciones planeadas se prepara el equipo	2. Para todas las intervenciones planeadas se prepara el equipo	2. No siempre se respeta el tiempo de intervenciones planeadas
		3. Para ciertas intervenciones planeadas se prepara la documentación técnica	3. Para todas las intervenciones planeadas se prepara la herramienta	3. Algunos equipos estratégicos tienen inspección para las intervenciones
		4. No se prepara el equipo de medición necesario para intervenciones planeadas	4. Siempre se prepara el equipo de medición necesario para las intervenciones planeadas	4. Para algunas intervenciones complejas se tiene en cuenta la documentación técnica
		5. No se respeta el tiempo de intervenciones planeadas	5. Siempre se estima el tiempo que se requiere para las intervenciones planeadas	5. No siempre hay sincronización de las intervenciones hechas por especialistas
		6. Nunca se hace una inspección preliminar antes de realizar las intervenciones	6. Siempre se hace una inspección preliminar antes de iniciar las intervenciones	6. Cuando una intervención se planea las necesidad de partes o repuestos surgen antes o durante la intervención planeada
		7. No hay inspección en equipos estratégicos para las intervenciones planeadas		
		8. Algunas veces se tiene en cuenta la documentación técnica en las intervenciones complejas		
		9. No siempre hay sincronización de las intervenciones hechas por especialistas		
		10. Cuando una intervención se planea las necesidad de partes o repuestos surgen antes o durante la intervención planeada		

Fuente: El autor

En el análisis de la historia cronológica de las intervenciones se evidencia que no se usa un formato especial para cada intervención, algunas intervenciones de mantenimiento se ejecutan basadas en procedimientos escritos, en la oficina de mantenimiento se quedan los procedimientos, formatos de ayuda para el mantenimiento, no hay procesamiento técnico para las solicitudes de trabajo, órdenes de trabajo, reportes de trabajos

realizados y tiempos gastados en la ejecución, nunca se hace un análisis de las partes gastadas, las horas invertidas, los documentos y procedimientos utilizados. Todas las anteriores evidencias son oportunidades de mejora en el análisis de la historia cronológica. Ver en la tabla 21 el comparativo de fortalezas y debilidades para la historia cronológica de las intervenciones.

Tabla 21. Historia cronológica de las intervenciones

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Historia cronológica de las intervenciones		1. Algunas veces se usa un formato especial para cada intervención	1. Lamayoría de las intervenciones tienen un informe formal de las actividades de mantenimiento	1. No se usa formato especial para cada intervención
		2. Algunas intervenciones tienen un informe formal de las actividades de mantenimiento	2. Nunca hay intervenciones de mantenimiento sin orden formal	2. Algunas intervenciones de mantenimiento se ejecutan basadas en procedimientos escritos
		3. La ejecución del mantenimiento preventivo se hace sin procedimiento escrito		3. En la oficina de mantenimiento hay formatos o procedimientos de ayuda para los mantenimientos
		4. No hay datos de ayuda para los procedimientos		4. No hay procesamiento técnico para las solicitudes de trabajo, órdenes de trabajo, tiempos de trabajo.
		5. No hay procesamiento técnico para las solicitudes de trabajo, órdes de trabajo e informes de horas.		5. Nunca se hace un análisis de las partes gastadas, las horas invertidas, los documentos y procedimientos de trabajo
		6. A menudo hay intervenciones de mantenimiento sin una orden formal		
		7. algunas veces se compara la cantidad de horas gastadas y el consumo real de partes, documentos y procedimientos de trabajo		

Fuente: El autor

Para el análisis de los sistemas actuales pocas veces se hace uso de las estadísticas para decidir hacer intervenciones, no se usa técnica escrita del proceso de intervenciones, únicamente se calculan algunos costos de intervenciones de mantenimiento preventivo, algunas operaciones de costos de mantenimiento preventivo se calculan, no se calculan los costos por mantenimiento correctivo, se calculan ciertas operaciones de tiempo de ejecución por mantenimiento correctivo, algunas veces se usan indicadores para medir la relación de costos de mantenimiento preventivo con respecto al mantenimiento correctivo, algunas veces se usan indicadores para medir los tiempos incurridos en mantenimiento preventivo con respecto al mantenimiento correctivo, algunas veces se utilizan indicadores para medir la

mejora del mantenimiento programado, los pocos datos de los indicadores proporcionan información global.

En la tabla 22 se presenta el análisis de los sistemas actuales con las fortalezas y debilidades desde la percepción del director de mantenimiento y el grupo de mantenimiento.

Tabla 22. Análisis de los sistemas actuales

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Análisis de los sistemas actuales		1. Pocas veces se utiliza la estadística en las intervenciones	1. Regularmente se utiliza análisis estadístico para las intervenciones	1. Muy pocas veces se utiliza la técnica escrita en los procesos de intervenciones
		2. No se usa la técnica escrita en los proceso de las intervenciones	2. Siempre se calcula el tiempo de ejecución por mantenimiento correctivo	2. No se calculan costos por ejecución de mantenimiento preventivo
		3. Se calculan algunos costos de intervenciones por mantenimiento preventivo		3. No se calculan tiempos de ejecución por mantenimiento preventivo
		4. Algunas operaciones de costos de mantenimiento preventivo se calculan		4. No se calculan costos por ejecución de mantenimiento correctivo
		5. No se calculan los costos por mantenimiento correctivo		5. No se hace análisis comparativo de costos de mantenimiento preventivo versus costos de mantenimiento correctivo
		6. Se calculan ciertas operaciones de tiempos de ejecución por mantenimiento correctivo		6. No se hace análisis comparativo de tiempos en ejecución de mantenimiento preventivo versus correctivo
		7. algunas veces se usan indicadores para calcular la relación de los costos de mantenimiento preventivo y correctivo		7. No existen indicadores para medir la mejora del mantenimiento programado
		8. Algunas veces se usan indicadores para calcular los tiempos relacionados en mantenimiento preventivo y correctivo		8. No hay información a cerca de indicadores que proporcionen información global
		9. Algunas veces se utilizan indicadores para mejorar el mantenimiento preventivo programado		
		10. Los datos de indicadores proporcionan información global		

Fuente: El autor

Con respecto a la mejora en los trabajos muy pocas veces se han hecho mejora en los equipos, las mejoras que se han intentado trabajar a los equipos se han hecho globalmente, no se han presentado estudios de rentabilidad antes de iniciar a realizar mejoras, no se usan los mismos procedimiento que se utilizan en las mejoras de estructuras de edificios, no existe formalmente un departamento que estudie las mejoras, no está definido quien lanza el estudio de las mejoras de los equipos, no está

definido formalmente quien lanza el estudio de las mejoras de las estructuras. En la tabla 23 se observa las fortalezas y debilidades con respecto a las mejoras en los trabajos.

El mantenimiento preventivo evidencia que no existe un programa de mantenimiento, no están establecidas inspecciones planeadas, no se conoce de lubricación, ni de ajustes a equipos, no están definidos procedimientos de ajustes, utilizar tarjetas en las visitas, no se recibe retroalimentación, no existen estadísticas del mantenimiento preventivo y correctivo. Ver tabla 24 de mantenimiento preventivo.

Tabla 23. La mejora en los trabajos

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
La mejora en los trabajos		1. Muy pocas veces se han hecho mejora en los equipos	1. Se ha participado en grupo en la mejora de los equipos	1. Muy pocas veces se han hecho mejora en los equipos
		2. Se ha trabajado en el análisis de mejorar propuestas a los equipos globalmente		2. No se han detallado estudios de rentabilidad antes de aplicar mejoras
		3. No se hacen estudios de rentabilidad antes de aplicar las mejoras		3. No se usan los mismos procedimientos para la mejora de infraestructura y edificios
		4. No se usan los mismos procedimientos para la mejora de infraestructura y edificios		4. No existe formalmente un departamento que estudie las mejoras
		5. No existe un departamento que estudie las mejoras		5. No está definido quien lanza el estudio de mejora de los equipos
		6. No está definido quien lanza el estudio de mejora de los equipos		6. No está definido quien lanza el estudio de mejora de las estructuras
		7. No está definido quien lanza el estudio de mejora de infraestructura		

Fuente: El autor

Tabla 24. Mantenimiento preventivo

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Mantenimiento preventivo		1. Existe programa de mantenimiento preventivo parcialmente		1. No existe un programa de mantenimiento preventivo
		2. La planeación de inspecciones está mal definida		2. No están establecidas inspecciones planeadas
		3. Se conocen parcialmente los lubricantes y los ajustes necesarios en los equipos		3. No se conocen los tipos de lubricantes y los ajustes necesarios en los equipos
		4. Los procedimientos de ajustes están mal definidos		4. No están definidos procedimientos de ajuste y lubricación
		5. No está definido utilizar tarjetas para visitas sistemáticas		5. No está definido utilizar tarjetas para visitas sistemáticas
		6. Con mantenimiento se ha trabajado para hacer las tarjetas de visitas		6. No se utiliza tarjetas para visitas de trabajo
		7. No se recibe retroalimentación de las visitas		7. No se recibe retroalimentación con respecto a las visitas e intervenciones
		8. algunas veces se utilizan estadísticas para la relación de costos preventivos / correctivos		8. No se utiliza análisis estadísticos para evaluar costos de mantenimiento preventivo y correctivo
		9. A menudo existe una estadística de las horas de mantenimiento preventivo / correctivo		9. No existe una estadística de las horas de trabajo preventivo y correctivo

Fuente: El autor

Con respecto a los repuestos la oficina de mantenimiento no juega un rol principal en la entrega de repuestos, algunos repuestos se incluyen en la planeación para las intervenciones, se analiza cierta información sobre partes obtenidas de las intervenciones, no hay control de conformidad con los repuestos y partes recibidas, no hay responsabilidad de poner al día las partes y repuestos por catálogos, no están definidos los costos y partes de repuestos, no se hace análisis de costos incurridos en repuestos, muy pocas veces se participa en la elaboración de criterios para repuestos, no se participan en tareas que correspondan a subcontratistas, la oficina de mantenimiento define las necesidades.

En la tabla 25 se observa el comparativo de fortalezas y debilidades para repuestos.

Tabla 25. Repuestos

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Repuestos		1. Ciertas partes de los repuestos se definen planeadas para las intervenciones	1. En general se planean todos los repuestos para las intervenciones	1. La oficina de mantenimiento juega un rol secundario en la entrega de repuestos
		2. La oficina de intervención define las necesidades	2. La oficina de mantenimiento define las necesidades	2. Se analiza cierta información sobre partes obtenidas de las intervenciones
		3. La oficina técnica no juega ningún papel en la entrega de repuestos		3. No hay control de conformidad con los repuestos y partes recibidas
		4. No se analiza la información sobre las partes obtenidas de las intervenciones		4. No hay responsabilidad de poner al día las partes y repuestos por catálogo
		5. No hay control de conformidad en repuestos y partes		5. No están definidos los costos de partes y repuestos
		6. Parcialmente hay responsabilidad de poner al día las partes y repuestos por catálogo		6. No se hace análisis de costos en repuestos
		7. Se asignan ciertos costos de partes y repuestos		7. Se participa algunas veces en la elaboración de criterios para repuestos
		8. No se utilizan mucho indicadores para costos de repuestos		8. No se hace análisis de costos en repuestos
		9. No se participa en la elaboración de criterios para repuestos		9. Se participa algunas veces en la elaboración de criterios para repuestos
		10. Para ciertas tareas que corresponden a subcontratistas se participa parcialmente		10. No se participan en tareas que correspondan a subcontratistas

Fuente: El autor

Para la documentación técnica el acceso a ella se hace de acuerdo a la demanda, se encuentra documentación técnica en diferentes partes, hay ciertas dudas con la fiabilidad de consulta de los documentos, siempre hay dificultades con la información y los asuntos que involucran el trabajo, existe un sistema regular de la codificación de la documentación, siempre se dificulta la consecución de documentación técnica, no existe un sistema completo para los archivos de equipos y normas, no se consultan frecuentemente los documentos técnicos, los archivos no se ponen al día continuamente, la modificación de equipos no es basada sistemáticamente en documentación técnica.

Como fortalezas desde el punto de vista del director de mantenimiento siempre se usa documentación técnica en la preparación de las

intervenciones de mantenimiento, siempre es fácil el acceso a la documentación técnica, frecuentemente consulta la documentación técnica. Como relevante en fortaleza desde el punto de vista del grupo de mantenimiento la documentación se encuentra en diferentes partes para consulta y siempre se facilitan los asuntos relacionados con el trabajo.

En la tabla 26 se observa un comparativo de fortalezas y debilidades para la percepción respecto a documentación técnica del director de mantenimiento y el grupo de mantenimiento.

Tabla 26. Documentación técnica

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Documentación técnica	1. Siempre se usa documentación técnica en la preparación de las intervenciones de mantenimiento	1. Se encuentra documentación técnica en diferentes partes	1. Siempre se usa documentación técnica en la preparación de las intervenciones de mantenimiento	1. El acceso a documentación técnica se hace de acuerdo a la demanda
	2. siempre es fácil el acceso a la documentación técnica	2. Hay ciertas dudas con la fiabilidad de consulta de los documentos	2. La documentación técnica se encuentra en diferentes partes	2. Hay ciertas dudas con la fiabilidad de consulta de los documentos
	3. Frecuentemente se consultan los documentos técnicos	3. Siempre hay dificultades con los asuntos que involucran el trabajo	3. Siempre se facilita los asuntos relacionados con el trabajo	3. Existe un sistema regular de la codificación de la documentación
		4. No existe un sistema codificado de la documentación	4. A menudo se modifican técnicamente los equipos	4. Siempre se dificulta la consecución de la documentación técnica
		5. Se consigue la información técnica con dificultad		5. No existe un sistema completo para los archivos de equipos y normas
		6. Existe un sistema incompleto para los archivos de equipos, de normas y archivos técnicos		6. No se consultan frecuentemente los documentos técnicos
		7. Los archivos no se ponen al día continuamente		7. Los archivos no se ponen al día continuamente
		8. La modificación a equipos no es basada sistemáticamente en documentación técnica		

Fuente: El autor

3.1.7 Tópico 7: Planeación de actividades

A este tópico lo conforman el factor de programación del trabajo y el factor de la programación y ejecución del trabajo.

En estos dos factores se analizan las fortalezas y debilidades desde la percepción del director de mantenimiento y la percepción del grupo de mantenimiento para la planeación de actividades. Ver tabla 27 de la programación del trabajo y tabla 28 de la programación y ejecución del trabajo.

Tabla 27. Programación del trabajo

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Programación del trabajo	1. En general se utilizan formatos para las intervenciones no programadas	1. Para ciertas intervenciones se utiliza un formato específico	1. Siempre se estiman los tiempos para intervenciones planeadas	1. No se utiliza formato específico para exigir intervenciones de mantenimiento
	2. Siempre se obtiene con facilidad el equipo a intervenir	2. Existe un circuito administrativo medianamente definido		2. No se utilizan formatos para intervenciones no programadas
	3. Siempre se hace una estimación de tiempos para las intervenciones planeadas	3. Algunos documentos se registran a cada paso del circuito		3. No hay un circuito administrativo definido
		4. Existen algunos informes de la ejecución de los documentos		4. No se registran los documentos en cada paso del circuito por que no está definido
		5. En caso de intervención planeada hay una persona encargada		5. No hay reportes de la ejecución del mantenimiento
		6. Algunas veces se respeta la programación		6. En caso de intervenciones de mantenimiento hay una persona encargada
		7. Poco se diferencian las intervenciones planeadas de las no planeadas		7. Con dificultad se obtienen los equipos estratégicos por parte de la empresa de energía
		8. Para ningún equipo se tiene manual de reparación y mantenimiento		8. Algunas veces se respeta la programación establecida
		9. No hay clasificación centrada de todos los manuales		9. Muy pocas veces se diferencian las intervenciones planeadas de las no planeadas
		10. Muy poco se traducen los manuales		10. Para ningún equipo se tienen manuales de reparación y mantenimiento
				11. No está definida una clasificación central para los manuales
				12. Algunas veces se traducen los manuales

Fuente: El autor

Tabla 28. Programación y ejecución del trabajo

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Programación y ejecución del trabajo	1. Hay técnicas de análisis para decidir las prioridades de las intervenciones planeadas	1. No hay un sistema de definición de prioridades para las intervenciones planeadas	1. Existe un sistema para definir prioridades de intervenciones planeadas	1. El trabajo se calcula por actividad
	2. Regularmente se calcula la carga de trabajo	2. Los trabajos suplementarios se basan en prioridades	2. Hay análisis técnico para definir intervenciones planeadas	2. Pocas veces se pone al día el cálculo de la carga de trabajo
	3. Las partes se deciden reemplazar basado en la inspección	3. La carga de trabajo se calcula por tipo de actividad	3. La carga del trabajo suplementario es calculada	3. Los tiempos y el número de personal se asignan basados en la experiencia
		4. Pocas veces se pone al día el cálculo de la carga de trabajo	4. Regularmente se calcula la carga de trabajo	4. Las herramientas necesarias se definen basada en la experiencia
		5. El tiempo y el número de personal se asigna basado en la experiencia	5. Las partes se deciden reemplazar basadas en la inspección	5. El manejo de la herramienta se define basada en la experiencia
		6. La herramienta necesaria se define basado en la experiencia		
		7. El manejo de la herramienta se define basado en la experiencia		

Fuente: El autor

3.1.8 Tópico 8: Manejo de inventarios

A este tópico lo conforman el factor de catálogo de partes, el factor de registro de remoción y destino de repuestos y el factor de listado de partes.

En estos tres factores se analizan las fortalezas y debilidades desde la percepción del director de mantenimiento y la percepción del grupo de mantenimiento para el manejo de inventarios. Ver tabla 29 de catálogo de partes, tabla 30 de registro de remoción y destino de repuestos y tabla 31 de listado de partes.

Tabla 29. Catálogo de partes

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Catálogo de partes	1. Ciertos artículos estándares se suministran de otras referencias	1. Los equipos no tienen catálogos de partes		1. No todos los equipos tienen el catálogo de repuestos
		2. No hay copias de catálogos		2. No hay copias de catálogos
		3. Los catálogos normalmente se pierden		3. Los catálogos hacen falta por que se rompen y no se reemplazan
		4. No hay archivos centralizados de catálogos		4. No hay un archivo centralizado de catálogos
		5. Normalmente no se organizan catálogos		5. Se utilizan artículos solamente de la referencia suministrada
		6. Algunos catálogos están en español		6. Regularmente los catálogos no están organizados
				7. Algunos de los catálogos están en español

Fuente: El autor

Tabla 30. Registro de remoción y destino de los repuestos

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Registro de remoción y destino de los repuestos	1. Siempre se registran los repuestos que salen	1. No se tiene un sistema para las piezas que se asignan a una orden de trabajo	1. Siempre se registran los repuestos que se desmontan	1. En una orden de trabajo se reciben las demandas de los repuestos
	2. Se reciben solicitudes de repuestos a través de una orden de trabajo	2. Parcialmente existe un sistema de asignación	2. Regularmente se controla la conformidad de las partes y repuestos recibidos	2. Cuando se nota una no conformidad se reporta verbalmente
	3. Regularmente se controla la conformidad de las partes y repuestos recibidos	3. Hay un control parcial concerniente a los procedimientos usados para los repuestos	3. Hay buen control del destino final de los repuestos	3. No hay un buen sistema para las piezas que se asignan a una orden de trabajo
	4. Existe un buen control del destino final de los repuestos	4. Regularmente se hace un inventario de las partes y repuestos que se dejan en cada sector	4. Si hay control concerniente a los procedimientos usados para repuestos	4. No siempre existe sistema de asignación
	5. Cuando se verifica una no conformidad se reporta por escrito	5. Regularmente se tiene en cuenta el valor de las partes y repuestos que se dejan en cada sector	5. Se hace conteo de las partes de los repuestos que se dejan en cada sector	5. No se tiene en cuenta el valor de las partes de los repuestos que se dejan en cada sector

Fuente: El autor

Tabla 31. Listado de partes

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Listado de partes	1. Se usan tarjetas de kardex para conocer la disponibilidad de repuestos	1. Cada semana se pone al día el kardex de los repuestos	1. Regularmente se hace control físico de disponibilidad en stock	1. No se usa un sistema para conocer las partes disponibles en stock
	2. No hay diferencias entre las cantidades listadas y cantidades físicas	2. Se controlan los repuestos en kardex y cuando faltan repuestos	2. El stock físico de los repuestos se controla mensualmente	2. Una vez por semana se pone al día el listado de repuestos en stock
	3. Siempre se usa una descripción para cada artículo	3. El stock de los repuestos se controla con inventario anual	3. Siempre se usa descripción para los artículos	3. Frecuentemente hay diferencia entre las partes listadas y físicas
	4. Siempre se tienen precios por unidad	4. Más del 20% de los repuestos quedan fuera del stock	4. Siempre se lleva cantidad de stock	4. Entre el 10 y el 20% de los repuestos están por fuera del stock
		5. No siempre se usan referencias para los artículos	5. Se lleva un control del nivel mínimo de stock	5. No se usan referencias para los artículos
		6. No siempre se usan referencias suplementarias	6. Se lleva siempre la cantidad de stock a ordenar	6. No se usan referencias suplementarias
		7. No siempre se usa códigos de localización		7. No se usa códigos de localización
		8. No siempre se lleva cantidad de stock		8. No se llevan datos de entrada
		9. No siempre se llevan datos de entrada		9. No se llevan los formatos de solicitud de repuestos
		10. No se llevan los formatos de solicitud de repuestos		10. No siempre se lleva un control del nivel máximo de stock
		11. No se lleva un control del nivel máximo de stock		11. No siempre se lleva órdenes de referencias
		12. No se lleva un control del nivel mínimo de stock		12. No se usan precios por unidad
		13. No se lleva siempre la cantidad de stock a ordenar		
		14. No se lleva órdenes de referencias		

Fuente: El autor

3.1.9 Tópico 9: Qué es lo que cada quien hace

A este tópico lo conforman el factor de mantenimiento y el factor de seguridad.

En estos dos factores se analizan las fortalezas y debilidades desde la percepción del director de mantenimiento y la percepción del grupo de mantenimiento para qué es lo que cada quien hace. Ver tabla 32 de mantenimiento y tabla 33 de seguridad.

Tabla 32. Mantenimiento

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Mantenimiento	1. La oficina de mantenimiento es la encargada de la documentación técnica	1. Una persona encargada de mantenimiento prepara las intervenciones planeadas	1. La oficina de mantenimiento es la encargada de preparar las intervenciones	1. Una persona encargada de mantenimiento planifica las tareas de mantenimiento
	2. La oficina de mantenimiento es la responsable de la estructura y codificación de la documentación técnica	2. Una persona encargada de mantenimiento es la que planifica las tareas de mantenimiento	2. La oficina de mantenimiento es la encargada de la documentación técnica	2. Una persona encargada de mantenimiento es la que define los repuestos para las intervenciones planeadas
		3. Una persona encargada de mantenimiento es la que define los repuestos para las intervenciones planeadas	3. La oficina de mantenimiento es la responsable de la estructura y codificación de la documentación técnica	
		4. No está formalizado el responsable de la actualización de la documentación técnica	4. La oficina de mantenimiento es la encargada de la actualización de la documentación técnica	

Fuente: El autor

Tabla 33. Seguridad

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Seguridad	1. El nivel superior del personal es responsable por la seguridad	1. El director es el encargado de la ingeniería y mejora en los trabajos	1. La oficina de mantenimiento es la encargada de la mejora de los trabajos y de la ingeniería	1. Todos son responsables de la seguridad
		2. Mantenimiento está a cargo del departamento de seguridad	2. Seguridad se encarga de las estadísticas sobre accidentes	2. Mantenimiento está a cargo de la seguridad
		3. Cada departamento tiene a cargo las estadísticas sobre accidentes	3. Seguridad es la responsable del sistema contra incendios	3. Cada departamento es responsable de la seguridad de los equipos
		4. No se hace análisis de estadísticas sobre accidentes	4. Seguridad realiza los entrenamientos	
		5. Cada departamento es responsable de la protección contra incendio		
		6. Cada departamento es responsable de los equipos de seguridad		
		7. No hay entrenamiento concerniente con la seguridad		

Fuente: El autor

3.1.10 Tópico 10: Recursos humanos

Este tópico evalúa el recurso humano en la tabla 34 la relación mano de obra, en la tabla 35 la mano de obra en mantenimiento, en la tabla 36 la relación de horas hombre / trabajo programado y en la tabla 37 la motivación y productividad del personal.

Tabla 34. Relación mano de obra

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Relación mano de obra	1. A menudo se sabe la producción del personal	1. La administración del personal se hace de manera proporcionada	1. Se identifica la producción del personal especializado	1. No se administra el personal proporcionalmente
	2. A menudo se conoce el número de personal de mantenimiento	2. No se ayuda a través de un análisis el balanceo del aumento o disminución del personal	2. A menudo se conoce el número de personal de mantenimiento	2. No se ayuda a través de un análisis el balanceo del aumento o disminución del personal
		3. No se conoce la producción del personal especializado		3. No se conoce la producción del personal
		4. No se conoce la producción del personal no especializado		4. No es importante la producción del personal no especializado

Fuente: El autor

Tabla 35. Mano de obra en mantenimiento

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Mano de obra en mantenimiento	1. Se conoce la mano de obra en mantenimiento	1. Hay diferencias entre las personas que ejecutan los trabajos y el mapa organizacional	1. A menudo se conoce la mano de obra en mantenimiento	1. Hay ciertas diferencias entre las personas que ejecutan y el mapa organizacional
	2. Se conoce el número de personal en mantenimiento	2. Existen algunas posibilidades de incrementar o disminuir el personal de mantenimiento	2. A menudo se conoce la cantidad de personal en mantenimiento	
	3. No hay diferencias entre el personal real y el del mapa organizacional		3. No hay diferencias entre el personal real y el mapa organizacional	
	4. Normalmente se conoce el número de personal en la ejecución del mantenimiento		4. A menudo se conoce el número de personas en la ejecución en mantenimiento	
			5. Es posible incrementar o disminuir el personal de mantenimiento	

Fuente: El autor

Tabla 36. Relación de horas hombre / Trabajo programado

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Relación de horas hombre / Trabajo programado	1. El equipo preventivo es permanente	1. La planeación de intervenciones preventivas se hace aproximada	1. Existe en detalle una programación concerniente a la ejecución de los trabajos	1. No se planean las intervenciones preventivas
		2. No existe una programación para la ejecución de la carga de trabajo	2. Antes de la intervención se prepara el recurso humano	2. No es permanente el equipo preventivo
		3. Durante la intervención se prepara el recurso humano		

Fuente: El autor

Tabla 37. La motivación y productividad del personal

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
La motivación y productividad del personal		1. Para ciertas intervenciones planeadas se estima que tiempo se requiere	1. Siempre se estima el tiempo para las intervenciones planeadas	1. Algunas veces se respeta el tiempo de las intervenciones
		2. Algunas veces se respeta el tiempo de las intervenciones	2. Se controla el ausentismo del personal de mantenimiento	2. Se considera el ausentismo normal
		3. Muy pocas veces se controla el ausentismo del personal de mantenimiento		3. Parcialmente la falta de motivación se debe a un entrenamiento inadecuado
		4. Se piensa que el ausentismo es un poco alto		4. Parcialmente la falta de motivación es debido a herramienta inadecuada
		5. principalmente la falta de motivación es debido a un entrenamiento inadecuado		5. Parcialmente la falta de motivación se debe a documentación técnica inadecuada
		6. Principalmente la falta de motivación es debido a herramienta inadecuada		

Fuente: El autor

3.1.11 Tópico 11: Medios materiales

Este tópico de medios materiales comprende el análisis de fortalezas y debilidades en tres factores como son: documentación técnica, herramientas y equipos, e infraestructura. Ver tabla 38 de documentación técnica, tabla 39 de herramientas y equipos y tabla 40 de infraestructura.

Tabla 38. Documentación técnica

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Documentación técnica		1. No se tiene un inventario detallado que sea reciente para los equipos	1. Se tiene un inventario detallado para todos los equipos	1. No se tienen todos los esquemas y planos de los equipos
		2. No se tienen todos los esquemas y planos de los equipos		2. Algunos de los equipos tienen manuales de reparación
		3. Para la mayoría de los equipos se tienen manuales de reparación		3. Para la mayoría de las operaciones complejas se utiliza la documentación técnica
		4. Para las intervenciones más complejas se usa la documentación técnica		4. En la oficina de mantenimiento se consultan los planos, diagramas y manuales
		5. En la oficina de mantenimiento se consultan los planos, manuales y diagramas		5. Existe un archivo incompleto para la documentación técnica de los equipos
		6. Existe un archivo en forma incompleta para la documentación técnica de los equipos		

Fuente: El autor

Tabla 39. Herramientas y equipos

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Herramientas y equipos	1. Existen herramientas generales para uso común	1. Para algunos trabajos cada trabajador tiene su herramienta	1. En general para cada trabajo el trabajador tiene su herramienta	1. Las herramientas responden medianamente en cantidad para las intervenciones
	2. Las herramientas generales se guardan en un lugar específico	2. Las herramientas no son suficientes para las intervenciones	2. Existen herramientas generales para uso común	2. La mayoría de la herramienta se encuentran especificadas de acuerdo al fabricante
	3. Se tienen las herramientas específicas de acuerdo a cada fabricante	3. Las herramientas especiales no son suficientes para las intervenciones	3. Las herramientas generales se guardan en un lugar específico	3. Las herramientas especiales son insuficientes para las intervenciones

Fuente: El autor

Tabla 40. Infraestructura

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Infraestructura	1. Existe un lugar reservado para la oficina técnica	1. Dependiendo del equipo se designa el lugar para la reparación	1. Existe un lugar poco seguro para guardar las herramientas	1. la designación del lugar para la reparación no depende del equipo
	2. Existe un lugar para el inventario y las partes de ensamble	2. Depende de la situación es conveniente el lugar para la reparación	2. Existe un lugar reservado para la oficina técnica	2. El lugar para la reparación no depende de la reparación
		3. No hay un lugar para la reparación de equipos o partes de emergencia		3. No hay un lugar para la reparación de equipos o partes de emergencia
		4. Existe un lugar poco seguro para guardar las herramientas		4. No existe un lugar para el inventario y las partes de ensamble

Fuente: El autor

3.1.12 Tópico 12: Entrenamiento

Este tópico comprende un solo factor que es el de la importancia del entrenamiento.

En este factor se evidencian oportunidades de mejora por que no hay presupuesto específico para mantenimiento, no se invierte en entrenamiento del personal, no se detectan, ni se cubren necesidades de entrenamiento, no se hace entrenamiento a personal nuevo en el momento del ingreso, cuando se implementan mejoras no se sigue un entrenamiento sobre ellas, no se envía el personal a entrenamientos externos, las pocas veces que se han realizado entrenamientos van en dirección contraria al trabajo realizado, el personal que ha llegado entrenado no corresponde con el cargo desempeñado.

En la tabla 41 de importancia del mantenimiento se muestra el comparativo de las fortalezas y las debilidades desde la percepción del director de mantenimiento y el grupo de mantenimiento eléctrico.

Tabla 41. Importancia del entrenamiento

Factor	Director de mantenimiento		Grupo de mantenimiento	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Importancia del entrenamiento	1. Cuando ingresa una persona se hace un entrenamiento básico	1. No hay presupuesto específico para el personal de mantenimiento		1. No hay presupuesto específico para el personal de mantenimiento
		2. No se consume presupuesto en entrenamiento por que no está definido		2. No se invierte en entrenamiento
		3. Como no existe presupuesto para entrenamiento, no se cubren las necesidades		3. No se cubren necesidades de entrenamiento
		4. Normalmente no se programa un entrenamiento después de implementar mejoras		4. No se hace entrenamiento a personal nuevo en el momento del ingreso
		5. No se envía el personal a entrenamientos		5. No se sigue un entrenamiento después de las mejoras
		6. Muy pocas veces cuando se ha ido a entrenamiento corresponde con el trabajo		6. No se envía el personal a entrenamientos
		7. Muy pocas veces el personal especializado corresponde con el cargo a desempeñar		7. Las veces que se ha realizado entrenamiento no corresponde con el trabajo
				8. No corresponde al cargo el personal entrenado

Fuente: El autor

Como resultado final de los doce tópicos evaluados en esta auditoría se observa en la tabla 42 del análisis cuantitativo de la productividad de mantenimiento que los tópicos con mayor oportunidad de mejora son el entrenamiento, los costos de mantenimiento, la disponibilidad de equipos y los métodos y preparación de trabajos, no descartando los tópicos restantes que no han sido un buen indicador de acuerdo con este resultado. Ver tabla 42 de análisis cuantitativo de la productividad del mantenimiento.

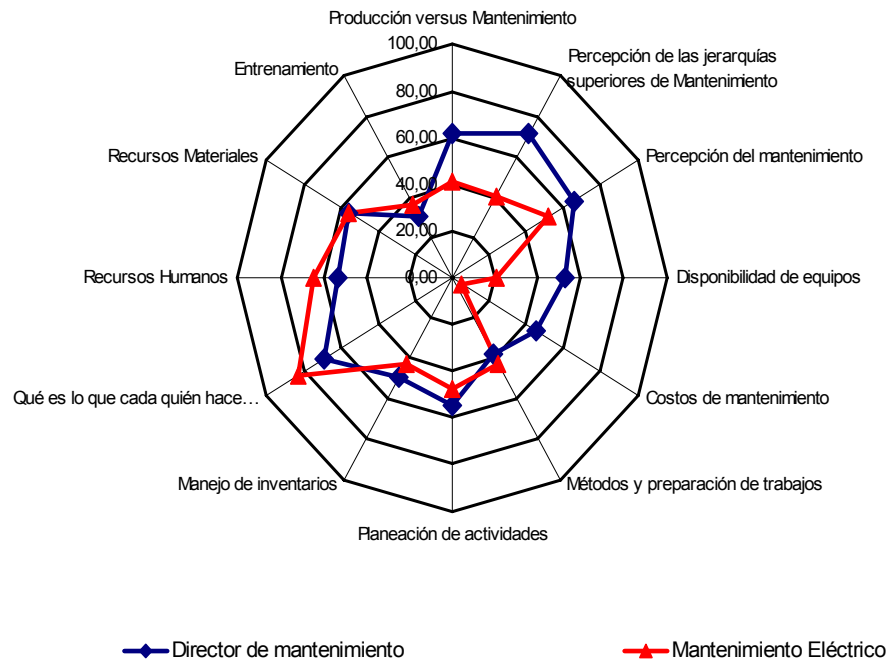
Tabla 42. Análisis cuantitativo de la productividad del mantenimiento

Temas	Director de mantenimiento		Mantenimiento Eléctrico	
	Score %	Oportunidad de mejora (%)	Score %	Oportunidad de mejora (%)
Producción versus Mantenimiento	61,76	38,24	41,18	58,82
Percepción de las jerarquías superiores de Mantenimiento	70,97	29,03	40,32	59,68
Percepción del mantenimiento	65,38	34,62	51,92	48,08
Disponibilidad de equipos	52,27	47,73	20,45	79,55
Costos de mantenimiento	45,00	55,00	5,00	95,00
Métodos y preparación de trabajos	37,88	62,12	42,42	57,58
Planeación de actividades	54,35	45,65	47,83	52,17
Manejo de inventarios	49,11	50,89	42,86	57,14
Qué es lo que cada quién hace...	68,97	31,03	82,76	17,24
Recursos Humanos	52,94	47,06	64,71	35,29
Recursos Materiales	55,56	44,44	55,56	44,44
Entrenamiento	30,56	69,44	36,11	63,89
TOTAL	52,85	47,15	45,60	54,40

Fuente: Auditoría Flash Audit

En la figura 8 se observa los mismos resultados de los tópicos evaluados en la auditoría Flash Audit. Cuando más se acerca el valor hacia el centro del polígono mayor es la oportunidad de mejora.

Figura 8. Polígono de la productividad del mantenimiento



3.2 CALCULO DE LA MANTENIBILIDAD DE LA SUBESTACION LA TURÚA

Enrique Dounce Villanueva presenta la siguiente definición: “La mantenibilidad es la rapidez con la cual las fallas, o el funcionamiento defectuoso en los equipos son diagnosticados y corregidos, o el mantenimiento programado es ejecutado con éxito”².

Para el cálculo de la mantenibilidad o tiempo medio entre reparaciones de la subestación la Turúa, se consideraron los registros históricos de fallos de los años 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004.

En los anexos A, B, C, D y E de registros históricos de fallos se pueden observar los datos para el cálculo de este indicador.

La ecuación utilizada para este cálculo fue la siguiente:

$$\text{Tiempo medio para la reparación} = \text{MTTR} = \frac{\text{df}}{\text{f}}$$

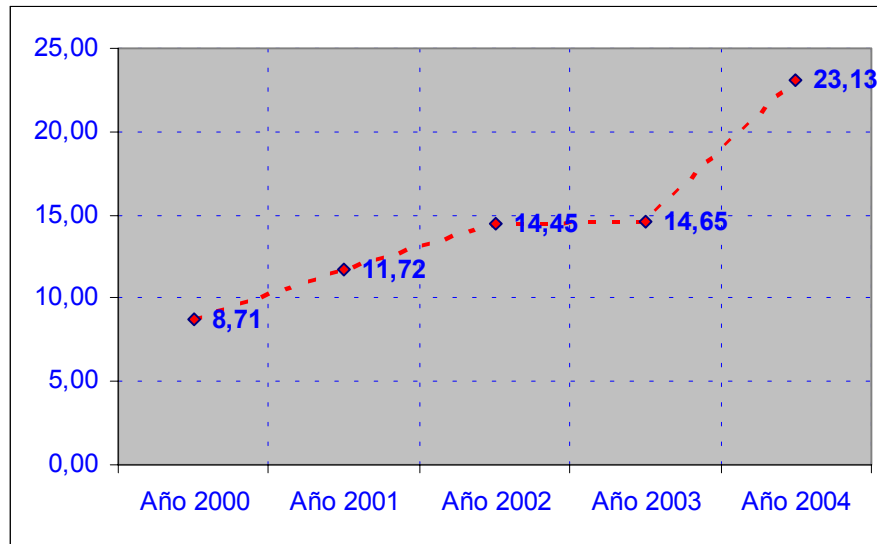
En donde **df** corresponde a las demoras de tiempo muerto por las fallas y **f** es el número de fallos³.

En la figura 9 del comportamiento histórico de la mantenibilidad de la subestación de la Turúa se puede observar que el tiempo para corregir los daños o realizar los mantenimientos programados ha aumentado, haciendo que aumente el tiempo medio entre reparaciones.

² DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México: Continental, 2001. p.135.

³ DUFFAUAA, Salih; RAOUF, A y CAMPBELL, John. Sistemas de mantenimiento. México: Limusa, 2002. p. 287.

Figura 9. Comportamiento histórico de la mantenibilidad



Fuente: El autor

3.3 CALCULO DE LA CONFIABILIDAD DE LA SUBESTACION LA TURÚA

Enrique Dounce Villanueva presenta la siguiente definición: “La fiabilidad se define como la probabilidad que un equipo no falle, es decir, funcione satisfactoriamente dentro de los límites de desempeño establecidos, en una determinada etapa de su vida útil y para un tiempo de operación estipulado, teniendo como condición que el equipo se utilice para el fin y con la carga para la que fue diseñado”⁴.

El valor de la confiabilidad ideal es del 100%; con esto se señala que si un equipo es 100% confiable durante un tiempo predeterminado, este equipo sin ninguna duda está trabajando durante ese tiempo considerado; por lo tanto: Confiabilidad ideal = 1.

En la práctica la confiabilidad del 100% no existe, pues siempre hay la posibilidad que un equipo falle, por lo tanto es el complemento de la confiabilidad.

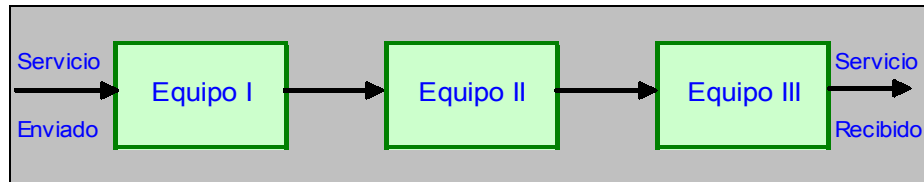
Confiabilidad de un equipo = Confiabilidad ideal – Probabilidad de falla.

- ✓ Confiabilidad en serie: En esta disposición si cualquiera de los equipos deja de funcionar se afecta de inmediato el servicio. Ver figura figura 10.

⁴ DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México: Continental, 2001. p.136.

La confiabilidad o fiabilidad de un equipo en serie es igual al producto de las fiabilidades de sus componentes.

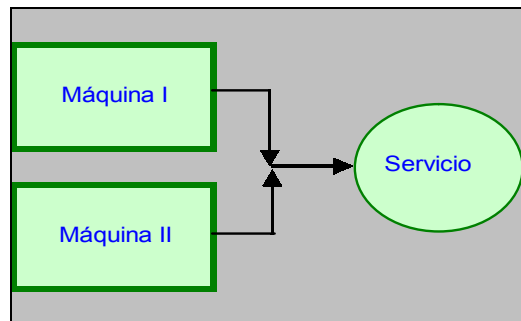
Figura 10. Componentes conectados en serie



Fuente: DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México: Continental, 2001. p.138.

- ✓ Confiabilidad en paralelo: Si cualquiera de los equipos en la disposición paralelo deja de funcionar, el servicio continúa suministrándose sin pérdida de calidad. Ver figura 11.

Figura 11. Componentes conectados en paralelo



Fuente: DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México: Continental, 2001. p.139.

La fiabilidad de un sistema de componentes en paralelo se calcula restando de la fiabilidad ideal la no fiabilidad del sistema.

La no fiabilidad de un sistema con componentes en paralelo es igual al producto de las no fiabilidades de cada uno de los componentes.

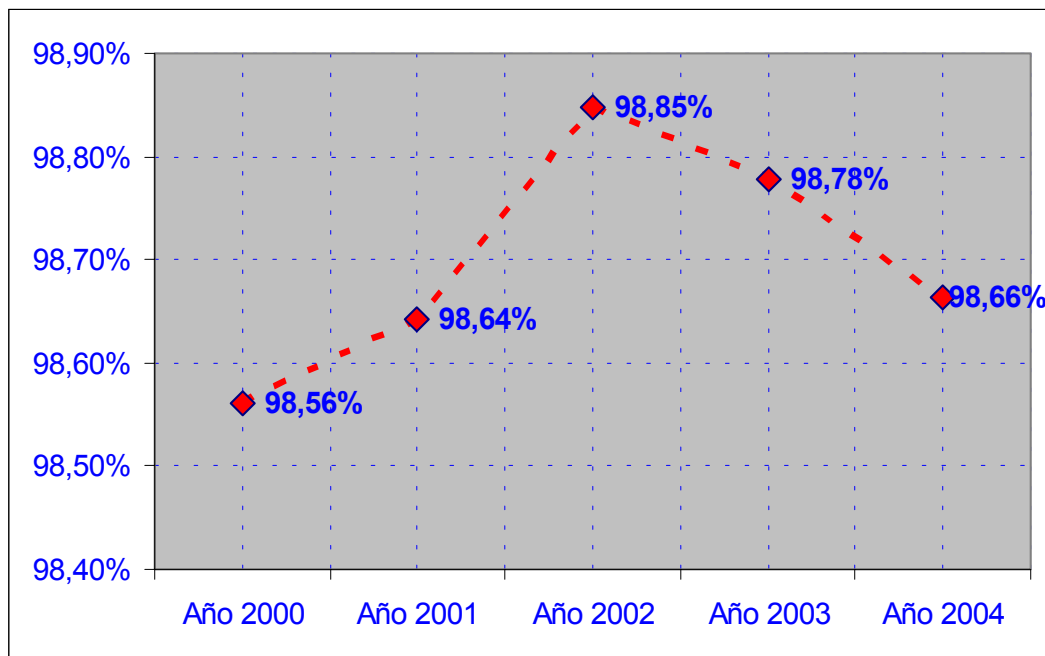
Para el cálculo de la confiabilidad de la subestación la Turúa se consideraron los registros históricos de fallos de los años 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004. Ver figura 12 del comportamiento histórico de la confiabilidad operacional y anexos A, B, C, D y E.

La confiabilidad calculada en esta monografía está definida como:

$$R = \frac{(TTO - (MNp - MP))}{TTO} \times 100$$

R: la confiabilidad operacional
TTO: tiempo total de operación
MNp: mantenimiento no planeado
MP: mantenimiento planeado

Figura 12. Comportamiento histórico de la confiabilidad operacional



Fuente: El autor

Se puede observar en esta figura el grado de variación anual de la confiabilidad. La tendencia es negativa en los tres últimos años.

3.4 CALCULO DE LA DISPONIBILIDAD DE LA SUBESTACION LA TURÚA

Duffuaa, Raouf y Dixon presentan la siguiente definición “La disponibilidad es una medida de la duración de la operación programada que se logra o, de manera inversa, una medida de la duración de la falla o tiempo muerto”⁵.

Para el cálculo de la disponibilidad de la subestación la Turúa se consideraron los registros históricos de fallos de los años 2000, 2001, 2002,

⁵ DUFFUAUA, Salih; RAOUF, A y CAMPBELL, John. Sistemas de mantenimiento. México: Limusa, 2002. p. 286.

2003 y 2004. Ver figura 13 del comportamiento histórico de la disponibilidad y anexos A, B, C, D y E.

Para este cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$A = \frac{S - d}{S} \times 100$$

En donde:

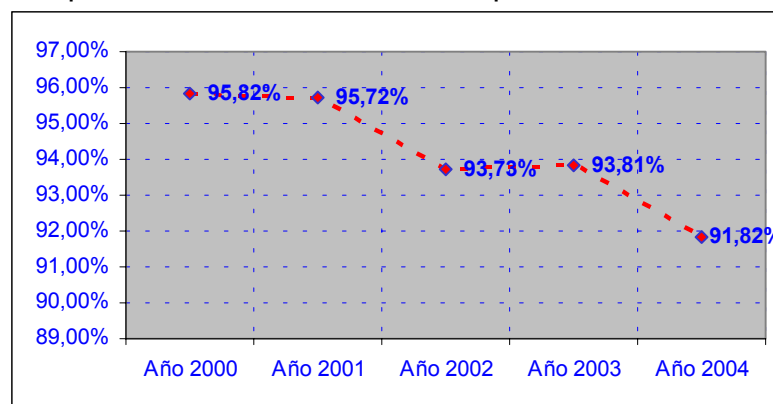
A = Disponibilidad

S = Tiempo de producción programado

d = Tiempo muerto, en horas

Se observa en la figura 13 cómo va decreciendo la disponibilidad año tras año para esta subestación.

Figura 13. Comportamiento histórico de la disponibilidad



Fuente: El autor

3.5 EVALUACION DE OPERACIONES Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO

Un sistema eficaz de operación y control del mantenimiento es la columna vertebral de una sólida administración del mantenimiento. El control del mantenimiento significa coordinar la demanda de mantenimiento y los recursos disponibles para alcanzar un nivel deseado de eficacia y eficiencia. Un sistema eficaz de operación y control debe incorporar todas las siguientes características:

- ✓ Demanda de mantenimiento (es decir, qué trabajo tiene que hacerse y cuándo).

- ✓ Recursos de mantenimiento (es decir quién hará el trabajo y qué materiales y herramientas se necesitan).
- ✓ Procedimientos y medios para coordinar, programar, despachar y ejecutar el trabajo.
- ✓ Normas de rendimiento y calidad (es decir, cuánto tiempo se requerirá para hacer un trabajo y las especificaciones aceptables).
- ✓ Retroalimentación, monitoreo y control (es decir, el sistema debe generar información y reportes para el control del costo de calidad y la condición de la planta; también es esencial un mecanismo de recopilación de datos y un seguimiento regular para la retroalimentación y el control)⁶.

En la evaluación de operaciones y control del mantenimiento eléctrico de las subestaciones del departamento de Casanare se consideraron los siguientes puntos:

- ✓ En el ciclo de control del mantenimiento eléctrico el objetivo no está enfocado a mantener una alta disponibilidad de las subestaciones y un buen nivel de calidad en el servicio.
- ✓ Las órdenes de trabajo dentro de las operaciones y control del mantenimiento de las subestaciones eléctricas, la mayoría de las veces no se solicitan por escrito donde indiquen el trabajo que se va a realizar. Como no existe el departamento de planeación y programación no hay responsabilidad del personal en la administración de estas órdenes.
- ✓ En el ciclo del control no se hacen muestreos de las órdenes de trabajo, archivos de la historia de las intervenciones, condición de las subestaciones, informes de los costos, informes del control de calidad; nunca se han utilizado técnicas como análisis de tendencias, indicadores de desempeño para determinar si se ha alcanzado el objetivo.
- ✓ En el ciclo de control del mantenimiento, no existen políticas claras, no se ha definido un programa de mantenimiento, no se hacen mejoras en especificaciones de los trabajos, la capacitación a los trabajadores es nula, no se implementan nuevos programas, y no se implementan nuevas estrategias de mantenimiento.

⁶ DUFFAUA, Salih; RAOUF, A y CAMPBELL, John. Sistemas de mantenimiento. México: Limusa, 2002. p. 47.

- ✓ En relación con la conservación de registros muy pocas veces se llenan reportes que incluyan el trabajo realizado, la condición del equipo, el tiempo gastado en la reparación, los costos, y el tiempo muerto.
- ✓ En cuanto a los registros de la historia de los equipos se nota un descuido en el archivo que lleva esta información por que no se tiene información completa de los trabajos realizados, no se colocan las especificaciones y ubicación de los equipos, no se registran las acciones correctivas emprendidas por fallas, no se registran las mediciones y lecturas tomadas, las horas de las fallas y el tiempo consumido en las reparaciones.
- ✓ Para la coordinación y planeación de las órdenes de trabajo no se están cumpliendo las cuatro funciones de decisión como son: la planeación del mantenimiento preventivo, la clasificación del mantenimiento correctivo, la aceptación del mantenimiento por condición o adaptable y el ajuste de la capacidad de mantenimiento.
- ✓ La función de retroalimentación de información y de acción correctiva no están encaminadas a mejorar el control del trabajo, el control de los costos, el control de calidad y el control de la condición de las subestaciones por que mantenimiento no se ocupa de la recopilación de datos a cerca del estado de la ejecución del trabajo, de la disponibilidad del sistema, del trabajo pendiente y de la calidad del mismo.

3.6 ANÁLISIS DE LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACION

La planeación es un proceso en donde se determina la cantidad de elementos necesarios para realizar una determinada tarea. Esta determinación se lleva a cabo antes de iniciar el trabajo y la programación tiene que ver con el momento específico, la hora, el establecimiento de etapas o fases del trabajo planeado, junto con las ordenes para efectuar el trabajo, el monitoreo del mismo, el control y los reporte de los avances.

En el tópico de planeación de actividades de la auditoría Flash Audit dio como resultado una oportunidad de mejora del 45,65% desde la percepción del director de mantenimiento y del 52,17% desde la percepción del grupo de mantenimiento.

Estos resultados obtenidos en la auditoría se deben a:

- ✓ No se han desarrollado estándares de trabajo en mantenimiento. Por lo tanto no se evalúa el rendimiento de los trabajadores y las instalaciones, y no se puede predecir, planear, programar, controlar el trabajo, los costos y las operaciones.

- ✓ Hace falta mucha capacidad de coordinación entre departamentos de la organización, como el de ingeniería, y el de materiales.
- ✓ No se considera la planeación y la programación como un aspecto relevante dentro de la organización, lo cual permite la generación de altos costos de mantenimiento por que no se hace mantenimiento planeado, si no correctivo la mayoría de las veces.
- ✓ Por falta de planeación y programación no se utiliza eficazmente la fuerza de trabajo, incrementando de esta manera las demoras e interrupciones. No se proporciona un buen medio para mejorar la coordinación y por lo tanto no se facilita la supervisión.
- ✓ Al no existir planeación y programación en el departamento de mantenimiento no se puede mejorar la calidad del trabajo, por que no se adoptan los mejores métodos, los mejores procedimientos y no se asignan los trabajadores más calificados y la herramienta y equipo más adecuado para realizar los trabajos.
- ✓ Como no hay planeación y programación no se pronostica el trabajo futuro para equilibrar la carga de trabajo.
- ✓ Normalmente no se hacen visitas al sitio para determinar con claridad el alcance del trabajo.
- ✓ No se establece un plan de trabajo donde involucre la secuencia de actividades, cuáles son los mejores métodos y procedimientos para la ejecución del trabajo.
- ✓ Normalmente no se establece la mano de obra que se requiere para ejecutar los trabajos.
- ✓ La consecución de los materiales no es la más óptima. Muchas veces se realiza antes o durante la actividad.
- ✓ El alistamiento de la herramienta no es efectivo, muchas veces no se lleva la herramienta indicada o no se lleva la suficiente herramienta por que no existe.
- ✓ Los técnicos muchas veces hacen los trabajos sin la competencia necesaria.
- ✓ No existen procedimientos de seguridad y no está definido con claridad la responsabilidad de la misma.
- ✓ Las prioridades de mantenimiento no están establecidas. La mayoría de los trabajos se evidencian que son correctivos más no programados.
- ✓ Los costos de mantenimiento no son claros. La mayoría de las veces se les resta importancia argumentando desconocimiento de los mismos.
- ✓ Las órdenes de trabajo no se completan y muchas veces no existen.

- ✓ No existe un listado de trabajos pendientes. Por lo tanto se evidencian únicamente mantenimientos correctivos.
- ✓ No se utiliza ninguna técnica para predecir la carga de mantenimiento, mucho menos se establece la disponibilidad de horas hombre.
- ✓ Por no existir programación no se clasifican órdenes de trabajo por especialidad. La mayoría de las veces no existen órdenes de trabajo.
- ✓ Por no existir programación no se ordenan las órdenes por prioridad, por que la mayoría de las veces no existen.
- ✓ Por no existir programación no se tienen o no se cumplen el listado de trabajos completados, o pendientes o en ejecución.
- ✓ No se considera la posibilidad de desarrollar trabajos simultáneos, no se establece el tiempo de duración, las distancias para realizar los trabajos y el tiempo para el traslado.
- ✓ No existe una programación mensual, semanal, ni diaria.
- ✓ No se conocen técnicas de programación.

4. CONCLUSIONES

Como resultado del análisis realizado con la metodología Flash Audit, se encontró para cada tópico amplias oportunidades de mejora donde son mayores al 40%; especialmente para los tópicos de entrenamiento, de disponibilidad de los equipos, de la percepción de las jerarquías superiores del mantenimiento, de la relación entre producción y mantenimiento, de la percepción del mantenimiento y de la planeación de actividades.

En esta auditoría se evidencia cómo el grupo de mantenimiento eléctrico no asume una gestión clara en metas alcanzables y medibles. Las actividades críticas no tienen una planificación proactiva. La precisión para asignar las responsabilidades es deficiente. No existe una metodología estadística para asignación de recursos e identificación de problemas.

Los costos de mantenimiento evidencian amplias oportunidades de mejora en tiempo por horas hombre en espera de materiales, horas hombre en espera de detención de equipos, horas hombre en “apagar incendios”, costos por materiales y repuestos, costos por paradas planificadas y no planificadas de equipos.

El recurso humano no tiene definida plenamente las competencias y aptitudes para cada puesto de trabajo. No existen procedimientos de selección de personal, ni de capacitación continua, que permita al personal alcanzar las competencias y aptitudes requeridas en los perfiles de cargos establecidos. No se tienen elaboradas evaluaciones de desempeño, sistemas de motivación y reconocimiento.

No se tiene establecido un sistema de calificación de proveedores para seleccionar de una forma adecuada con quien contratar. Los recursos materiales no cuentan con una herramienta que permita optimizar los repuestos en especial los que tienen bajo índice de rotación.

El control de gestión no se lleva a cabo por que no existe un indicador que lo demuestre. No existen herramientas para análisis técnico y económico de fallas. La documentación técnica no evidencia registros completos de los equipos como los datos del proveedor, datos técnicos, datos de compra, etc.

Los materiales, los planos, los esquemas y los dibujos de los equipos se encuentran en forma incompleta. No hay capacidad en el equipo de trabajo para crear atmósfera de liderazgo. Todavía se funciona en la mayoría de las veces a base de autoridad.

Al recopilar y analizar los registros históricos de fallos se obtuvo indicadores de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad únicamente para la subestación la Turúa, primero por que los registros históricos de fallos de la mayoría de las subestaciones se encuentran de forma incompleta o no existen y segundo se decidió escoger esta subestación por ser típica dentro de las consideradas para realizar esta monografía. El indicador de confiabilidad, y disponibilidad muestra una tendencia negativa en los últimos tres años, mientras que el indicador de mantenibilidad muestra una tendencia positiva. Estos tres indicadores reflejan el problema que presenta actualmente el sistema eléctrico en las 62 subestaciones eléctricas del departamento.

Al evaluar las operaciones y control de mantenimiento y analizar la planeación y programación, se deduce que se deben emprender acciones correctivas y oportunas con miras a solucionar estas oportunidades de mejora, producto de la auditoría Flash audit.

BIBLIOGRAFIA

COLOMBIA. DEPARTAMENTO DE CASANARE. Plan de desarrollo departamental 2004 – 2007. Yopal: Departamento administrativo de planeación, 2004. p.16, 29, 59, 108, 111.

DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México: Continental, 2001. p.135-136.

DUFFAUAA, Salih; RAOUF, A y CAMPBELL, John. Sistemas de mantenimiento. México: Limusa, 2002. p. 29-30, 47, 285-287.

GARCIA PALENCIA, Oliverio. Gerencia del mantenimiento industrial. Duitama: Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, 2001. v.1, p. 3-22.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Papel: formatos. Bogotá: ICONTEC, 2004. 34 p. il. (NTC 1486).

KELLY, A. y M.J., Harris. Gestión de mantenimiento industrial. Madrid: Repsol, 1997. p. 2.

PROCOBRE. Confiabilidad de sistemas eléctricos. Disponible en internet: <http://www.procobreperu.org>

TAVARES, Lourival Augusto. Administración moderna del mantenimiento. Disponible en internet en <http://internal.dstm.com.ar/sites/libro/lourival.asp> p.11-17.

ANEXOS

Anexo A. Registro histórico de fallos – año 2000

Fecha_Parada	T_Horas	Descripción_Causa	Tipo_Parada
06-Ene-00	3,00	Seccionador Fase R	No Programado
13-Ene-00	3,00	Seccionador Fase S	No Programado
02-Feb-00	2,00	Pararrayos Fase T	No Programado
03-Feb-00	2,00	Línea trifásica 13.2KV (circuito 2)	No Programado
18-Feb-00	2,00	Seccionador Fase R	No Programado
12-Mar-00	3,00	Pararrayos Fase S	No Programado
07-Abr-00	5,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 1)	No Programado
13-Abr-00	3,00	Seccionador Fase T	No Programado
15-Abr-00	3,00	Línea trifásica 13.2KV (circuito 2)	No Programado
19-Abr-00	5,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 2)	No Programado
21-Abr-00	2,00	Cortocircuito tipo línea 13.2KV (circuito 3)	No Programado
03-May-00	3,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 1)	No Programado
21-May-00	3,00	Seccionador Fase T	No Programado
26-May-00	4,00	Seccionador Fase T	No Programado
31-May-00	3,00	Seccionador Fase S	No Programado
06-Jun-00	3,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 3)	No Programado
10-Jun-00	192,00	Línea aérea 35.4KV (entrada)	Programado
21-Jun-00	3,00	Cortocircuito tipo línea 13.2KV (circuito 1)	No Programado
25-Jun-00	2,00	Seccionador Fase S	No Programado
30-Jun-00	1,00	Cortocircuito tipo línea 13.2KV (circuito 3)	No Programado
01-Jul-00	4,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 3)	No Programado
08-Jul-00	4,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 1)	No Programado
11-Jul-00	1,00	Pararrayos Fase T	No Programado
16-Jul-00	2,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 1)	No Programado
23-Jul-00	6,00	Sistema tierra pararrayos	No Programado
02-Ago-00	2,00	Seccionador Fase T	No Programado
14-Ago-00	4,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 2)	No Programado
22-Ago-00	2,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 1)	No Programado
25-Ago-00	3,00	Pararrayos Fase T	No Programado
27-Ago-00	48,00	Recloser 13.2KV	Programado
01-Sep-00	1,00	Cortocircuito tipo línea 13.2KV (circuito 1)	No Programado
06-Sep-00	4,00	Pararrayos Fase R	No Programado
11-Sep-00	3,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 1)	No Programado
16-Sep-00	6,00	Línea trifásica 13.2KV (circuito 1)	No Programado
30-Sep-00	8,00	Parrarayos tipo subest lado 34.5KV	No Programado
11-Oct-00	2,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 2)	No Programado
16-Oct-00	4,00	Cortocircuito tipo línea 13.2KV (circuito 1)	No Programado
25-Oct-00	4,00	Pararrayos Fase S	No Programado
14-Nov-00	3,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 3)	No Programado
16-Nov-00	3,00	Pararrayos Fase S	No Programado
30-Nov-00	3,00	Parrarayos tipo línea 13.2KV (circuito 1)	No Programado
12-Dic-00	2,00	Seccionador Fase T	No Programado
TOTAL HORAS	366	240,00	
TOTAL PARADAS	42		
DISPONIBILIDAD	95,82%		
CONFIABILIDAD	98,56%		
MTBF	199,86		
MTRR	8,71		

Anexo B. Registro histórico de fallos – año 2001

Fecha_Parada	T_Horas	Descripción_Causa	Tipo_Parada
03-Ene-01	2,00	Seccionador Fase T	No Programado
14-Ene-01	4,00	Línea trifásica 13.2KV circuito No. 2	No Programado
10-Mar-01	5,00	Línea trifásica 13.2KV circuito No. 3	No Programado
11-Abr-01	1,00	Pararayos Fase R	No Programado
19-Abr-01	2,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
30-Abr-01	2,00	Seccionador Fase S	No Programado
15-May-01	2,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
22-May-01	136,00	Línea aérea 34.5 KV (entrada)	Programado
03-Jun-01	3,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
13-Jun-01	2,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
14-Jun-01	2,00	Pararayos Fase S	No Programado
19-Jun-01	3,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
23-Jun-01	8,00	Pararayos tipo subestación lado 13.2KV	No Programado
01-Jul-01	8,00	Pararayos tipo subestación lado 34.5KV	No Programado
10-Jul-01	120,00	Línea aérea 34.5 KV (entrada)	Programado
16-Jul-01	24,00	Pararayos tipo subestación lado 34.5KV	No Programado
21-Jul-01	3,00	Pararayos Fase R	No Programado
02-Ago-01	4,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
13-Ago-01	3,00	Pararayos Fase S	No Programado
16-Ago-01	2,00	Seccionador Fase R	No Programado
23-Ago-01	3,00	Cortacircuito tipo línea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
30-Ago-01	2,00	Pararayos Fase R	No Programado
13-Sep-01	2,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
26-Sep-01	4,00	Seccionador Fase S	No Programado
01-Oct-01	3,00	Cortacircuito tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
16-Oct-01	3,00	Seccionador Fase T	No Programado
22-Oct-01	4,00	Sistema tierra pararayos	No Programado
23-Oct-01	2,00	Cortacircuito tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
13-Nov-01	8,00	Barraje 13.2KV	No Programado
16-Nov-01	3,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
13-Dic-01	3,00	Línea trifásica 13.2KV circuito No. 3	No Programado
17-Dic-01	2,00	Seccionador Fase T	No Programado
TOTAL HORAS	375	256,00	
TOTAL PARADAS	32		
DISPONIBILIDAD	95,72%		
CONFIABILIDAD	98,64%		
MTBF	262,03		
MTTR	11,72		

Anexo C. Registro histórico de fallos – año 2002

Fecha_Parada	T_Horas	Descripción_Causa	Tipo_Parada
03-Ene-02	3,00	Seccionador Fase S	No Programado
10-Feb-02	3,00	Pararayos Fase T	No Programado
01-Mar-02	8,00	Pararayos tipo subestación lado 13.2KV	No Programado
04-Mar-02	3,00	Pararayos Fase S	No Programado
11-Mar-02	2,00	Seccionador Fase T	No Programado
16-Mar-02	2,00	Seccionador Fase S	No Programado
06-Abr-02	4,00	Cortacircuito tipo linea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
10-Abr-02	3,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 3)	No Programado
12-Abr-02	2,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
13-Abr-02	3,00	Seccionador Fase R	No Programado
29-Abr-02	3,00	Cortacircuito tipo linea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
03-May-02	1,00	Seccionador Fase T	No Programado
13-May-02	3,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
22-May-02	1,00	Cortacircuito tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
26-May-02	4,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
31-May-02	2,00	Pararayos Fase S	No Programado
02-Jun-02	4,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
06-Jun-02	2,00	Pararayos Fase R	No Programado
01-Jul-02	48,00	Seccionador Tripolar de operación bajo carga 34.5KV - Fusibles HH	Programado
21-Jul-02	4,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
29-Jul-02	3,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
30-Jul-02	3,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
02-Ago-02	8,00	Pararayos tipo subestación lado 34.5KV	No Programado
04-Ago-02	160,00	Linea aerea 34.5 KV (entrada)	Programado
18-Ago-02	4,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
28-Ago-02	2,00	Seccionador Fase T	No Programado
03-Sep-02	240,00	Transformador de potencia 1MVA - 34.5KV / 13.2KV	Programado
16-Sep-02	2,00	Cortacircuito tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
19-Sep-02	2,00	Pararayos Fase S	No Programado
21-Sep-02	2,00	Seccionador Fase T	No Programado
23-Sep-02	2,00	Cortacircuito tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
26-Sep-02	2,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
03-Oct-02	2,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 3)	No Programado
16-Oct-02	3,00	Pararayos Fase R	No Programado
20-Oct-02	2,00	Seccionador Fase S	No Programado
31-Oct-02	4,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
24-Nov-02	3,00	Cortacircuito tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
TOTAL HORAS	549	448,00	
TOTAL PARADAS	38		
DISPONIBILIDAD	93,73%		
CONFIABILIDAD	98,85%		
MTBF	216,08		
MTTR	14,45		

Anexo D. Registro histórico de fallos – año 2003

Fecha_Parada	T_Horas	Descripción_Causa	Tipo_Parada
18-Ene-03	120,00	Línea aérea 34.5 KV (entrada)	Programado
06-Feb-03	2,00	Cortacircuito tipo línea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
22-Feb-03	3,00	Línea trifásica 13.2KV circuito No. 2	No Programado
03-Mar-03	3,00	Cortacircuito tipo línea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
07-Mar-03	2,00	Seccionador Fase R	No Programado
13-Mar-03	2,00	Corta circuito tipo línea 13.2KV (circuito No. 3)	No Programado
17-Mar-03	3,00	Cortacircuito tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
11-Abr-03	3,00	Cortacircuito tipo línea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
19-Abr-03	2,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
21-Abr-03	3,00	Seccionador Fase R	No Programado
13-May-03	4,00	Seccionador Fase S	No Programado
16-May-03	8,00	Pararayos tipo subestación lado 34.5KV	No Programado
22-May-03	3,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
31-May-03	10,00	Pararayos tipo subestación lado 13.2KV	No Programado
07-Jun-03	4,00	Pararayos Fase S	No Programado
10-Jun-03	2,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 3)	No Programado
14-Jun-03	170,00	Línea aérea 34.5 KV (entrada)	Programado
30-Jun-03	3,00	Seccionador Fase S	No Programado
02-Jul-03	2,00	Pararayos Fase R	No Programado
21-Jul-03	4,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 3)	No Programado
22-Jul-03	3,00	Pararayos Fase S	No Programado
02-Ago-03	2,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
16-Ago-03	3,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
12-Sep-03	3,00	Corta circuito tipo línea 13.2KV (circuito No. 3)	No Programado
13-Sep-03	8,00	Pararayos tipo subestación lado 13.2KV	No Programado
13-Sep-03	3,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 3)	No Programado
02-Oct-03	145,00	Línea aérea 34.5 KV (entrada)	Programado
10-Oct-03	2,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
14-Oct-03	2,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
23-Oct-03	3,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
12-Nov-03	4,00	Línea trifásica 13.2 KV circuito No. 1	No Programado
15-Nov-03	2,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
16-Nov-03	2,00	Seccionador Fase R	No Programado
16-Nov-03	2,00	Pararayos tipo línea 13.2KV (circuito No. 3)	No Programado
26-Nov-03	3,00	Seccionador Fase T	No Programado
19-Dic-03	2,00	Corta circuito tipo línea 13.2KV (circuito No. 3)	No Programado
TOTAL HORAS	542	435,00	
TOTAL PARADAS	37		
DISPONIBILIDAD	93,81%		
CONFIABILIDAD	98,78%		
MTBF	222,11		
MTTR	14,65		

Anexo E. Registro histórico de fallos – año 2004

Fecha_Parada	T_Horas	Descripción_Causa	Tipo_Parada
07-Ene-04	360,00	Transformador de potencia 1MVA - 34.5KV / 13.2KV	Programado
28-Ene-04	3,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
09-Mar-04	5,00	Línea trifásica 13.2KV circuito No. 3	No Programado
13-Mar-04	120,00	Línea aerea 34.5 KV (entrada)	Programado
09-Abr-04	36,00	Pararayos tipo subestación lado 34.5KV	No Programado
14-Abr-04	2,00	Corta circuito tipo linea 13.2KV (circuito No. 3)	No Programado
17-Abr-04	8,00	Pararayos tipo subestación lado 34.5KV	No Programado
02-May-04	2,00	Seccionador Fase T	No Programado
12-May-04	120,00	Línea aerea 34.5 KV (entrada)	Programado
19-May-04	3,00	Pararayos Fase R	No Programado
23-May-04	4,00	Cortacircuito tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
28-May-04	2,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
03-Jun-04	2,00	Pararayos Fase S	No Programado
06-Jun-04	3,00	Seccionador Fase R	No Programado
10-Jul-04	3,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
13-Jul-04	4,00	Pararayos Fase R	No Programado
20-Jul-04	3,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
03-Ago-04	2,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 2)	No Programado
13-Ago-04	2,00	Seccionador Fase S	No Programado
21-Ago-04	2,00	Seccionador Fase S	No Programado
31-Ago-04	3,00	Corta circuito tipo linea 13.2KV (circuito No. 3)	No Programado
03-Sep-04	4,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
11-Sep-04	3,00	Corta circuito tipo linea 13.2KV (circuito No. 3)	No Programado
19-Sep-04	3,00	Seccionador Fase S	No Programado
21-Sep-04	3,00	Pararayos Fase S	No Programado
26-Sep-04	3,00	Pararayos Fase T	No Programado
13-Oct-04	2,00	Seccionador Fase R	No Programado
15-Oct-04	3,00	Pararayos Fase T	No Programado
31-Oct-04	3,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
01-Nov-04	2,00	Pararayos Fase S	No Programado
18-Nov-04	2,00	Pararayos tipo linea 13.2KV (circuito No. 1)	No Programado
TOTAL HORAS	717	600,00	
TOTAL PARADAS	31		
DISPONIBILIDAD	91,82%		
CONFIABILIDAD	98,66%		
MTBF	259,45		
MTTR	23,13		