

ANALISIS DE LA RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION EN MEDIA TENSION Y
CREACION DEL MANUAL DE OPERACIÓN PARA LOS CIRCUITOS A 13.8 KV.
DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS DEL CASCO URBANO DE LA CIUDAD
DE NEIVA.
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A. E.S.P

DIEGO ARMANDO CEPEDA PABON
COD. 2003103704

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
NEIVA – HUILA
2010

ANALISIS DE LA RED ELECTRICA DE DISTRIBUCION EN MEDIA TENSION Y
CREACION DEL MANUAL DE OPERACIÓN PARA LOS CIRCUITOS A 13.8 KV.
DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS DEL CASCO URBANO DE LA CIUDAD
DE NEIVA.
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A. E.S.P

DIEGO ARMANDO CEPEDA PABON
COD. 2003103704

Trabajo de Grado en Modalidad de Pasantía para optar al título de ingeniero
Electrónico

Director
EDILBERTO POLANIA
Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
NEIVA – HUILA
2010

Nota de aceptación

Firma del Director

Firma del Jurado

Firma del Jurado

AGRADECIMIENTOS

A Dios por iluminar el camino a seguir y llenarme de sabiduría y entendimiento hasta el día de hoy.

A mi madre quien es mi inspiración, mi vida y por la cual me esfuerzo diariamente por avanzar en el sendero del conocimiento y la madurez profesional.

A mi familia, que siempre ve en mí la mejor persona y en especial a mi hermano por ser mi amigo incondicional.

Al Ingeniero Alberto Bladimir Solís que más que mi jefe es un amigo, por su colaboración, disposición y compromiso. También por darme la mano desde el inicio de este proceso tan importante.

A la familia ELECTROHUILA, por acogerme temporalmente y brindarme mi primera experiencia laboral, especialmente al ingeniero jefe Pablo Emilio Parra, Gilberto Cabrera, Jaime Tovar Lizcano y Fredy Guzmán.

Al programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Surcolombiana, por la formación integral, el conocimiento y los valores que todos y cada uno de mis maestros me inculcaron. Muy especialmente a la memoria del ingeniero Bollman de Jesús Blanco por sus consejos de vida.

DIEGO ARMANDO CEPEDA PABON

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	14
CAPITULO 1	
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A. – E.S.P.	
1. ELECTROHUILA.....	15
1.1. Reseña histórica.....	16
1.2. Estructura organizacional.....	18
1.3. Visión.....	18
1.4. Misión.....	18
1.5. Política de calidad.....	18
1.6. Generación.....	18
1.7. Distribución.....	19
1.8. Comercialización.....	19
CAPITULO 2	
PROBLEMÁTICA DEL PROYECTO	
1. INTERRUPCIONES Y CORTES DE ENERGIA ELÉCTRICA	20
2. INDICES BASADOS EN ENERGIA.....	23
2.1. Energía no servida o no suministrada.....	23
2.2. Indicadores DES – FES.....	24
2.3. Interrupciones por fuerza mayor y otras exclusiones (FM y OE).....	25
2.4. Indisponibilidad.....	25
2.5. Carga promedio desconectada.....	25
3. ELECTROHUILA Y SUS INDICADORES.....	26
4. MANTENIMIENTOS.....	33
4.1. Mantenimientos programados.....	33
4.2. Mantenimientos no programados.....	33
5. OPERACIÓN DEL SISTEMA.....	33
CAPITULO 3	
SISTEMA ELECTRICO	
1. SISTEMA ELECTRICO DEL HUILA.....	36
2. ANILLO A 34.5 EN EL MUNICIPIO DE NEIVA.....	36
3. SUBESTACIONES ELECTRICAS DE NEIVA.....	36

3.1. Subestación el BOTE.....	37
3.1.1. Circuito BOTE1.....	38
3.1.2. Circuito BOTE2.....	39
3.1.3. Circuito BOTE3.....	39
3.1.4. Circuito LAGO.....	40
3.2. Subestación NORTE.....	40
3.2.1. Circuito TERPEL.....	41
3.2.2. Circuito INDUSTRIAL.....	41
3.2.3. Circuito GRANJAS.....	41
3.2.4. Circuito FERIAS.....	41
3.2.5. Circuito VILLA OLIMPICA.....	41
3.3. Subestación PLANTA DIESEL.....	42
3.3.1. Circuito NORTE.....	42
3.3.2. Circuito CENTRO.....	42
3.3.3. Circuito SUR.....	42
3.3.4. Circuito RURAL.....	43
3.3.5. Circuito JARDIN.....	43
3.4. Subestación CENTRO.....	43
3.4.1. Circuito CENTRO1.....	43
3.4.2. Circuito CENTRO2.....	44
3.4.3. Circuito CENTRO3.....	44
3.5. Subestación SUR.....	44
3.5.1. Circuito ANDALUCIA.....	45
3.5.2. Circuito TIMANCO.....	45
3.5.3. Circuito CANAIMA.....	45
3.5.4. Circuito SAN PEDRO.....	45
3.6. Subestación ORIENTE.....	45
3.6.1. Circuito RIOJA.....	46
3.6.2. Circuito IPANEMA.....	46
3.6.3. Circuito VERGEL.....	46
3.6.4. Circuito TESORO.....	46
4. FRONTERAS ELECTRICAS.....	46

CAPITULO 4

SIMULACION EN EL SISTEMA SPARD

1. FLUJO DE CARGA.....	47
2. RESULTADOS Y ANALISIS.....	47

CAPITULO 5

MANUAL DE OPERACION

1. INTRODUCCION.....	50
----------------------	----

2. CRITERIOS BÁSICOS PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HUILA – SEH, SEGÚN ELECTROHUILA.....	51
3. SEGURIDAD.....	52
4. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS PARA LA ATENCIÓN DE FALLAS.....	54
4.1. Apertura de un circuito 13.8 KV para mantenimiento programado o forzado.....	56
4.2. PROCEDIMIENTOS SUBESTACIÓN EL BOTE.....	56
4.2.1. Falla del Circuito 13.8 KV BOTE1.....	56
4.2.2. Falla del Circuito 13.8 KV BOTE2.....	57
4.2.3. Falla del Circuito 13.8 KV BOTE3.....	57
4.2.4. Falla del Circuito 13.8 KV LAGO.....	57
4.3. PROCEDIMIENTOS SUBESTACIÓN NORTE.....	58
4.3.1. Falla del Circuito 13.8 KV TERPEL.....	58
4.3.2. Falla del Circuito 13.8 KV FERIAS.....	58
4.3.3. Falla del Circuito 13.8 KV INDUSTRIAL.....	58
4.3.4. Falla del Circuito 13.8 KV GRANJAS.....	59
4.3.5. Falla del Circuito 13.8 KV Villa OLÍMPICA.....	59
4.4. PROCEDIMIENTOS SUBESTACIÓN PLANTA DIESEL.....	60
4.4.1. Falla del Circuito 13.8 KV NORTE.....	60
4.4.2. Falla del Circuito 13.8 KV CENTRO.....	60
4.4.3. Falla del Circuito 13.8 KV SUR.....	60
4.4.4. Falla del Circuito 13.8 KV RURAL.....	61
4.4.5. Falla del circuito 13.8 KV JARDIN.....	61
4.5. PROCEDIMIENTOS SUBESTACION CENTRO.....	61
4.5.1. Falla del circuito 13.8 KV CENTRO1.....	61
4.5.2. Falla del circuito 13.8 KV CENTRO2.....	62
4.5.3. Falla del circuito 13.8 KV CENTRO3.....	62
4.6. PROCEDIMIENTOS SUBESTACIÓN SUR.....	62
4.6.1. Falla del Circuito 13.8 KV ANDALUCIA.....	62
4.6.2. Falla del Circuito 13.8 KV TIMANCO.....	62
4.6.3. Falla del Circuito 13.8 KV CANAIMA.....	63
4.6.4. Falla del Circuito 13.8 KV SAN PEDRO.....	63
4.7. PROCEDIMIENTOS SUBESTACIÓN ORIENTE.....	64
4.7.1. Falla del Circuito 13.8 KV RIOJA.....	64
4.7.2. Falla del Circuito 13.8 KV IPANEMA.....	64
4.7.3. Falla del Circuito 13.8 KV VERGEL.....	65
4.7.4. Falla del Circuito 13.8 KV TESORO.....	65
5. TRANSFERENCIA DE CARGA EN 13.8 KVA.....	65
5.1. Circuito BOTE1.....	66
5.1.1. Falla o maniobra en el tramo del circuito entre el afloro del cable subterráneo del puente el tizón y el control S00048 barrio quirinal.....	66
5.1.2. Falla o maniobra en el cable subterráneo de potencia puente el tizón.....	66

5.1.3. Falla o maniobra desde la S/E EL BOTE hasta el control S00029 o hasta el cable de potencia subterráneo del puente el tizón.....	67
5.2. Circuito BOTE2.....	67
5.2.1. Falla o maniobra desde la S/E EL BOTE hasta el control S00146 o hasta los seccionadores en M005732.....	67
5.2.2. Falla o maniobra sobre la carrera primera entre los controles S00146 y S00157.....	68
5.3. Circuito BOTE3.....	68
5.3.1. Falla o maniobra del circuito desde el barraje de la S/E.....	68
5.4. Circuito LAGO.....	69
5.4.1. Falla del circuito desde la S/E EL BOTE.....	69
5.5. Circuito TERPEL.....	69
5.5.1. Falla del circuito desde la subestación o falla del tramo del cable subterráneo.....	69
5.6. Circuito INDUSTRIAL.....	70
5.6.1. Falla del circuito desde la subestación NORTE o en el eje principal del circuito antes del control S00452.....	70
5.7. Circuito GRANJAS.....	71
5.7.1. Transferencia de carga al BOTE1.....	71
5.8. Circuito FERIAS.....	71
5.8.1. Transferencia de carga al circuito TERPEL.....	71
5.9. Circuito VILLA OLIMPICA.....	72
5.9.1. Falla del circuito desde la subestación.....	72
5.10. Circuito NORTE.....	72
5.10.1. Transferencia al circuito BOTE1 (solo en casos de extrema necesidad).....	72
5.11. Circuito CENTRO.....	73
5.11.1. Falla o maniobra del circuito desde la subestación o sobre el eje principal del circuito hasta el cable de potencia subterráneo.....	73
5.12. Circuito SUR.....	73
5.12.1. Falla o maniobra del circuito desde la S/E PLANTA DIESEL.....	73
5.13. Circuito RURAL.....	74
5.13.1. Falla del circuito desde la subestación PLANTA DIESEL o hasta la altura del control S00104.....	74
5.14. Circuito JARDIN.....	75
5.14.1. Falla total del circuito desde la S/E PLANTA DIESEL.....	75
5.14.2. Falla del circuito sobre la carrera 16 antes del control S00290.....	75
5.15. Circuito CENTRO1.....	76
5.15.1. Falla o maniobra del circuito desde la subestación CENTRO.....	76
5.16. Circuito CENTRO2.....	76
5.16.1. Falla o maniobra del circuito desde la subestación hasta el tramo de cable subterráneo en la catedral y el S00103.....	76
5.17. Circuito CENTRO3.....	77
5.17.1. Falla o maniobra de la subestación CENTRO.....	77
5.18. Circuito ANDALUCIA.....	77

5.18.1. Falla o maniobra del circuito desde la subestación SUR hasta los seccionamientos S05327-S05328.....	77
5.19. Circuito TIMANCO.....	77
5.19.1. Falla o maniobra del circuito desde la S/E SUR hasta el control S05274-S05275.....	77
5.20. Circuito CANAIMA.....	78
5.20.1. Falla o maniobra desde la subestación SUR.....	78
5.20.2. Falla o maniobra en el eje principal entre el control S00051 y el S00054.....	78
5.20.3. Falla o maniobra sobre el eje principal entre los controles S00054 y el S00469.....	78
5.21. Circuito SAN PEDRO.....	79
5.21.1. Falla o maniobra del circuito desde la subestación hasta el seccionador S00478-S00479.....	79
5.22. Circuito RIOJA.....	79
5.22.1. Falla o maniobra del circuito desde la subestación hasta el control S00476-S00477, o, de este control hasta el S00460-S00461.....	79
5.23. Circuito IPANEMA.....	79
5.23.1. Transferencia IPANEMA-SUR.....	79
5.24. Circuito VERGEL.....	80
5.24.1. Falla o maniobra desde la S/E ORIENTE hasta el control S00070.....	80
5.25. Circuito TESORO.....	80
5.25.1. Transferencia TESORO-RIOJA.....	80

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

CD de datos:

1. TRAMOS PARA CAMBIO DE CONDUCTOR
2. CURVAS REPRESENTATIVAS DE LOS CIRCUITOS
3. INFORMACION DE LOS CIRCUITOS (fotos, planos, waypoints, tablas, etc.)

GLOSARIO

Barraje. Es el conjunto de elementos (conductores, barras, conectores y aisladores) instalados rígidamente y que sirven de nodo de enlace de los campos de la Subestación. Un barraje puede ser principal, de reserva o de transferencia.

Carga. La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

Capacidad nominal. El conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo o sistema eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas.

Central o planta de generación. Es toda instalación en la que se produzca energía eléctrica, cualquiera que sea el procedimiento empleado.

Circuito. Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobretensión. No se toman los cableados internos de equipos como circuitos.

Confiabilidad. Capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para cumplir una función requerida, en unas condiciones y tiempo dados. Equivale a fiabilidad.

Consigna. Conjunto de operaciones destinadas a abrir, bloquear y formalizar la intervención sobre un circuito.

Cortocircuito. Fenómeno eléctrico ocasionado por una unión accidental o intencional de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.

División de Operación y Mantenimiento. Son los funcionarios responsables de tomar las decisiones respecto del Sistema de Transmisión Regional - STR y Sistema de Distribución Local - SDL.

Empalme. Conexión eléctrica destinada a unir dos partes de conductores, para garantizar continuidad eléctrica y mecánica.

Ensayo. Conjunto de pruebas y controles a los cuales se somete un bien para asegurarse que cumple normas y pueda cumplir la función requerida.

Estructura. Unidad principal de soporte (metálica, concreto ó madera), generalmente un poste o una torre.

Evento. Es una manifestación o situación, producto de fenómenos naturales, técnicos o sociales que puede dar lugar a una emergencia.

Factor de potencia. El factor de potencia (f.d.p) de un circuito de corriente alterna, es la relación entre la potencia activa (P) y la potencia aparente (S), si las corrientes y tensiones son señales perfectamente sinusoidales.

Falla. Degradación de componentes. Alteración intencional o fortuita de la capacidad de un sistema, componente o persona, para cumplir una función requerida.

Fase. Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

Fuente de energía. Todo equipo o sistema que suministre energía eléctrica.

Ingeniero de Turno. Ingeniero responsable de supervisar y controlar el Sistema Eléctrico Huila - SEH en tiempo real durante los fines de semana (De las 18:00 horas del día viernes de la semana que finaliza hasta las 07:30 horas del primer día hábil de la semana siguiente).

Ingeniero Jefe Zona. Ingeniero responsable de la zona geográfica delimitada por la cobertura asignada de acuerdo a la distribución definida en el seno de la Organización.

Maniobra. Conjunto de procedimientos tendientes a operar una red eléctrica en forma segura.

Nodo. Parte de un circuito en el cual dos o más elementos tienen una conexión común.

Operador de red. Empresa de Servicios Públicos encargada de la planeación, de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional o un Sistema de Distribución Local.

Punto caliente. Punto de conexión que esté trabajando a una temperatura por encima de la normal, generando pérdidas de energía y a veces, riesgo de incendio.

Servicio público domiciliario de energía eléctrica. Es el transporte de energía eléctrica desde las redes regionales de transmisión hasta el domicilio del usuario final, incluida su conexión y medición.

Sistema de Distribución Local (SDL). Es el sistema de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes de distribución municipales o distritales, conformado por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 KV. y que no pertenecen a un sistema de transmisión regional por estar dedicadas al servicio de un sistema de distribución municipal o local.

Sistema de Transmisión Nacional (STN). Es el sistema interconectado de transmisión de energía eléctrica compuesto por el conjunto de líneas y equipos que operan a tensiones iguales o superiores a 220 KV, los transformadores con este nivel de tensión en el lado de baja, y los correspondientes módulos de conexión.

Sistema de Transmisión Regional (STR). Es el sistema interconectado de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes regionales o interregionales de transmisión, conformado por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 KV y que no pertenecen a un sistema de distribución local.

Sistema Interconectado Nacional (SIN). Es el sistema de potencia colombiano, que incluye las centrales generadoras hidráulicas y térmicas, las subestaciones, las líneas de interconexión entre áreas y todos los demás elementos de cada una de las empresas de las regiones del país que operan a tensiones iguales o mayores de 220 KV.

Usuario. Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio.

Vano. Distancia horizontal entre dos apoyos adyacentes de una línea o red.

ABREVIATURAS

ACSR: Aluminum Conductor Steel Reinforced (Conductor de aluminio reforzado con acero).

ANCE: Asociación de Normalización y Certificación, A. C.

ANSI: American National Standards institute (Instituto Americano de Normas Nacional)

AT: Alta Tensión

AWG: American Wire Gauge (Medida Americana para Conductores).

BT: Baja Tensión

CEI: Comisión Electrotécnica Internacional

CNEE: Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

CT: Centro de Transformación

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de ingenieros en electricidad y electrónica)

ISA: Instruments Standards Association (Asociación de normas de Instrumentos).

MT: Media Tensión

NTE: Normas Tecnológicas de Edificación

OR: Operador de red

RAT: Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales

RBT: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

S/E: Subestación eléctrica

SCADA: Sistema de supervisión y adquisición de datos

SDL: Sistema de Distribución Local – (voltajes inferiores a 57.5 KV)

SSP: Superintendencia de Servicios Públicos

STR: Sistema de Transmisión Regional – (entre 57.5 KV y 220 KV)

SUI: Sistema Único de Información de Servicios Públicos

TC: Transformador de corriente.

TP: Transformador de potencia.

XLPE: Crosslinked Polyethylene (Aislamiento de polietileno de cadena cruzada)

RESUMEN

Se presenta, en este trabajo, un estudio de las redes eléctricas de distribución radiales 13.8 KV para la creación del manual de operación, orientado al problema de la continuidad de suministro, que forma parte del concepto más general denominado “Confiabilidad de servicio.” No obstante, en lo que sigue de este trabajo, se entenderá confiabilidad como continuidad de servicio, en el suministro de energía eléctrica al usuario.

Se desarrolla una amplia gama de información acerca de las redes de distribución de energía eléctrica con topología radial en la ciudad de Neiva, considerando entre otros elementos políticas de mantenimiento, elementos de protección, operación, incorporación de elementos de maniobra y reconfiguración de circuitos, etc.

Se presentan las conclusiones más relevantes de este trabajo, así como las recomendaciones que permiten continuar avanzando en este tema.

ABSTRACT

It's presented in this job, in a study of electrical networks of radial distribution of 13.8 KV for the creation of the manual, oriented by the problem of continuity of supply, which is part of the biggest general concept called Reliability of Service. However, in what follows on this job, the term reliability as continuity of service, on the electricity supply to the user.

It develops a wide range of information about the distribution networks of electric power with radial topology in the city of Neiva, considered by other political elements of maintenance policies, protection features, incorporating elements of maneuver and reconfiguration of circuits, etc.

It presents the main conclusions and the recommendations of the study that allows the progress of this issue.

INTRODUCCION

El constante crecimiento de los sistemas eléctricos, especialmente reflejados en los sectores residencial, industrial y comercial que implica normalmente una alta concentración de clientes, conlleva a la expansión de sus redes de distribución y por consiguiente a contar con un suministro de energía con calidad y confiabilidad, lo cual representa una exigencia regulatoria que hace necesario la realización de estudios e inversiones orientados al cumplimiento de estos estándares de calidad, que para el caso colombiano son definidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) y particularmente en el tema de continuidad y calidad del suministro, en la resolución CREG 036 de 2008.

Por otra parte, es un hecho cierto que toda red eléctrica, experimenta situaciones o condiciones operativas que derivan en suspensiones del suministro de energía eléctrica, dado que los elementos que lo componen sufren desperfectos o fallas, por condiciones de operación, accidentales o efectos externos al sistema.

Con el objeto de minimizar el problema mencionado se propone el análisis de la red eléctrica de distribución en media tensión y creación del manual de operación para los circuitos a 13.8 KV de las subestaciones eléctricas del casco urbano de la ciudad de Neiva.

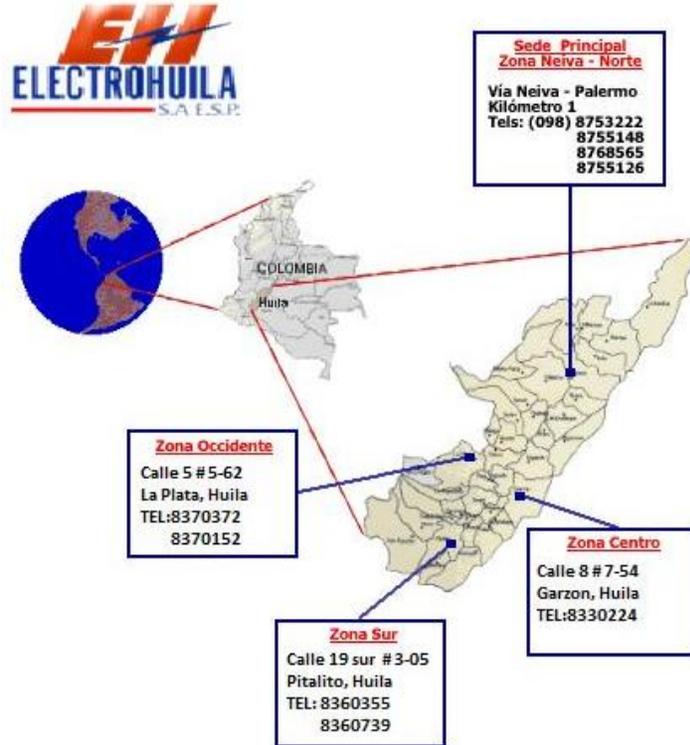
Las altas exigencias regulatorias en el suministro de la calidad del servicio de energía eléctrica, y las compensaciones tanto económicas como sancionatorias, obligan cada vez más a realizar diversos estudios y alternativas, en los cuales se evalúen con criterios económicos y técnicos las diversas opciones para lograr un sistema eléctrico confiable en el que se minimice la duración de las fallas del servicio y los efectos no deseados de esta situación.

En un sistema de distribución de energía eléctrica con topología radial, como la ciudad de Neiva, es muy importante la confiabilidad y continuidad del servicio; pero, cuando el mismo pierde dichas características, se convierte en un problema para los usuarios y a la vez una limitante para el desarrollo de la población y la región, teniendo en cuenta que un circuito con estas características al presentar una falla, afecta a la totalidad de clientes que dependen de él por no tenerse una fuente alterna de suministro de energía, ni una sectorización de las fallas que se presentan.

CAPITULO 1

ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.- ESP.

Figura 1. Ubicación geográfica de ELECTROHUILA.



1. ELECTROHUILA

ELECTROHUILA S.A. E.S.P. es una empresa que presta el servicio de energía eléctrica desde hace más de 61 años a clientes ubicados en todo el país. Domiciliada en la ciudad de Neiva, capital del departamento del Huila. Los negocios principales de ELECTROHUILA S.A. E.S.P. son los de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica. El compromiso y responsabilidad de los 380 empleados y contratistas de ELECTROHUILA S.A. E.S.P. son el de brindar el servicio con competitividad y fidelidad. Aprovechando el máximo conocimiento, habilidad y ética que garanticen la mejor calidad para nuestros clientes. En los últimos años, la gestión de la empresa ha sido valorada por propios y externos, tanto que ha estado catalogada dentro de la lista de las 500 empresas más exitosas del país.

Julio Alberto Gómez Martínez

Gerente General Electrificadora del Huila S.A. E.S.P

Ingeniero Electricista. Universidad pontificia Bolivariana

Es gerente general de la ELECTRIFICADORA DEL HUILA desde enero de 1999.

1.1. Reseña histórica

La creación de la primera planta eléctrica en el Huila, fue el 2 de mayo de 1908, cuando doña Octavia Trujillo de Matiz y sus hijos Reynaldo, Julio e Isidoro; ante el Notario primero de Neiva constituyeron la sociedad de comercio denominada "Matiz y compañía". El 4 de diciembre de 1911, en la Notaría segunda de Bogotá, se constituyó la sociedad anónima y comercial denominada "Energía Hidroeléctrica de Neiva"; cuyos socios eran Reynaldo Matiz y Joaquín Emilio Cardozo, de Neiva, y Pedro Jaramillo y Clímaco Mejía, de Bogotá. Tres de ellos eran comerciantes y Cardozo ingeniero civil.

Las demandas crecían en un pueblo que quería ser moderno. Por ello, a finales de 1923, el Personero Municipal de Neiva firmó un nuevo contrato para la producción de energía eléctrica, lo cual dio origen a una nueva empresa en la ciudad de Neiva llamada "Compañía de Energía Eléctrica del Huila", cuyo objetivo era el de "ejecutar el contrato celebrado entre Roberto Bahamon y el Municipio para establecer una planta hidroeléctrica en Neiva", contrato que se había formalizado previamente el 19 de julio de 1924.

El 17 de Julio de 1947, se creó la Sociedad Anónima "Centrales Eléctricas del Huila S.A. cuyo objeto era: a) Beneficiar las aguas de los ríos que corrían por el departamento del Huila y de sus afluentes, de acuerdo con lo autorizado en la ley 151 de 1941, para la producción de luz, calor y fuerza eléctrica y la prestación de los servicios respectivos. b) El estudio, establecimiento, mejoramiento y beneficio de las instalaciones de energía eléctrica para usos públicos y privados del Departamento del Huila, especialmente para el municipio de Neiva. c) En la aplicación de energía eléctrica a usos públicos industriales y domésticos. d) En la compra y venta de toda clase de muebles e inmuebles, con destino a realizar el objeto de la sociedad.

El 18 de Agosto de 1972, el Presidente de la República Misael Pastrana Borrero, firmo el contrato para el estudio del proyecto de aprovechamiento múltiple de Betania, Pero solo fue hasta el año de 1981 que se iniciaron los trabajos de construcción de la Central Eléctrica de Betania y en el año de 1986 entro en funcionamiento.

El 5 de Febrero de 1971, la Empresa Centrales Eléctricas del Huila S.A., cambia su razón social por la de "Electrificadora del Huila S.A.", quien finalmente se convertiría en el operador de la Central Hidroeléctrica de Betania, en consideración a su capacidad y al esfuerzo financiero realizado, decisión que fue recibida como un voto de confianza por las directivas de la Empresa.

Década de los 80's

Durante los inicios de esta década, se iniciaron los trabajos en la generación y transmisión de energía, por medio de un mejoramiento de plantas y una ampliación del sistema de subestaciones. Se crearon las cuadrillas de trabajos en líneas energizadas, disminuyendo considerablemente los cortes en el servicio y se realizó un mantenimiento preventivo en los transformadores de distribución. Se continuó con el avance de la electrificación rural, con aportes de varias entidades estatales. Por otra parte, se realizaron estudios de prefactibilidad técnica de aprovechamientos hidroeléctricos del Alto Magdalena, con apoyo del ICEL y de la Electrificadora. Simultáneamente, se contrataron los estudios de los posibles proyectos del Páez, Aránzazu, La Plata y Paicol.

Década de los 90's

Al principio de la década de los 90's, la Electrohuila amplió su cobertura de electrificación rural en el departamento, integrando al municipio de Colombia al sistema eléctrico del Huila al terminarse la línea Baraya - Colombia y la subestación reductora del municipio de Colombia. En el año de 1992, se realizaron trabajos de reconstrucción, reparación y fabricación de partes electromecánicas y el reacondicionamiento de obras civiles, con el fin de rescatar la capacidad de generación de las microcentrales de la Pita e Iquira. Se inició la construcción de la línea Betania – Hobo, y se implementó la programación sistemática para la ejecución y control del mantenimiento preventivo en las subestaciones y plantas menores de generación del sistema eléctrico del Huila.

En 1995, la Electrificadora del Huila, adopta una nueva estructura organizacional, define un plan estratégico, descentraliza algunas de sus actividades y privatiza otras, implementa nuevos sistemas de información con el fin de asumir nuevos retos, los cuales se veían venir, de acuerdo a los documentos reglamentarios expedidos por la CREG. En el año 2000, Electrohuila logra la estabilidad financiera, la cual venía buscando durante los años anteriores, razón por la cual ascendió a un importante lugar dentro del sector, volviéndose así, más atractiva para sus inversionistas. Se adquirieron activos de transformación para el respaldo técnico del sistema, lo cual ha permitido dar una respuesta rápida y oportuna a situaciones coyunturales, tales como los atentados terroristas contra la infraestructura eléctrica del departamento.

En la Actualidad, Electrohuila goza de una mayor credibilidad por parte del cliente, debido a su gran esfuerzo por mantener la prestación del servicio de energía eléctrica de una manera continua.

1.2. Estructura organizacional

Figura 2. Estructura organizacional ELECTROHUILA.



1.3. Visión

En el año 2010, la Electrificadora del Huila S.A. - E.S.P, será una empresa sostenible, rentable y competitiva en la prestación de servicios públicos domiciliarios

1.4. Misión

La Electrificadora del Huila S.A. E.S.P, es una empresa comprometida con el desarrollo económico y social de la región Surcolombiana, que actúa con criterios de rentabilidad, transparencia y efectividad mediante estrategias orientadas a la satisfacción del cliente en la distribución, comercialización y generación de energía eléctrica.

1.5. Política de calidad

Distribuir y Comercializar el servicio de energía eléctrica con criterios de eficacia, brindando satisfacción a nuestros clientes mediante el mejoramiento continuo de los procesos, obteniendo rentabilidad económica, apoyada en talento Humano competente y comprometido.

1.6. Generación

ELECTROHUILA S.A. ESP. Nace hacia el año 1947, el hecho fundamental que determina la empresa es el inicio del proceso de la construcción de un punto de conexión en la subestación Altamira que permite mejorar el servicio al departamento del Caquetá y el sur del Huila. La construcción de las plantas de

generación de Iquira, que durante años han sido soporte fundamental en la producción de energía en el territorio surcolombiano, permiten al departamento del Huila el inicio de su actividad industrial, ELECTROHUILA S.A. ESP. En la actualidad cuenta con tres micro centrales de generación de energía eléctrica que son: Iquira y La pita, las cuales generaron durante el año 2004 aproximadamente 37.63GWh. Igualmente la empresa realizo convenio con otros generadores que permitieran temporalmente nuestro parque de generación.

1.7. Distribución

ELECTROHUILA S.A. ESP. Suministra el servicio de energía al departamento del Huila y permite la conexión del departamento de Caquetá a través del circuito 115KV Betania Altamira. Adicionalmente suministra energía a algunos sectores de los departamentos de Cauca y Tolima. Para lograr la cobertura, se cuenta con 37 subestaciones a 34,5KV y 5 de 115KV, contamos con 170 kilómetros de red construidas en operación.

1.8. Comercialización

El negocio de comercialización, además de cumplir con las actividades de compra y venta de energía eléctrica, orienta sus esfuerzos hacia la expansión y modernización de su mercado, a su infraestructura tecnología y a lograr la recuperación y control de las pérdidas de energía. En la actualidad el negocio de comercialización en el mercado regulado del departamento del Huila (37 municipios) atiende 226.000 clientes que demandan 435Gwh/año. Se atienden aproximadamente 82 clientes con una demanda anual de 134GWh, de los cuales el 31% se atiende fuera del departamento del Huila. El objeto de la empresa es prestar un servicio integral a sus clientes, que permita brindarles las soluciones requeridas con atención personalizada.

CAPITULO 2

PROBLEMÁTICA DEL PROYECTO

Las altas exigencias en el suministro de la calidad de servicio de energía eléctrica obligan, cada vez más, a realizar grandes estudios, desde la generación hasta la distribución, así, también la actualización o implementación de modernos equipos para su uso, dado que, las probabilidades de fallas en el suministro, pueden ocurrir en determinados tiempos, el estudio de la confiabilidad, conjuntamente con tal implementación, tendrán como objetivo disminuir la duración de interrupción de la misma. Además, los cortes de suministro de energía eléctrica que afectan a todos los usuarios, producen graves distorsiones, tanto en el desarrollo habitual de cualquier actividad como en el confort de las personas; se cuantifican midiendo su frecuencia de aparición y duración.

Una manera más general de evaluar la confiabilidad del servicio eléctrico es a través de la disponibilidad. La distribución de energía eléctrica involucra actividades multidisciplinarias integradas que incluyen ingeniería, gestión, comercialización y administración que, a modo general, refleje confiabilidad en el área, para tener como único objetivo la satisfacción total al usuario final.

1. INTERRUPCIONES Y CORTES DE ENERGIA ELÉCTRICA

La electrificadora del Huila S.A.-E.S.P. centra su actividad económica en la distribución y comercialización de la energía eléctrica, es por esta razón que al presentarse interrupciones en el suministro de energía dichas interrupciones se transforman en pérdidas económicas para la empresa y afecta negativamente la imagen de la misma; estos cortes de energía pueden darse por manipulaciones programadas, en el caso de mantenimientos de circuitos, al realizar descopes de árboles que interfieran con el suministro de energía, al realizar ampliaciones en los circuitos, al remplazar elementos en las estructuras que han cumplido con su vida útil de trabajo entre otras, o también por eventos inesperados o ajenos a la empresa catalogados como eventos no programados como lo son las descargas atmosféricas, daños inesperados en las subestaciones, fusibles quemados, humedad, vientos, temblores o cortocircuito por manipulación de terceros.

A lo anterior hay que agregar el compromiso que la electrificadora del Huila tiene para con sus clientes, y eventualidades como las anteriores no son muy bien recibidas por los usuarios de la empresa, entonces además de pérdidas económicas debemos sumar inconformidad en nuestros clientes, quejas, reclamos y en el peor de los casos denuncias en los medios de comunicación.

En resumen, por diversos motivos, los componentes de un sistema eléctrico se ven sometidos a fallas, o salidas de servicio, lo que en algunos casos puede significar la desconexión de uno o más usuarios del sistema eléctrico, la salida del

sistema reiteradamente y a su vez la lentitud en la localización y reanudación del servicio ante la ocurrencia de fallas, provoca alteración en la calidad del suministro de energía eléctrica impactando los índices DES y FES. ELECTROHUILA S.A. E.S.P, no es ajena a estas circunstancias, lo cual ha involucrado sobrecostos en la operación de la red. Además de impactar de manera negativa en la productividad y competitividad de la región, la seguridad pública y en algunos casos daños en equipos y electrodomésticos.

Como existen eventos anteriormente descritos que son ajenos a la empresa y otros cuyo desarrollo hace parte vital del buen desempeño de la empresa, surge la necesidad de disminuir estos inconvenientes, hacer de un problema muy grande un inconveniente sencillo, de pasar de dejar todo un circuito eléctrico fuera de servicio, que significa cientos de usuarios, a dejar la menor cantidad de usuarios posibles sin el suministro de energía eléctrica.

La idea es realizar entre circuitos fronterizos, transferencias de carga, o en el peor de los casos en que un circuito quede totalmente fuera de servicio alimentar sus usuarios haciendo uso de las fronteras, este trabajo se reduce a la identificación del circuito con falla, luego identificar las fronteras disponibles y aptas para transferir cargas, después abrir los controles (seccionadores) respectivos para aislar la falla y finalmente cerrar los controles en las fronteras y restablecer el servicio.

Un corte de energía eléctrica puede causar:

- Alteraciones en la seguridad y el orden público.
- Daños en equipos y materias primas.
- Disminución de la productividad.
- Perdida de información en computadores.
- Contrariedades e interrupciones en labores cotidianas de los usuarios.

Electrohuila S.A. – E.S.P. ha codificado las fallas más comunes que producen las interrupciones de energía eléctrica, además se indica la ubicación de la falla dentro de la infraestructura del sistema eléctrico.

Tabla 1. Codificación de fallas.

CÓDIGO	CAUSA	UBICACIÓN
FB	Falla Barraje	Subestaciones
FP	Falla Pararrayos	Subestaciones
FCT	Falla CT	Subestaciones

FPT	Falla PT	Subestaciones
FSE	Falla Seccionador	Subestaciones
FCO	Falla Conectores	Subestaciones
FSA	Falla Servicios Auxiliares	Subestaciones
FI	Falla Interruptor	Subestaciones
FI 1	Baja Presión SF6	Subestaciones
FI 2	Baja Presión Hidráulica	Subestaciones
FI 3	Bajo Nivel de Aceite Interruptor	Subestaciones
FI 4	Baja Presión Aire Comprimido	Subestaciones
FI 5	Falla Circuito Disparo	Subestaciones
FI 6	Falla Mecánica	Subestaciones
FT	Falla en Transformador	Subestaciones
FT 1	Bajo Nivel Aceite Transformador	Subestaciones
FT 2	Fuga (s) de Aceite	Subestaciones
FT 3	Falla de Aislamiento	Subestaciones
FT 4	Sobretemperatura de Aceite	Subestaciones
FT 5	Sobretemperatura Devanado	Subestaciones
FT 6	Daño Interno	Subestaciones
FT 7	Corto en Bornes	Subestaciones
FT 8	Falla en Cable de Potencia	Subestaciones
FT 9	Sobrecarga	Subestaciones
TN	Topología Normal	Subestaciones
FL 20	Vegetación	Redes
FL 21	Línea Rota	Redes
FL 22	Falla Aislamiento Aisladores	Redes
FL 23	Falla Pararrayos	Redes
FL 24	Bucle Abierto	Redes
FL 25	Descarga Atmosférica	Redes
FL 26	Falla Cable de Guarda	Redes
FL 27	Templete Roto	Redes
FL 28	Transformador Distribución Quemado	Redes
FL 29	Fusión o Reparación Fusible	Redes
FL 30	Disparo Ocasionado por Trabajos en la Red	Redes
FL 31	Poste Partido (Falla Estructura)	Redes
FL 32	Dilatación de Líneas (Acercamiento)	Redes
FL 33	Falla de Conectores	Redes
FL 34	Crucetería y/o Herrajes En Mal Estado	Redes
FL 35	Sobrecarga en Circuito	Redes
FL 36	Falla B.T. Transformador	Redes
FL 37	Falla Terminal Premoldeado	Redes
FL 38	Falla en Cable de Potencia	Redes
FL 39	Líneas Emperchadas	Redes
FL 40	Desconexión Por Falla en Otro Circuito	Redes
FL 50	Causa No Conocida	Redes
FM 1	Objetos Extraños Sobre la Línea	Redes
FM 2	Animal Sobre la Línea	Redes ó Subestaciones
FM 3	Falla Ramal Particular	Redes
FM 4	Apertura de Emergencia	Redes ó Subestaciones

FM 5	Desastre Natural	Redes ó Subestaciones
FM 6	Condiciones Atmosféricas Adversas	Redes ó Subestaciones
FM 7	Intervención No Autorizada por Terceros	Redes
FM 8	Orden Público	Redes ó Subestaciones
FM 9	Accidente de Tránsito	Redes
OE 1	Baja Frecuencia (E.D.A.C.)	CND
OE 2	Falla en el Sistema Eléctrico Nacional	CND
OE 3	Racionamiento de Energía - CND.	CND
OE 4	Programadas del Sistema Eléctrico Nacional	CND
OE 5	Proyecto de Expansión Nivel IV	CND
OE 6	Por Otros Eventos en Generación y en el SIN	CND
OE 7	Apertura Solicitada por Organismo de Socorro o Autoridad Competentes	Otros
MPR	Mantenimiento Programado Redes	Redes
MPS	Mantenimiento Programado Subestaciones	Subestaciones

2. INDICES BASADOS EN ENERGÍA

2.1. Energía no servida o no suministrada

Representa la cantidad de energía que la empresa de distribución deja de vender. Este índice tiene gran relevancia para estas empresas dado que puede utilizarse como parámetro de decisión al evaluar alternativas de mejoramiento de la calidad de servicio.

ASCI [KWH/clientes totales] Average System Curtailment Index;
 ACCI [KWH/clientes afectados] Average Customer Curtailment Index.

Estos índices al basarse en un parámetro no mensurable, implican una estimación del mismo. Por ello, según el método de estimación pueden variar mucho. En estos casos es importante, por tanto, definir ese método si se quiere utilizar con fines regulativos. Energía No Suministrada: ENS en KWH, es la energía no suministrada en todas las interrupciones. En Electrohuila, el valor del Kwh. Se factura en base al numeral 5 del documento anual de gerencia;

Numeral 5. Costo de racionamiento. Si ante la solicitud de un tercero existe la imposibilidad de usar el Grupo de Línea Viva y la absoluta necesidad de suspender el servicio por un determinado circuito, la energía no entregada se calculará sobre la carga suspendida y el tiempo de la suspensión. y se facturará al Costo de la Energía no servida dado en la resolución CREG 096/2000; el cual, es igual a 396.7 \$/Kwh. \$ Colombianos. Este valor se deberá actualizar de acuerdo a la variación del índice de precios al Consumidor nacional reportado por el DANE.

2.2. Indicadores DES – FES

La calidad del servicio de distribución se evalúa mediante dos indicadores desarrollados por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) dentro del esquema de calidad del servicio. La resolución CREG 070 de 1998, Código de Distribución, en su numeral 6.3, define dos indicadores de calidad del servicio llamados DES y FES, para los cuales se definen también unos valores de referencia que no deberían ser superados por las empresas eléctricas. El *indicador DES* mide el tiempo total en que el servicio ha sido interrumpido en un circuito. El *indicador FES* mide el número de interrupciones que presenta un circuito. Cuando la cantidad o la duración de los cortes de energía superan los valores máximos establecidos por la CREG, Electrohuila SA - ESP debe descontar de la factura del usuario cierta cantidad de dinero para compensar la falta de calidad en el servicio.

- Indicador de Duración Equivalente de las Interrupciones del Servicio (DES)

Es el tiempo total, medido sobre los últimos doce (12) meses, en que el servicio es interrumpido en un Circuito. Los OR's deben calcular el Indicador DES_c mensualmente para cada Circuito, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$DES_c = \sum_{i=1}^{NTI} t(i)$$

Donde:

DES_c: Sumatoria del Tiempo en horas de las interrupciones del servicio en un Circuito, durante los últimos doce (12) meses.

i: Interrupción i-ésima.

t(i): Tiempo en horas de la interrupción i-ésima.

NTI: Número Total de Interrupciones que ocurrieron en el Circuito durante los últimos doce (12) meses.

- Indicador de Frecuencia Equivalente de las Interrupciones del Servicio (FES)

Mide la confiabilidad de un STR y/o SDL como el número de interrupciones que presenta un Circuito durante los últimos doce (12) meses. Los OR's deben calcular el Indicador FES_c mensualmente para cada Circuito, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$FES_c = NTI$$

Donde:

FES_c: Sumatoria del número de veces que el servicio es interrumpido en un Circuito, durante los últimos doce (12) meses.

Las otras variables mantienen el mismo significado que en la expresión anterior. Los indicadores DES y FES se acumulan cada 3 meses (enero a marzo, abril a junio, julio a septiembre y octubre a diciembre) y aparecen en cada factura que recibe el usuario. Electrohuila SA – ESP calcula trimestralmente el monto por incumplimiento de ambos indicadores, el mayor será descontado de la factura.

2.3. Interrupciones por fuerza mayor y otras exclusiones (FM y OE)

Es de señalar que los indicadores DES y FES no contemplan en su cálculo algunas interrupciones que cumplen con características estipuladas por la normatividad, tal es el caso de los eventos de Fuerza mayor, que se configuran solo si son irresistibles e impredecibles, y las Otras exclusiones, tales como las interrupciones menores a un minuto, casos de seguridad ciudadana, eventos de racionamiento en la generación, eventos programados por expansión de activos de nivel de tensión 4 entre otros. Analizar el porcentaje de exclusiones que existen sobre el total de las fallas puede identificar una posible conducta perversa de algunos Operadores, en cuanto a que para evitar la compensación al usuario clasifican sus fallas bajo estos parámetros distorsionando así la información de calidad y por ende la percepción de la SSPD en cuanto a la real calidad del servicio que está recibiendo el usuario.

2.4. Indisponibilidad

[Tiempo anual de desconexión esperado (U)]: es una indisponibilidad total de servicio durante un año, medido en horas. Se obtiene como la multiplicación de la tasa de falla por su duración promedio.

2.5. Carga promedio desconectada

Es una cuantificación de la cantidad de consumidores afectados por los cortes de suministro.

3. ELECTROHUILA Y SUS INDICADORES

En los indicadores de calidad del servicio, las interrupciones tienen una clasificación según su duración:

- **Interrupciones menores o iguales a 1 minuto:** aperturas y cierres de los circuitos desde las S/E. afectan únicamente el indicador FES.
- **Interrupciones con duración de 2 a 5 minutos:** o interrupciones transitorias, afecta el DES y FES.
- **Interrupciones con duración mayor a 5 minutos:** o interrupciones permanentes, afecta el DES y FES.

Las siguientes tablas muestran los valores máximos permitidos por la CREG para los indicadores DES – FES para cada grupo:

Tabla 2. Valores máximos DES – FES según la CREG.

GRUPO	VALORES MAXIMOS DES-FES PARA AÑO 2010								TOTAL	
	1er Trimestre		2er Trimestre		3er Trimestre		4er Trimestre		Valor Máximo Anual	
	DES	FES	DES	FES	DES	FES	DES	FES	DES	FES
1	1	4	4	8	4	8	2	6	11	26
2	3	14	8	10	3	10	5	10	19	44
3	5	8	10	18	10	17	4	8	29	51
4	8	20	13	15	10	12	8	11	39	58

GRUPO 1, Circuitos ubicados en Cabeceras municipales con una población superior o igual a 100.000 habitantes según último dato certificado por el DANE.

GRUPO 2, Circuitos ubicados en Cabeceras municipales con una población menor a 100.000 habitantes y superior o igual a 50.000 habitantes según último dato certificado por el DANE.

GRUPO 3, Circuitos ubicados en Cabeceras municipales con una población inferior a 50.000 habitantes según último dato certificado por el DANE.

GRUPO 4, Circuitos ubicados en Suelo que no corresponde al área urbana del respectivo municipio o distrito.

A continuación se presenta el soporte final de la información *DES - FES TRIM. I – 2010*; se realiza un análisis del comportamiento de los circuitos del Sistema Eléctrico del Huila - SEH, para la zona norte con el fin de que se tomen en cuenta en el desarrollo del manual de operación y la programación de labores de mantenimiento. En las siguientes graficas se observa los datos gráficos DES- Y FES por zona de acuerdo a las clasificaciones (Fuerza mayor, exclusiones, programadas, etc.)

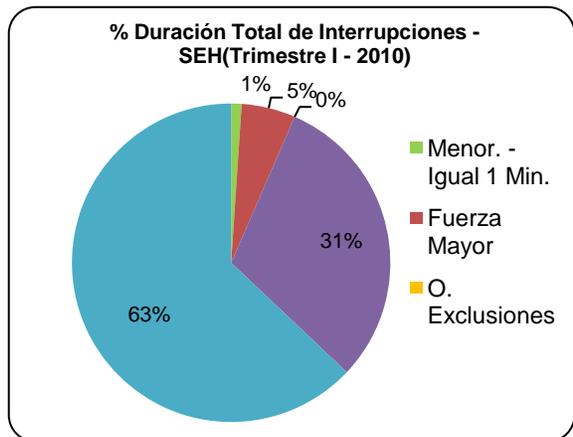
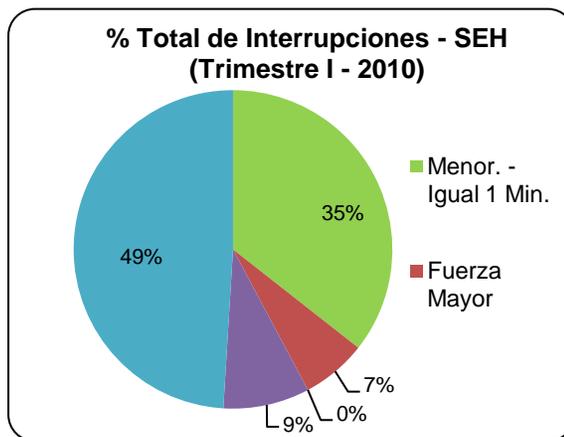
Total Sistema Eléctrico Huila (SEH):

Tabla 3. Datos de las interrupciones del SEH

Menor.- Igual 1 Min.		Fuerza Mayor		O. Exclusiones		Programadas		No Programadas		Total Interrupciones		Total Indicadores	
Int.	Dur. (h)	Int.	Dur. (h)	Int.	Dur. (h)	Int.	Dur. (h)	Int.	Dur. (h)	Int.	Dur. (h)	FES	DES (h)
975	16,2	181	84,2	0	0,0	240	468,8	1343	966,3	2739	1535,4	1583	1435,1

Figura 3. Interrupciones – SEH

Figura 4. Duración de interrupciones – SEH



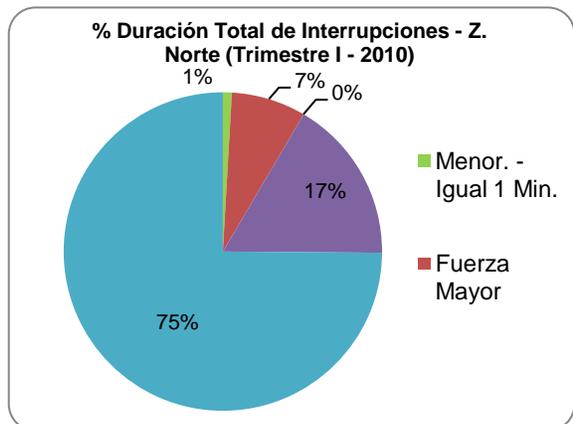
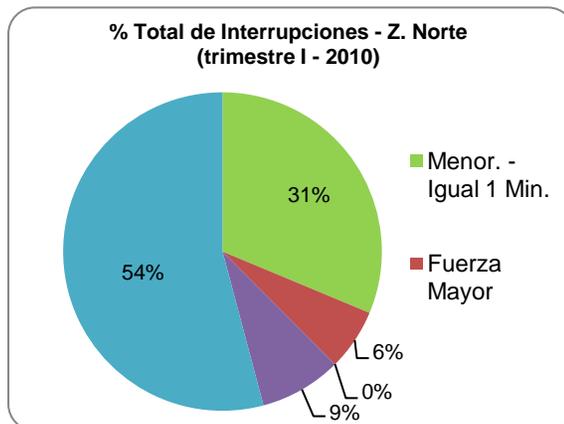
Total Zona Norte:

Tabla 4. Datos de las interrupciones de la zona norte.

Menor.- Igual 1 Min.		Fuerza Mayor		O. Exclusiones		Programadas		No Programadas		Total Interrupciones		Total Indicadores	
Int.	Dur. (h)	Int.	Dur. (h)	Int.	Dur. (h)	Int.	Dur. (h)	Int.	Dur. (h)	Int.	Dur. (h)	FES	DES (h)
563	9,4	112	78,3	0	0,0	150	172,4	974	775,0	1799	1035,0	1124	947,3

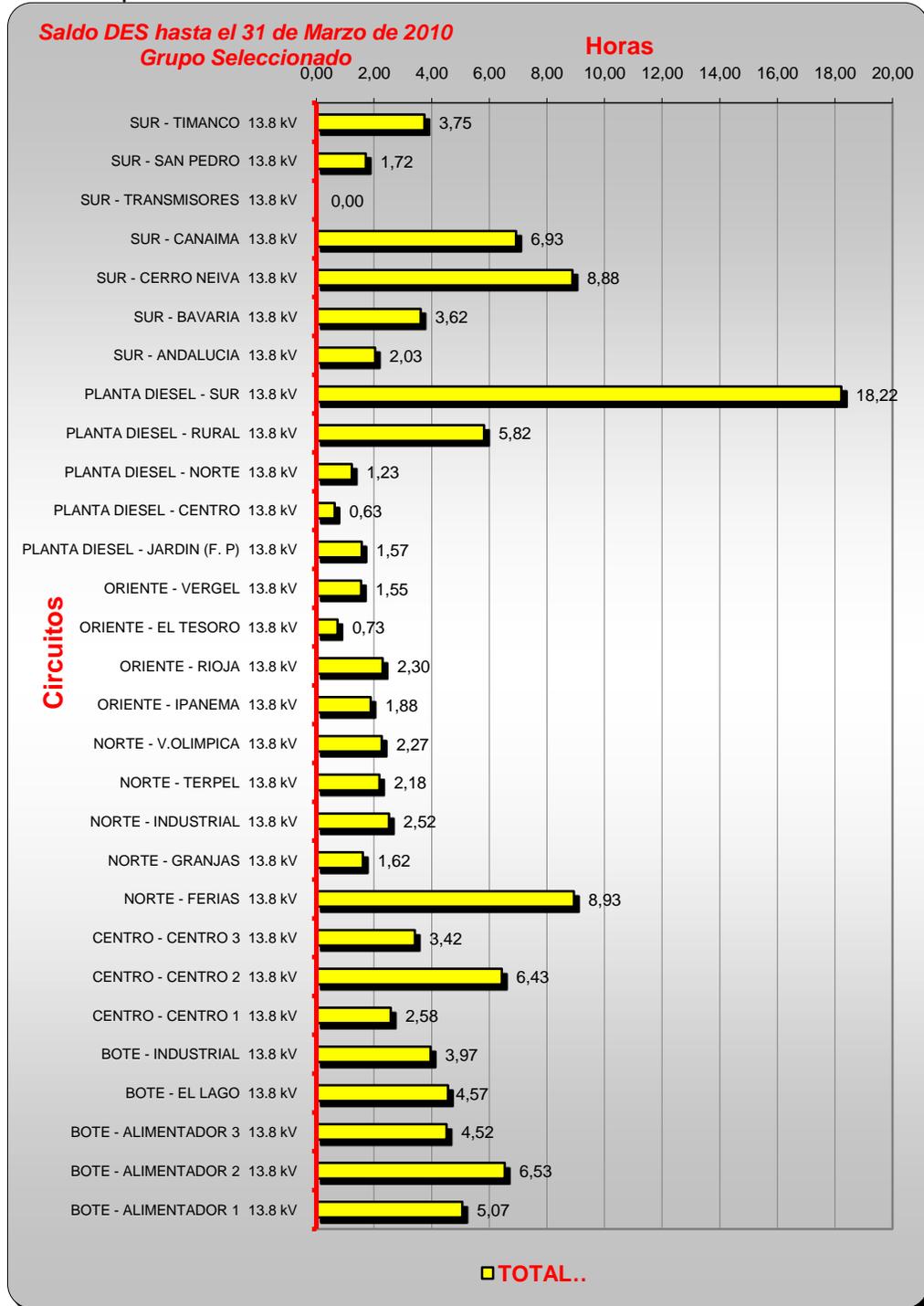
Figura 5. Interrupciones – Z. Norte

Figura 6. Duración de interrupciones – Z. Norte



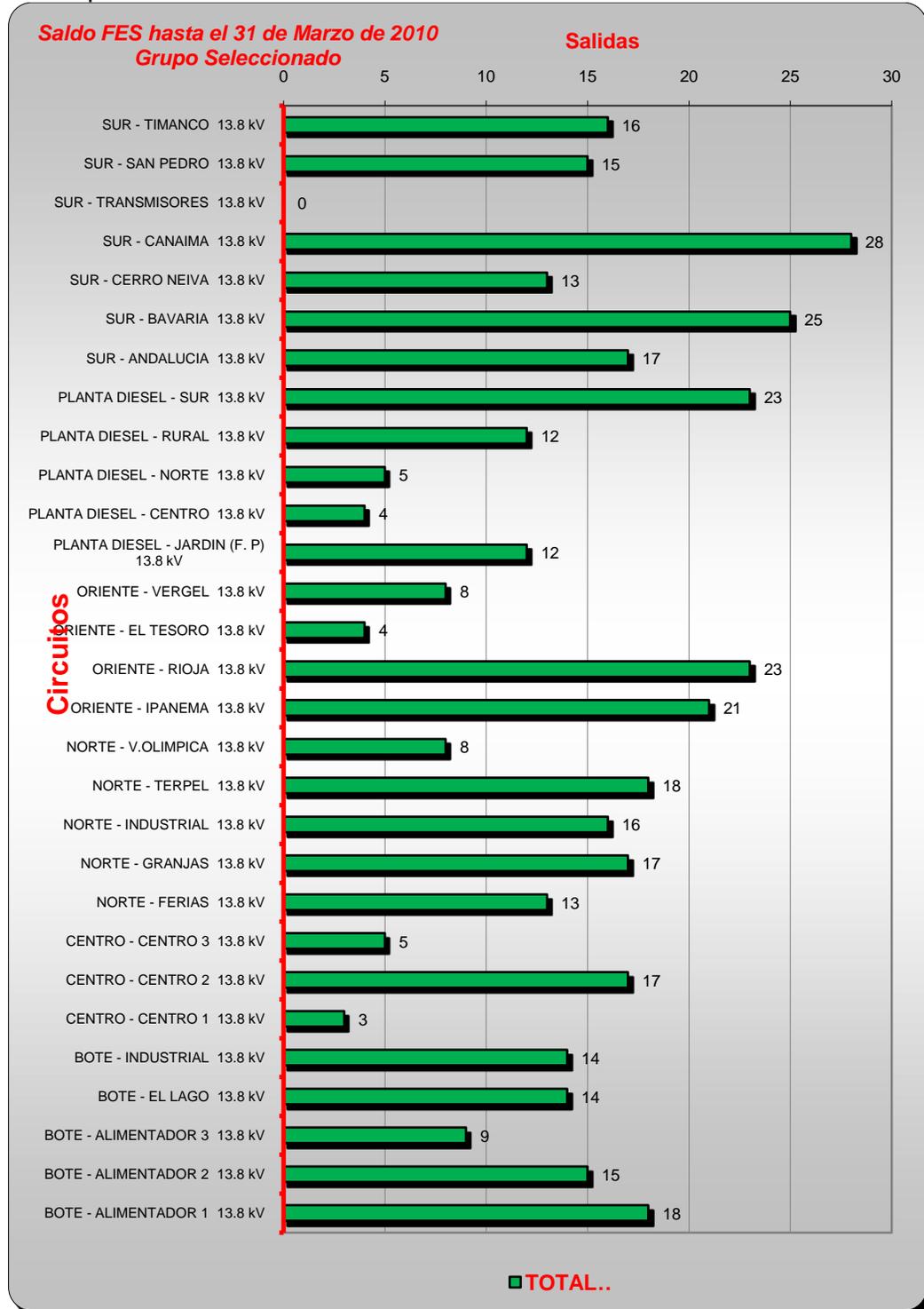
Ahora se muestra gráficamente **EL TIEMPO TOTAL** sin servicio de cada circuito del casco urbano de Neiva:

Figura 7. Tiempo total sin servicio – Circuitos 13.8 KVA.



También se ilustra gráficamente **LAS APERTURAS TOTALES** sin servicio de cada circuito.

Figura 8. Aperturas totales sin servicio – Circuitos 13.8 KVA.



Con esta información que se presenta en las 2 tablas anteriores y con los valores máximos permitidos para los indicadores DES – FES se realiza el siguiente análisis:

Para los circuitos del casco Urbano del Municipio de Neiva, cabe precisar que estos forman parte del grupo de calidad 1 y que los valores máximos admisibles para el 1er. Trimestre de 2010, corresponden a 1 hora en DES y 4 interrupciones del servicio en FES, excepto los circuitos asociados a la S/E El Bote, los cuales pertenecen al grupo de calidad 4 y tienen valores máximos admisibles de 8 horas en DES y 20 interrupciones en FES.

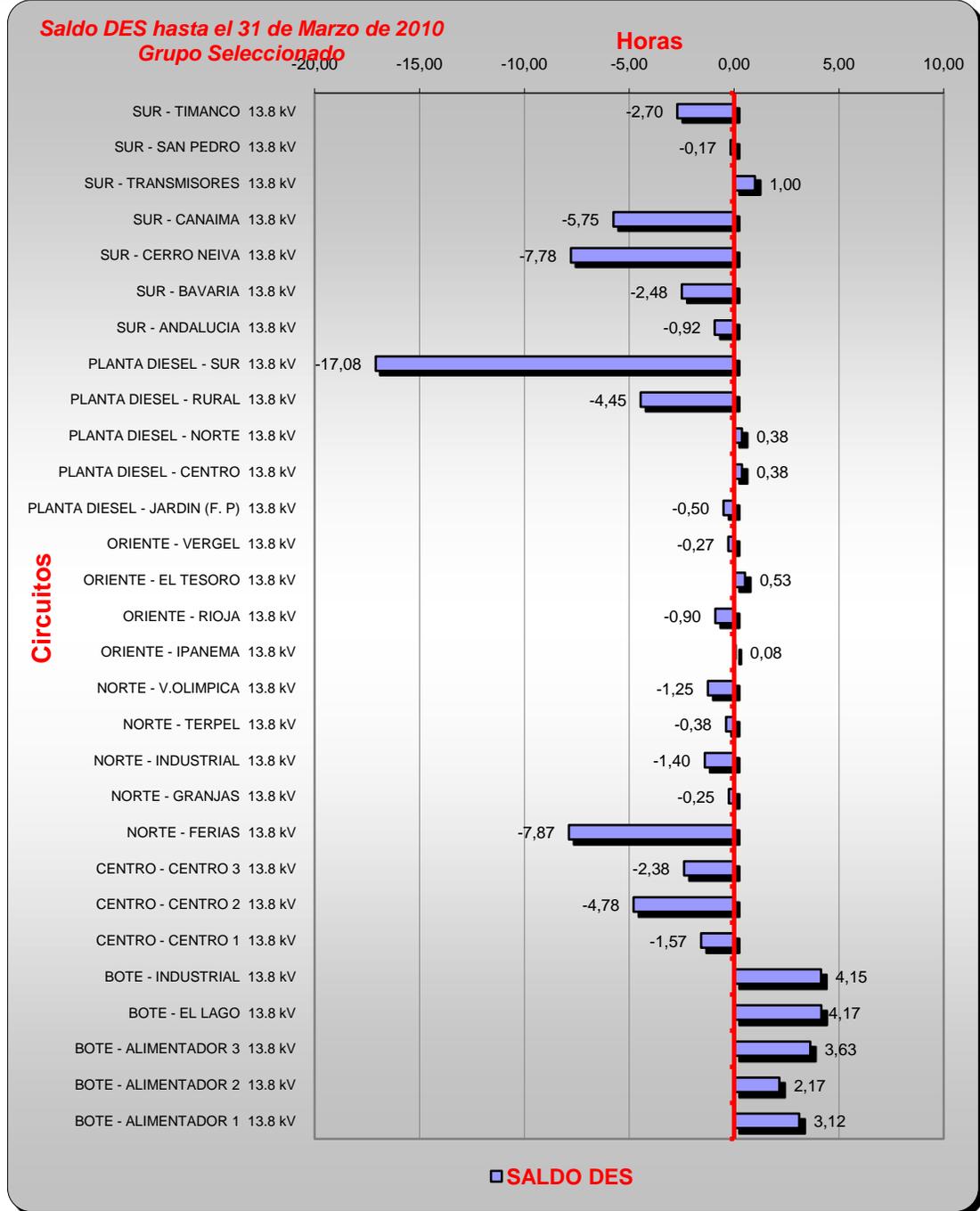
En base a lo anterior, se tiene que de los 38 circuitos reportados al SUI en el 1er. Trimestre de 2010 de la Zona Neiva, 22 (58%) de ellos no cumplieron con el indicador DES y 20 (53%) con el indicador FES. De los 22 circuitos que incumplieron con el indicador DES, los 5 más críticos fueron: Circuito 34.5 KV Neiva 2 de la S/E El Bote (44.02 horas), circuito 13.8 KV Sur de la S/E Planta Diesel (17.08 horas), circuito 13.8 KV Ferias de la S/E Norte (7.87 horas), circuito 13.8 KV Cerro Neiva de la S/E Sur (7.78 horas) y circuito 13.8 KV Canaima de la S/E Sur (5.75 horas). De los 20 circuitos que incumplieron con el indicador FES, los 5 circuitos más críticos fueron: Circuitos 13.8 KV Canaima y Bavaria de la S/E Sur (13 interrupciones), circuito 13.8 KV Sur de la S/E Planta Diesel (11 interrupciones), circuito 34.5 KV Neiva 1 de la S/E El Bote (11 interrupciones) y circuito 13.8 KV Rioja de la S/E Oriente (10 interrupciones).

Teniendo en cuenta lo ocurrido en el 1er. Trimestre del año 2009 (Enero, Febrero y Marzo), se tiene que de los 38 circuitos reportados al SUI en dicho periodo, 29 de ellos incumplieron con los valores máximos admisibles del indicador DES y 27 con los valores máximos admisibles del indicador FES. Haciendo un comparativo entre el comportamiento global del 1er. Trimestre de los años 2009 y el 2010, se tiene que en el 2010, 7 circuitos más cumplieron con los indicadores DES - FES, mejorando en un 18% los dos indicadores.

Tanto en el 1er. Trimestre del 2009 y 2010, se evidencia que los circuitos de la S/E El Bote, han tenido un mejor comportamiento con respecto a los demás circuitos de la Zona Neiva, cumpliendo en la mayoría de los casos con sus valores máximos admisibles tanto en DES como en FES, excepto el circuito 34.5 KV Neiva 2, el cual incumplió ampliamente el indicador DES y el circuito 34.5 KV Neiva 1, incumplió con más de 10 interrupciones con el indicador FES.

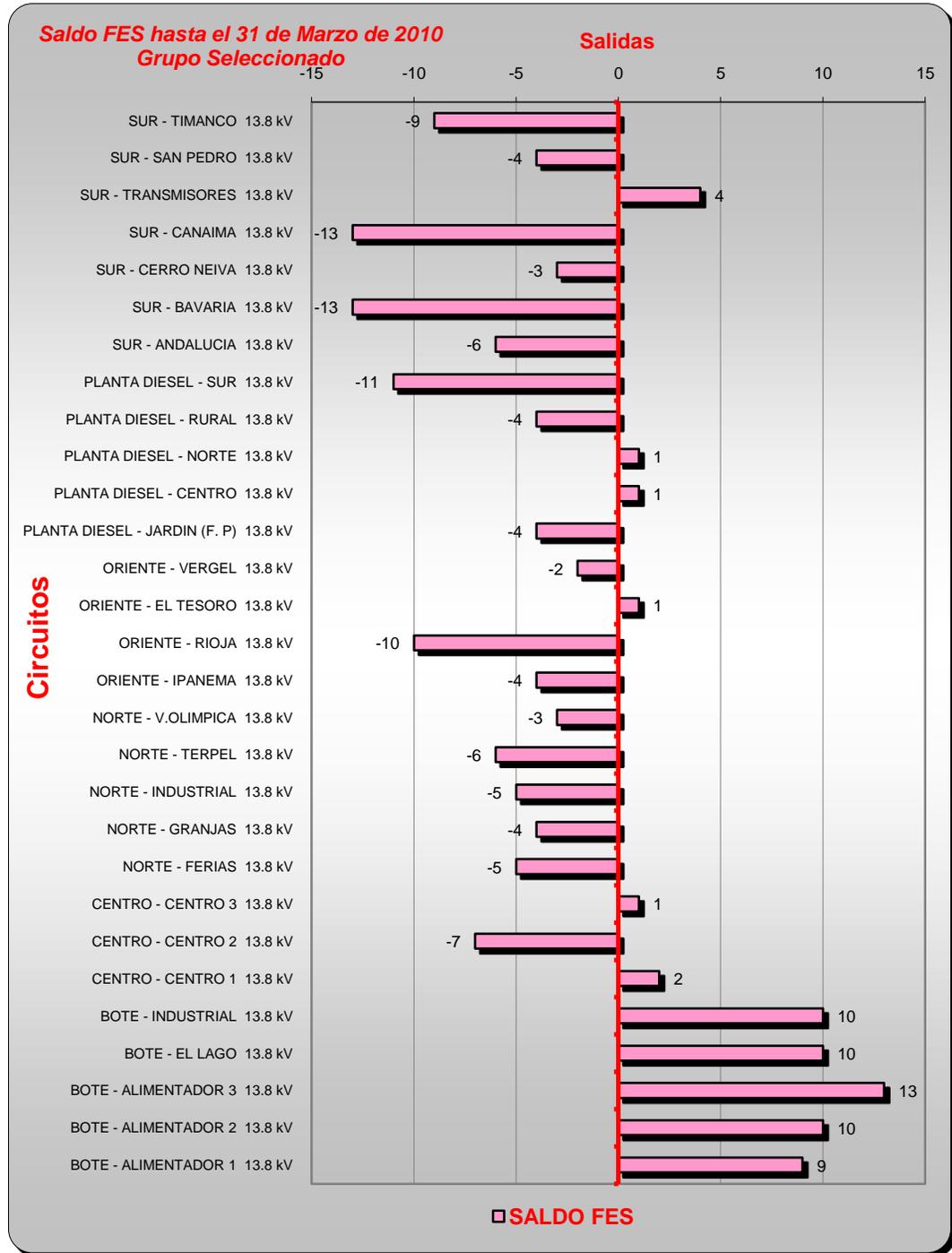
En las siguientes gráficas se puede apreciar el comportamiento de los circuitos de la Zona Neiva tanto en DES como en FES, para el 1er. Trimestre de 2010, así:

Figura 9. Indicador DES – 1 trimestre 2010.



La grafica muestra el **resumen final DES** de todo el primer trimestre con información de los meses de Enero, Febrero y Marzo, donde se indica como finalizo en tiempo según el límite permitido DES para el Primer trimestre de 2010, (la línea roja es el límite máximo, si la franja esta a la derecha fue porque el circuito no compenso y lo contrario si).

Figura 10. Indicador FES – 1 trimestre 2010.



La grafica muestra el **resumen final FES** de todo el primer trimestre de cada circuito, se indica como finalizo en tiempo según el límite permitido DES para el primer trimestre de 2010, (la línea roja es el límite máximo, si la franja esta a la derecha fue porque el circuito no compenso y lo contrario si). Estos indicadores

serán los que se compararan a futuro con la entrada en uso del manual de operación de los circuitos eléctricos a 13.8 KVA en la ciudad de NEIVA, serán los que juzguen la importancia de la implementación del proyecto. Como se verá más adelante, mantener los indicadores según las cantidades estipuladas es un trabajo muy complejo; al realizar una transferencia de carga es necesario realizar una apertura y cierre de un circuito para que reciba la carga de otro y al final de la maniobra devolver la topología del mismo realizando las acciones contrarias, en esta transferencia ya se ve reflejado 2 interrupciones que afectan el indicador FES, sin contar las aperturas necesarias del circuito al cual se le va a quitar la carga. En el afán de disminuir el indicador DES y realizar una transferencia se está aumentando el indicador FES, situaciones como estas se deben tener en cuenta como ya se dijo anteriormente en la planeación y programación de mantenimientos y en la toma de decisiones ante una contingencia.

4. MANTENIMIENTOS

1.1. Mantenimiento Programado

Es el nombre dado al mantenimiento cuando se van a realizar trabajos en una línea, circuito o equipo que han sido planeados con anterioridad y así evitar un posible daño de la red que ocasionaría mayores perjuicios.

1.2. Mantenimiento no programado

O mantenimiento forzado, es el nombre dado al mantenimiento cuando ocurre un daño en un circuito que obliga a trabajar de inmediato sobre él para restablecer el servicio a un sector de la población, para evitar un daño inminente de equipos o propiedades o para evitar un posible daño de la red que ocasionaría mayores perjuicios.

2. OPERACIÓN DEL SISTEMA

La operación del sistema comprende las actividades necesarias para garantizar la continuidad y seguridad del suministro eléctrico y la correcta coordinación entre la producción y el consumo, asegurando que la energía producida por los generadores sea transportada hasta las redes de distribución con las condiciones de calidad exigibles en aplicación de la normativa vigente

Estas actividades se concretan en:

- Efectuar previsiones de la energía que los usuarios del sistema van a demandar en cada periodo, así como su distribución horaria.
- Programar la producción de las diferentes centrales para descubrir la demanda eléctrica prevista, asegurando permanentemente el equilibrio dinámico demanda-generación.

- Establecer los planes de mantenimiento de las instalaciones de transporte, coordinándolos con los de las centrales de producción y autorizar la ejecución final de los mismos.
- Asegurar el cumplimiento de los criterios de funcionamiento y seguridad.
- Supervisar, controlar y operar el sistema de producción y transporte:
 - asignar los servicios complementarios.
 - maniobrar las instalaciones de red eléctrica y emitir instrucciones para maniobrar el resto de instalaciones.
- Aplicar los instrumentos legales disponibles para la gestión de la demanda

El centro de control y la operación del sistema

Las actividades asociadas a la operación del sistema afectan a diferentes ámbitos temporales, siendo responsabilidad del centro de control aquellas que conciernen a la operación en tiempo real. Las instrucciones de operación del sistema de producción y transporte emitidas por el centro de control tiene como fin garantizar la seguridad y calidad del suministro eléctrico. Esto se materializa emitiendo consignas de operación de los elementos de la red de transporte para que las variables de control permanezcan dentro de los márgenes establecidos en los procedimientos de operación. La adecuada gestión técnica del sistema se realiza a través de un conjunto coherente de procedimientos de operación de carácter técnico e instrumental. Dichos procedimientos deberán contemplar, al menos, los siguientes aspectos:

- Condiciones de conexión a la red de transporte
- Condiciones de instalación y funcionamiento de los equipos de medida y control
- Análisis de la seguridad en la cobertura de corto plazo
- Información de la explotación
- Programa del sistema
- Coordinación del mantenimiento de las instalaciones de producción y transporte
- Intercambio de información entre agentes
- Condiciones del funcionamiento del sistema de producción y transporte y criterios de calidad, fiabilidad y seguridad.
- Asignación y determinación de la pérdidas de transporte
- Gestión de cada uno de los servicios complementarios
- Situaciones de alerta y emergencia
- Criterios para la determinación de la red bajo gestión técnica.

El mantenimiento de las instalaciones de transporte, con el fin de garantizar una disponibilidad suficiente del conjunto de las instalaciones del sistema que satisfaga las exigencias de seguridad y de cobertura de una demanda.

La seguridad del sistema eléctrico, se controla de forma permanente y preventiva para evitar incurrir en situaciones de riesgo para la continuidad del suministro, adoptando las medidas necesarias, tanto desde el punto de vista de la generación como el transporte, que mantengan al sistema eléctrico en estado normal de operación o que permitan a este volver a dicha situación después de un incidente. El centro de control realiza la supervisión de la seguridad de la totalidad del sistema eléctrico, para ello, controla de forma permanente el estado de la red y sus parámetros eléctricos, actuando sobre las variables de control para mantener la seguridad y calidad del suministro o para restablecer el servicio en caso de que se haya producido un incidente.

Por último, en caso de que se produzca un incidente grave en el sistema, es preciso activar los planes de reposición del servicio, coordinando las actuaciones para la maniobra de la red de transporte y el arranque y toma de carga de las centrales generadoras con objeto de restablecer el suministro de energía eléctrica en el plazo más corto posible.

CAPITULO 3

SISTEMA ELECTRICO

1. SISTEMA ELECTRICO DEL HUILA

El sistema eléctrico del Huila inicia con los circuitos a 115 KV que vienen desde la central hidroeléctrica de Betania y llegan a la S/E EL BOTE, estos circuitos se conocen como BETANIA1 y BETANIA2; además de estos 2 circuitos también existe conexión por medio de los circuitos PRADO1 y PRADO2 con la S/E PRADO y S/E TENAY con la misma intensidad de voltaje. Ver figura 13.

Además de estas líneas de 115 KV también existe otra que conecta la S/E BOTE con la S/E SUR y de paso con las subestaciones de todo el sur del departamento a nivel de 34.5 KV S/E Hobo, s/e Potrerillos, S/E Campoalegre, S/E Algeciras y la S/E Gigante; desde la S/E BOTE se alimentan todas las subestaciones eléctricas de la zona norte a 34.5 KV entre las que tenemos las subestaciones de Palermo, Santa María, Rivera, Yaguara, Iquira, Fortalecillas Baraya y Colombia. La única S/E que no entra a este grupo es la de Vegalarga que se alimenta de la S/E ORIENTE. La central hidroeléctrica de Betania también tiene líneas adicionales a 115 KV con la S/E SEBORUCO y la S/E ALTAMIRA.

2. ANILLO A 34.5 KV EN EL MUNICIPIO DE NEIVA

El anillo a 34.5 KV en el municipio de Neiva está conformado por la red eléctrica que comunica las 6 subestaciones, S/E BOTE, S/E SUR, S/E CENTRO, S/E ORIENTE, S/E NORTE Y S/E PLANTA DIESEL. Su topología se puede observar en la figura 14.

Como las S/E BOTE y SUR son las únicas que reciben alimentación a 115 KV, son ellas las encargadas de mantener el anillo, el resto de subestaciones simplemente sirven como nodo de interconexión. En la actualidad se adelantan estudios para aumentar de nivel la subestación oriente y darle los mismos atributos que las 2 subestaciones anteriormente mencionadas. Cada S/E tiene por lo menos 2 conexiones eléctricas con las demás. Existen usuarios que se alimentan directamente de este anillo (34.5 KV) debido a que son grandes consumidores y poseen transformadores de gran potencia como el palacio de justicia, las instalaciones del antiguo telehuila, Carrefour, centro de convenciones José Eustacio Rivera, éxito, trapichito, mercaneiva, sur abastos, entre otros.

3. SUBESTACIONES ELECTRICAS DE NEIVA

En la actualidad existen 6 subestaciones eléctricas en el municipio de Neiva, pero actualmente se adelantan estudios para construir una nueva S/E debido a la

acelerada expansión que sufre la ciudad, además se proyecta construir 2 circuitos exclusivos para el estadio y el hospital, por aquello de un plan de contingencia ante catástrofes naturales. En la tabla 6. se muestran los nombres de los circuitos y sus respectivos códigos.

Tabla 6. Codificación de las subestaciones.

SUBESTACION	CODIGO
<i>BOTE</i>	<i>1000004</i>
<i>NORTE</i>	<i>1000005</i>
<i>ORIENTE</i>	<i>1000008</i>
<i>CENTRO</i>	<i>1000009</i>
<i>SUR</i>	<i>1000010</i>
<i>DIESEL</i>	<i>1000161</i>

La subestación más antigua es la S/E PLANTA DIESEL, esta información se puede observar en la tabla 7.

Tabla 7. Generalidades de las subestaciones.

NOMBRE	DIRECCION	PROPIEDAD	ADMINIS-TRADOR	CONFIGURACIÓN	TENSIÓN (KV)	FECHA	CODIGO
CENTRO	c.c. Comuneros	EH	EH	BS	34.5/13.8	1998	CT
EL BOTE	KM 1 Vía Palermo	EH	EH	BS	34.5/13.8	1979	BO
NORTE	cra 7 con cll 74b	EH	EH	BS	34.5/13.8	1986	NO
ORIENTE	cra 46 con cll 16	EH	EH	BS	34.5/13.8	1997	OR
PLANTA DIESEL	cra 18 con cll 8	EH	EH	BS	34.5/13.8	1965	PD
SUR	cra 5 sur cll 28 Z.I.	EH	EH	BS	34.5/13.8	1980	SU

Configuración de la subestación: Doble barra, Doble barra con transferencia, Anillo, barra con bypass, Barra Principal + Transferencia, Interruptor y medio.

Tensión: Niveles de voltaje que maneja la subestación expresados en forma de cadena de caracteres ejemplo: 500/230/115 KV.

Fecha: Fecha de entrada en explotación comercial.

Código: Identificador con el que el administrador o el propietario conoce la subestación.

3.1. Subestación el BOTE

Es la principal S/E de Neiva, es la encargada de recibir las líneas a 115 KV desde la central hidroeléctrica de Betania, Prado y Tenay; junto con la subestación sur es la encargada de mantener el anillo en la ciudad de Neiva a nivel de 34.5 KV. Para visualizar mejor el diagrama de la subestación se divide en 2 partes, una a nivel de

115 KV/34.5 KV y la otra 34.5 KV/13.8 KV.

115 KV/34.5 KV - Posee 2 transformadores ABB reductores de tensión a 34.5 KV, con una potencia de 34.5 a 46 MVA y 30 a 40 MVA.

34.5 KV/13.8 KV - Distribuye líneas a 34.5 para el anillo de Neiva y para las subestaciones de la zona norte. Posee un transformador reductor a 13.8 KV marca ABB con potencia de 10 a 12.5 MVA.

La S/E EL BOTE cuenta con los circuitos BOTE1, BOTE2, BOTE 3, LAGO e INDUSTRIAL, este último no se tendrá en cuenta en el proyecto debido a que es un circuito rural.

Tabla 8. Codificación circuitos de la subestación BOTE.

SUBESTACION	CIRCUITO	CODIGO	N. PADRE	COD. SIEC
BOTE	BOTE 1	BO1P	1000023	2620
	BOTE 2	BO2P	1000024	2630
	BOTE 3	BO3P	1000025	2640
	LAGO	BOLP	1000026	2660
	Industrial	BOTP	1000152	2670

En la tabla 9. se indican los barrios, sectores y usuarios más relevantes que están conectados a cada uno de los circuitos de la S/E EL BOTE, en la casilla elemento aparece “interruptor” debido a que operándolo los circuitos de esta subestación quedan desenergizados. Esta tabla se convierte en una valiosa herramienta de trabajo dado a que en el momento de realizar una consigna para un mantenimiento programado (para la tabla en la que se especifica cada seccionamiento)

Más adelante se describirá como abriendo los seccionamientos de cada circuito dejamos sin servicio a tan solo una parte de estos usuarios, trabajo ideal en los mantenimientos programados por la empresa en mira a aumentar la confiabilidad y la calidad de servicio para sus clientes.

3.1.1. Circuito BOTE1

Este circuito posee 5 seccionamientos sobre el eje principal y 5 fronteras eléctricas que se describen en la tabla 10. Luego de la recolección de datos y de realizar los recorridos de todos y cada uno de los circuitos observamos que hay ciertas falencias en la base de datos del sistema SPARD, pues algunos de los seccionamientos que se encontraron en terreno no se encuentran dibujados en el SPARD, esta situación se presenta en todos los circuitos, así que no es necesario nombrarlo más adelante; también se corrigen ciertas ubicaciones que estaban

erróneas y para ello se recoge la información de las direcciones exactas de las ubicaciones de los seccionamientos y fronteras. Con los puntos del GPS y por medio del programa MapSource se construye un plano de la ubicación de los seccionamientos y fronteras para cada circuito.

Adicionalmente para cada circuito se presenta una tabla con los sectores y clientes más destacados clasificados según el control del cual dependen, también desde el programa SPARD y como se explicara más adelante en los anexos, "Manual de SPARD", se extrae un archivo DXF para obtener un plano del recorrido que realiza cada circuito, en este caso el BOTE1. Figura 19.

El circuito BOTE1 es uno de los circuitos que presentan mayor carga:

TOTAL 113 TRAFOS TOTAL KVA= 12882,5

Información que se extrae del SPARD a través de una inspección por polígono. En esta consulta se debe tener en cuenta:

CODE = Código con el cual se conoce el transformador.

PHASE = Este número es la suma de las fases a las cuales se conecta el transformador.

A=1 B=2 C=4

FPARENT = Es el código del circuito que alimenta el transformador.

ELNODE = Estructura en media tensión asociada al transformador.

LVELNODE = Estructura en baja tensión asociada al circuito.

PHNODE = Nodo físico del transformador

TIPO RED = Indica si la red es subterránea o aérea.

3.1.2. Circuito BOTE2

Este circuito tiene 2 fronteras eléctricas y posee sobre el eje principal 7 seccionamientos, esta información se presenta en la tabla 12. Al igual que el circuito BOTE1, este circuito posee demasiada carga:

TOTAL 151 TRAFOS TOTAL KVA = 10342,50

3.1.3. Circuito BOTE3

Este circuito tan solo posee 1 seccionamiento sobre su eje principal para el cable subterráneo y una frontera eléctrica. El circuito BOTE3 tiene muy poca carga, su extensión es muy corta dentro del perímetro urbano, estos datos se presentan a continuación:

TOTAL 37 TRAFOS TOTAL KVA = 2827,50

Si se observa la carga en unidades de KVA, es muy evidente la diferencia con los 2 primeros circuitos, es casi la quinta parte. Esta característica hace que el circuito BOTE3 sea apto para recibir carga transferida de otros circuitos o en una eventualidad recibir todo un circuito completo. El único inconveniente radica en que solo posee una frontera con el circuito CENTRO3, pero más adelante se puede conocer el procedimiento para aprovechar al máximo las características de este circuito.

3.1.4. Circuito LAGO

Este circuito posee 3 seccionamientos sobres su eje principal y 2 fronteras eléctricas. Dos de los seccionamientos anteriormente nombrados son los encargados de aislar el tramo de cable subterráneo de la cra 2 con av. Tenerife, es necesario contar con seccionadores a lado y lado del cable de potencia debido a que en caso de falla y abriendo dichos controles quedara aislado el problema y libre de tensión para realizar los trabajos correctivos.

El circuito LAGO presenta las siguientes características de carga:

TOTAL 41 TRAFOS TOTAL KVA = 3187,5

3.2. Subestación NORTE

Esta subestación cuenta con un transformador de 34.5 a 13.8 KV marca Siemens con potencia de 10 a 12.5 MUVA. La figura 26, ilustra su funcionamiento. Esta subestación tiene conexión en el anillo a 34.5 KV de Neiva con las S/E EL BOTE y PLANTA DIESEL. La subestación posee 5 circuitos a nivel de 13.8 KV, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 17. Codificación circuitos – S/E NORTE

SUBESTACION	CIRCUITO	CODIGO	N. PADRE	COD. SIEC
NORTE	FERIAS	NOFP	1000027	2950
	GRANJAS	NOGP	1000028	2960
	INDUSTRIAL	NOIP	1000029	2970
	TERPEL	NOTP	1000031	2990
	VILLA OLIMPICA	NOVP	1000030	3000

El circuito FERIAS es muy extenso y su longitud alcanza varias veredas y centros poblados cercanos a la zona norte del casco urbano de la ciudad; por otro lado el circuito VILLA OLIMPICA, es el más corto entre todos los circuitos de Neiva y su carga de hecho es la más reducida. Más adelante se presenta un poco mas de

detalles de este circuito en particular.

3.2.1. Circuito TERPEL

Este circuito cuenta con 9 seccionamientos sobre su eje principal y 2 fronteras eléctricas, de las cuales de ellas es con un circuito rural, el circuito BOMBEO. La carga total del circuito está distribuida de la siguiente manera:

TOTAL 158 TRAFOS TOTAL KVA = 9500

3.2.2. Circuito INDUSTRIAL

Hasta el seccionador S00134, el circuito va en paralelo con el circuito GRANJAS de esta misma S/E; en este punto el circuito GRANJAS pasa de largo y el circuito INDUSTRIAL cruza la Av. 26 y sigue sobre la carrera 16. La carga de este circuito:

TOTAL 112 TRAFOS TOTAL KVA = 8547,5

3.2.3. Circuito GRANJAS

Este circuito cuenta con 1 frontera eléctrica y 6 seccionamientos sobre su eje principal, 2 de los cuales se encuentran en los extremos del cable de potencia subterráneo ubicado en la AV. 26 con cra. 16. La carga total de este circuito se describe a continuación:

TOTAL 89 TRAFOS TOTAL KVA=8430

3.2.4. Circuito FERIAS

La carga asociada a este circuito eléctrico es:

TOTAL 114 TRAFOS TOTAL KVA = 10130

3.2.5. Circuito VILLA OLIMPICA

No posee ningún seccionamiento sobre su eje principal, es el circuito más corto, solamente posee una frontera eléctrica con el circuito JARDIN, esta información se muestra en la tabla 27. La carga de este circuito se muestra a continuación:

TOTAL 5 TRAFOS TOTAL KVA = 315

3.3. Subestación PLANTA DIESEL

Esta subestación cuenta con un transformador de 34.5 a 13.8 KV marca ABB con una potencia de 10 – 12.5 MVA, es la subestación que mas años de servicio tiene, su localización central en el anillo a 34.5 KV la hace indispensable en la continuidad del mismo. La figura 37. ilustra la distribución de la S/E. Esta subestación cuenta con 5 circuitos eléctricos los cuales se presentan a continuación:

Tabla 28. Codificación de circuitos – S/E PLANTA DIESEL

SUBESTACION	CIRCUITO	CODIGO	N. PADRE	COD. SIEC
PLANTA DIESEL	CENTRO	PDCP	1000041	3070
	NORTE	PDNP	1000039	3080
	JARDIN	PDAP	JARDIN	
	RURAL	PDRP	1000040	3090
	SUR	PDSP	1000038	3100

3.3.1. Circuito NORTE

A continuación se presenta los transformadores asociados al circuito.

TOTAL 52 TRAFOS TOTAL KVA = 5052,5

3.3.2. Circuito CENTRO

Este circuito posee 2 seccionamientos sobre su eje principal, los cuales hacen parte de un tramo de línea subterránea, también posee 2 fronteras eléctricas, los detalles se encuentran en la tabla 32. La carga total del circuito aparece a continuación:

TOTAL 79 TRAFOS TOTAL KVA = 10645

3.3.3. Circuito SUR

Es uno de los circuitos más grandes y con mayor carga de la ciudad, más adelante se explicara el procedimiento que se debe llevar a cabo si se quiere transferir carga a este circuito y si la disponibilidad de fronteras eléctricas lo permite. Este circuito presenta la siguiente carga resumida:

TOTAL 116 TRAFOS TOTAL KVA = 8587,5

3.3.4. Circuito RURAL

La carga del circuito se presenta a continuación:

TOTAL 76 TRAFOS TOTAL KVA = 6132,5

3.3.5. Circuito JARDIN

Este circuito cuenta con 7 seccionamientos y 3 fronteras eléctricas, las cuales se muestran en la tabla 38. La información de los transformadores que pertenecen al circuito esta a continuación:

TOTAL 59 TRAFOS TOTAL KVA = 4742,5

3.4. Subestación CENTRO

Esta subestación aporta 3 circuitos eléctricos los cuales nacen a la salida de un transformador ABB de 34.5 a 13.8 KV con una potencia de 15 – 20 MUVA. Se encuentra localizada en el sótano del centro comercial los comuneros y alimenta todo el centro de la ciudad, de ahí su importancia pues mantiene la actividad comercial de Neiva. El diagrama de la subestación se muestra en la figura 48.

A continuación se encuentran los 3 circuitos eléctricos de esta subestación con sus respectivos códigos y nomenclaturas para su fácil identificación en los programas e informes de Electrohuila.

Tabla 40. Codificación circuitos – S/E CENTRO.

SUBESTACION	CIRCUITO	CODIGO	N. PADRE	COD. SIEC
CENTRO	CENTRO 1	CT1P	1000048	2800
	CENTRO 2	CT2P	1000049	2810
	CENTRO 3	CT3P	1000050	2830

3.4.1. Circuito CENTRO1

El total de transformadores que pertenecen al circuito:

TOTAL TRAFOS = 48 TOTAL KVA = 7367,5

3.4.2. Circuito CENTRO2

La información de la carga conectada al circuito:

TOTAL TRAFOS = 92 TOTAL KVA = 10192,5

3.4.3. Circuito CENTRO3

Este circuito posee un único seccionamiento y 4 fronteras eléctricas, lo cual aparece en detalle en la tabla 46. A continuación se tiene la carga total del circuito:

TOTAL TRAFOS = 93 TOTAL KVA = 9380

3.5. Subestación SUR

Como se menciona anteriormente esta S/E junto con la S/E EL BOTE son el corazón del anillo a 34.5 KV; posee un transformador de 115 a 34.5 KV marca ABB con una potencia de 30 - 40 MUVA. Después del barraje a 34.5 se encuentra el transformador marca ABB de 34.5 a 13.8 KV de potencia 10 – 12.5 MUVA, todos los detalles se encuentran en los diagramas de la subestación. Para dar una mejor comprensión y visualización se divide en dos partes:

115 – 34.5 KV

De la S/E SUR nacen 2 circuitos netamente rurales como lo son el circuito CERRO NEIVA y el TRANSMISORES, este último es de gran importancia, pues, en eventualidades de falla en la subestación de Rivera este circuito anilla a nivel de 34.5 KV dicha subestación. Como la finalidad del proyecto es analizar la red de media tensión y realizar un manual de operación para los circuitos eléctricos a 13.8 KV del casco urbano de la ciudad de Neiva, se excluyen los circuitos nombrados anteriormente.

34.5 – 13.8 KV

En la tabla siguiente se listan los circuitos pertenecientes a esta subestación con sus respectivos códigos representativos.

Tabla 47. Codificación circuitos SUR.

SUBESTACION	CIRCUITO	CODIGO	N. PADRE	COD. SIEC
SUR	ANDALUCIA	SUAP	1000056	3230
	BAVARIA	SUBP	1000052	3250
	CERRO NEIVA	SUCP	1000054	3260
	CANAIMA	SUKP	1000201	3275
	TRANSMISORES	SURP	1000055	3280
	SAN PEDRO	SUSP	1000051	3300
	TIMANCO	SUTP	1000053	3310

3.5.1. Circuito ANDALUCIA

Este circuito cuenta con 2 seccionamientos sobre los cuales se van a instalar reconectores y 2 fronteras eléctricas; los detalles se encuentran en la tabla 50. Los transformadores asociados al circuito:

TOTAL TRAFOS = 67 TOTAL KVA = 5577,5

3.5.2. Circuito TIMANCO

La carga en transformadores asociada al circuito:

TOTAL TRAFOS = 54 TOTAL KVA = 4897,5

3.5.3. Circuito CANAIMA

Posee 12 seccionamientos y 3 fronteras, las cuales aparecen ilustradas en la tabla 53. La carga de transformadores en KVA y en cantidad para el circuito es:

TOTAL TRAFOS = 146 TOTAL KVA = 10150

3.5.4. Circuito SAN PEDRO

A continuación se presenta la cantidad de transformadores que hacen parte del circuito:

TOTAL TRAFOS = 76 TOTAL KVA = 6692,5

3.6. Subestación ORIENTE

Cuenta con 4 circuitos eléctricos distribuidos en la parte oriental de la ciudad, de ahí su nombre.

Tabla 57. Codificación circuitos ORIENTE.

SUBESTACION	CIRCUITO	CODIGO	N. PADRE	COD. SIEC
ORIENTE	IPANEMA	ORIP	1000044	3020
	RIOJA	ORRP	1000045	3030
	TESORO	ORTP	1000220	8740
	VERGEL	ORVP	1000043	3040

La S/E ORIENTE cuenta con un transformador ABB de 34.5 a 13.8 KV con potencia de 10 – 12 MUVA. Tiene conexión a 34.5 con las S/E PLANTA DIESEL y SUR, además con la S/E del municipio de VEGALARGA. El circuito tesoro de esta S/E es el más reciente y por eso no aparece en la figura 65.

3.6.1. Circuito RIOJA

Este circuito tiene 13 seccionamientos distribuidos sobre su eje principal y tan solo cuenta con una frontera eléctrica, los detalles se muestran en la tabla 59. Los transformadores instalados en el circuito:

TOTAL TRAFOS = 161 TOTAL KVA = 9460

3.6.2. Circuito IPANEMA

El circuito posee 10 seccionamientos y 4 fronteras eléctricas, esta información aparece en la tabla 61. Este circuito tiene 115 transformadores con un total de KVA = 9267.5.

3.6.3. Circuito VERGEL

El circuito tiene asociado un total de 92 transformadores que suman 7397.5 KVA.

3.6.4. Circuito TESORO

Este circuito tiene asociado un total de 74 transformadores con una carga de 5152,5 KVA.

4. FRONTERAS ELECTRICAS

En las tablas 67 a 71, se muestran todas las fronteras eléctricas que existen en los circuitos a 13.8 KV del casco urbano de la ciudad de Neiva; estas tablas ayudan al trabajo de transferencias de cargas cuando el circuito o los circuitos así lo requieran.

Las tablas y graficas que se nombran en este capítulo y no aparecen en el Anexo 3, están disponibles en el manual final que se entrega a Electrohuila, no aparecen en este documento por la restricción de páginas.

CAPITULO 4

SIMULACION EN EL SISTEMA SPARD

En este trabajo se presenta una metodología de evaluación de confiabilidad, basada en la simulación del comportamiento real de una red de distribución de energía ante fallas que implican la operación de dispositivos de protección, la topología. Aprovechando las características de radialidad en la operación de la red, es posible identificar claramente los elementos que intervienen en la definición de los estados de un elemento en particular y alcanzar los niveles de disponibilidad de servicio en cualquier punto de la red que se desee.

1. FLUJO DE CARGA

Las herramientas de análisis tienen por objeto proporcionar una facilidad para realizar un análisis eléctrico de la red. Para el sistema operativo de supervisión de red en tiempo real, un flujo de carga sería una herramienta muy poderosa para analizar las corrientes en los tramos, pérdidas de potencia activa, pérdidas de potencia reactiva, voltajes en los nodos, centro de transformación con mas caída de tensión, entre otras. Esta información es muy valiosa antes de realizar cualquier acción, ya que, se podría observar por ejemplo, si se desea agregar carga a una línea de media por medio de una maniobra, si el conductor soporta el amperaje que transportaría con el exceso de carga. El objetivo de las simulaciones es poder realizar hipótesis sobre la red, de tal forma que se puedan analizar previamente las implicaciones que tendrían determinadas acciones.

El sistema **SPARD® mp Power** es un software gráfico que permite simular, analizar y optimizar un sistema eléctrico de potencia de una planta industrial o cualquier sistema de transmisión y distribución eléctrica, por medio de flujo de carga desbalanceada y balanceada, análisis de fallas, manejo de carga de transformadores y balance de pérdidas, potencia y energía, además contiene funciones de análisis básicos de flujos de carga y control con el fin de simular diferentes condiciones del sistema de potencia. Los flujos de carga son de gran utilidad en las incidencias programadas debió a que las maniobras serian más confiables ya que por el hecho de ser programados es donde se cuenta con más tiempo para analizar lo que se va hacer en campo.

2. RESULTADOS Y ANALISIS

Dentro del estudio del presente proyecto fue necesario correr flujos de carga de los circuitos para obtener corriente en los conductores de transferencia entre circuitos, los reportes que se obtienen con el SPARD son un poco extensos y para visualizarlos es necesario tener el programa instalado, a continuación se muestra una imagen que ilustra estos reportes:

Figura 74. Reporte de un flujo de carga – SPARD.

```

BALANCED LOAD FLOW :SPARD_NORTE1
Feeder : [1000023]
Date : 04/09/10
Time : 16:12:39

Parameters :
Power Factor      Load Factor      Loss Factor      Demand Factor
0.88              0.90              0.10              0.90

General Information:Total Power Sending : 7687.39 (kW)
Total Power Sending : 4160.14 (kVAr)
Number of Transformers : 103
Total kVA Installed : 9652.50 (kVA)
Load in Feeder : 7466.900000 (kW)
Load in Feeder : 4030.500000 (kVAr)
Energy Losses : 15875.600000 (kWh)
Power Loss : 220.490000 (kW)
Power Loss : 129.640000 (kVAr)
Max Voltage Drop : 5.270000 (%)
Max Regulation : 5.570000 (%)
Current in Feeder : 382.300000 (A)
Total Length : 11.667300 (km)
Max Length : 3.384100 (km)
    
```

Source	Nodes	Load	Phase	Length (m)	Conductor	Load In (%)	Load Node (kW)	Load Node (kVAr)	Load Thru Section (kW)	Load Thru Section (kVAr)	Current (Amp)	Reg (%)	Voltage (kV)
MVEL7041	MVEL6398	MVEL6398	ABC	21.90	2 ACSR	208.92	0.00	0.00	7686.46	4159.19	382.32	0.01	13.20
MVEL6398	MVEL6400	MVEL6400	ABC	41.00	2 ACSR	2.42	0.00	0.00	89.10	48.10	4.43	0.02	13.20
MVEL6398	MVEL5609	MVEL5609	ABC	22.50	2 ACSR	206.49	0.00	0.00	7596.42	4110.15	377.89	0.03	13.20
MVEL6398	MVEL7746	MVEL7746	ABC	1.00	2 ACSR	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.01	13.20
MVEL6400	MVEL6401	MVEL6401	ABC	5.60	2 ACSR	2.42	0.00	0.00	89.10	48.10	4.43	0.02	13.20
MVEL5609	MVEL5610	MVEL5610	ABC	61.20	1/0 ACSR	157.45	0.00	0.00	7577.65	4097.51	377.89	0.29	13.16
MVEL6401	MVEL7745	MVEL7745	ABC	2.00	4 ACSR	3.19	89.10	48.10	89.10	48.10	4.43	0.02	13.20
MVEL5610	MVEL5611	MVEL5611	ABC	30.20	1/0 ACSR	156.71	0.00	0.00	7532.88	4072.12	376.11	0.42	13.14
MVEL5610	MVEL7744	MVEL7744	ABC	1.00	2 ASC	0.96	0.00	0.00	35.60	19.20	1.77	0.29	13.16
MVEL5611	MVEL5613	MVEL5613	ABC	34.50	1/0 ACSR	156.71	0.00	0.00	7522.39	4065.05	376.11	0.57	13.13

Es muy importante recordar que los datos utilizados para simular el funcionamiento del circuito se tomaron de los datos arrojados por el sistema SCADA y los reportes diarios de operación y mantenimiento. Estos datos se utilizan para simular el comportamiento de un circuito en un día y hora específico, proceso que se describe en el MANUAL DE SIMULACION EN EL SISTEMA SPARD (documento que no se anexa por su extensión, pero está disponible).

Las lecturas diarias horarias de inyección de potencia en la cabecera de cada alimentador de la ciudad de Neiva tomadas de los diarios de operación de la división de operación y mantenimiento, fueron usadas para obtener una curva que modele el comportamiento diario de los circuitos, además de ilustrar perfectamente los picos de demanda máxima, ayuda a identificar la hora en la cual se debe simular un circuito eléctrico para tener las condiciones extremas y analizar los resultados. Las graficas se muestran en el Anexo 2. CURVAS REPRESENTATIVAS DE LOS CIRCUITOS.

Al realizar flujos de carga para los circuitos en sus topologías normales, no se encontró tramos de conductor que necesitaran de cambio, los calibres eran los adecuados y las simulaciones fueron exitosas. Cuando se realizaron algunos flujos de carga para las transferencias más usadas entre circuitos fronterizos, los datos de las simulaciones indican que es necesario el cambio de calibre en algunos tramos de circuito, esta información se presenta a continuación:

Los nuevos conductores a instalar suman un total de 29.1569 Km. (veintinueve Km. 157 m) distribuidos, por tipo de conductor, así:

Calibre	Longitud (Km.)
4/0	1,7847
3/0	5,3955
2/0	3,6363
1/0	2,1399
1AWG	3,8964
2AWG	6,6189
4AWG	5,6847
Total	29,1564

Los tramos donde se recomienda el cambio de conductor y su nuevo tipo se muestran en el Anexo 1. TRAMOS PARA CAMBIO DE CONDUCTOR.

CAPITULO 5

MANUAL DE OPERACION

Por la seguridad de los operarios, la confiabilidad y continuidad de los circuitos eléctricos, es necesario contar con un manual de operación para los circuitos a 13.8 KV que facilite las maniobras y plantee un procedimiento adecuado para llevarlas a cabo.

1. INTRODUCCION

Existen variedad de fallas que se presentan en los circuitos del área urbana de la ciudad de Neiva y dependiendo de cada caso a si mismo será el procedimiento que se llevara a cabo para solucionar dicho inconveniente.

Cuando ocurre una falla inesperada y el circuito se salta se procede a realizar el cierre del circuito, pues en muchas ocasiones un corto o un contacto instantáneo produce la falla sin que se presente un verdadero problema, si el cierre es rechazado, indica que el problema aun persiste y el procedimiento a seguir es el método de ensayo y error hasta encontrar el tramo de red con problemas; si se desconoce completamente el sector de la falla se procede a seccionar el circuito procurando hacerlo a la mitad de la carga o seccionando la parte del circuito que según los indicadores de calidad son más propensos a falla; si ahora teniendo la mitad de la carga del circuito se realiza un cierre en la subestación y el circuito acepta el cierre, se puede concluir que la falla se presenta en la otra mitad del circuito, luego realizamos el mismo procedimiento hasta encontrar el tramo de falla más corto que podamos aislar para dejar la menor cantidad de usuarios posibles sin servicio. De forma similar si en el primer cierre el circuito no entra en operación se entiende que la falla está en la mitad del circuito que queda más cerca de la subestación, nuevamente se realiza el método de ensayo de error hasta obtener la ubicación del problema.

Como se observa en la segunda parte del procedimiento, es mayor la cantidad de usuarios que quedarían sin servicio debido a la cercanía de la falla a la S/E, en casos como estos es donde entra en funcionamiento la transferencia de carga entre circuitos eléctricos. Más adelante se ilustran las posibles transferencias que se pueden realizar en los circuitos que componen el casco urbano de la ciudad de Neiva con las topologías actuales.

También existe la posibilidad de que al presentarse una falla los usuarios afectados indiquen la zona o lugar preciso del acontecimiento, contribuyendo enormemente a minimizar los tiempos de restablecimiento del servicio; en este caso basta con ubicar un control o seccionamiento que aislé la falla, abrirlo, dar servicio al resto del circuito y reparar el daño.

2. CRITERIOS BÁSICOS PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HUILA – SEH, SEGÚN ELECTROHUILA:

Las consignas operativas para los mantenimientos programados de subestaciones, líneas de transmisión, subtransmisión y redes de distribución, deberán ser reportados a la División de Operación y Mantenimiento mínimo con cinco días hábiles de anticipación para Subestaciones atendidas y tres días hábiles de anticipación para Subestaciones No atendidas, mediante el software SLC (Sistema Local de Consignaciones), indicando en forma explícita los requerimientos de las desconexiones necesarias, el grupo responsable, fecha y período durante el cual será realizado el mantenimiento.

Toda desconexión programada deberá ser anunciada a la comunidad como lo exige el código de distribución resolución CREG 070/98 mediante el correspondiente comunicado de prensa, elaborado y divulgado por la división que programe las actividades de mantenimiento preventivo y/o correctivo; adicionalmente, el comunicado de prensa con su respectivo recibido de los diferentes medios de comunicación, deben estar en la división operación y mantenimiento 48 ó 72 horas antes de la ejecución del respectivo mantenimiento, según el caso. Dos copias de este comunicado deberán ser allegadas a la División Operación y Mantenimiento adjunto al formato de solicitud de consignación de equipos, quien confirmará con anticipación a la ejecución del mantenimiento la aprobación o rechazo de la correspondiente solicitud.

El personal de operación **NO** consignará circuitos, líneas, equipos, instalaciones o partes de ella, respectivo a los cuales no se tenga información de mantenimiento programado. Salvo en caso de emergencia que establezcan situaciones de peligro.

Los Jefes de Zona están autorizados para ordenar la apertura no programada de circuitos a 13.8 KV en su jurisdicción hasta por **Media Hora**, solamente bajo condiciones de **Emergencia**, de lo cual se deberá entregar un informe posterior a la División Operación y Mantenimiento a más tardar el día siguiente de ocurrido el evento; no obstante, la maniobra correspondiente antes de ser ejecutada deberá ser reportada por el ingeniero responsable al Centro de Control.

El operador deberá acatar las consignas operativas y está obligado a comunicarlas a su relevo en el cambio de turno así como a dejarlas registradas en el libro (bitácora) de la Subestación o Planta.

El operador no está facultado para decidir sobre la apertura de ninguna línea o circuito a solicitud de los móviles de turno o auxiliares electricistas de los municipios en las diferentes zonas, **excepto que haya circunstancias que comprometan la integridad de personas y/o equipos o en el caso que sean solicitadas dentro del proceso de revisión ante falla de un circuito.**

El operador deberá solicitar las aclaraciones que considere necesarias, respectivo a la apertura o cierre de circuitos o líneas al ingeniero responsable de la zona y/o a la División Operación y Mantenimiento, con el fin de evitar maniobras equivocadas por errores de interpretación.

Los fines de semana y días festivos las maniobras que se ejecuten en el sistema, necesariamente deberán ser ordenadas por el ingeniero de turno en cada zona.

Diariamente a las 24:00 horas el operador del Centro de Control confirmará vía radio a todas las subestaciones la hora exacta, con el fin de tener la misma referencia horaria en la operación del Sistema.

Las radiofrecuencias dedicadas para comunicación en la operación del sistema deberán ser utilizadas exclusivamente para tal fin, por el personal autorizado. La utilización de este medio para transmitir mensajes personales es restringida; salvo situaciones de Fuerza Mayor o contingencia que lo ameriten.

3. SEGURIDAD

Es muy importante tener en cuenta que según el RETIE, en el momento de realizar una apertura o cierre de un seccionador el circuito debe estar desenergizado, para evitar los sobreimpulsos de corriente y los arcos eléctricos que se puedan producir, (*“Se prohíbe la apertura de cortacircuitos con carga, salvo que se emplee un equipo que extinga el arco, de acuerdo al artículo 38, numeral 38.1 del reglamento técnico de instalaciones eléctricas, RETIE.”*)

A continuación se presentan las recomendaciones básicas de seguridad a tener en cuenta en la operación de los circuitos eléctricos:

1. Replanteo del trabajo a realizar.
2. Delimitar el sitio de trabajo, por seguridad con el tránsito vehicular y peatonal.
3. Hacer maniobras para abrir los circuitos que energizan la zona de trabajo y cumplir con las distancias mínimas a otros circuitos.
4. Desconectar derivaciones de M.T. y Transformadores.
5. Probar Ausencia de Tensión.
6. Colocar puesta a Tierra.

En referencia en este punto, si el circuito se abre desde la subestación, el centro de control es el encargado de aterrizar el circuito, si por el contrario solo se abre un tramo del circuito, la cuadrilla que realiza la operación debe aterrizarlo.

7. Condenar circuito.
8. Retirar puesta a Tierra Culminado el trabajo; primero las grapas luego las varillas y guardarlas previa limpieza.

9. Hacer maniobras para energizar (Confirmando el retiro del personal de la red)
10. Confirmar restablecimiento del servicio

NORMAS

1. Probar el poste antes de subir y tener en cuenta normas sobre escalamiento de postes y manipulación de objetos en altura.
2. La línea de tierra debe ser continua, sin empalmes y asegurada al poste con cinta bandit de $\frac{3}{4}$ ".
3. Verificar el buen estado de los elementos de trabajo personal y colectivo.
4. Utilizar reglas de Oro,

Al trabajar en línea muerta, es decir, sobre circuitos desenergizados se deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Probar la ausencia de tensión.
- b. Siempre se debe conectar a tierra y en cortocircuito como requisito previo a la iniciación del trabajo.
- c. En tanto no estén efectivamente puestos a tierra, todos los conductores o partes del circuito se consideran como si estuvieran energizados a su tensión nominal.
- d. Los equipos de puesta a tierra se deben manejar con pértigas aisladas, conservando las distancias de seguridad respecto a los conductores, en tanto no se complete la instalación.
- e. Para su instalación, el equipo se conecta primero a tierra y después a los conductores que van a ser puestos a tierra, para su desconexión se procede a la inversa.
- f. Los conectores se deben colocar firmemente, evitando que puedan desprenderse o aflojarse durante el desarrollo del trabajo.
- g. Los equipos de puesta a tierra se conectarán a todos los conductores, equipos o puntos que puedan adquirir potencial durante el trabajo.
- h. Cuando la estructura o apoyo tenga su propia puesta a tierra, se conecta a ésta. Cuando vaya a "abrirse" un conductor o circuito, se colocarán tierras en ambos lados.
- i. Cuando dos o más trabajadores o cuadrillas laboren en lugares distintos de las mismas líneas o equipo, serán responsables de la colocación y retiro de los equipos de puesta a tierra en sus lugares de trabajo correspondientes.
- j. En general, siempre que se trabaje en líneas desenergizadas o líneas sin tensión, se deben cumplir las siguientes "reglas de oro":
 - Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.
 - Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando "No energizar" o "prohibido maniobrar" y retirar los portafusibles de los cortacircuitos.

- Se llama “condenación o bloqueo” de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.
- Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.
- Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.
- Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

En general, en casos donde la apertura de los controles de un circuito se requiera para realizar un mantenimiento preventivo, correctivo o para llevar a cabo una consigna se debe proceder de la forma anteriormente descrita con pequeñas variaciones.

4. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS PARA LA ATENCIÓN DE FALLAS

Cuando se detecte un evento en una Subestación (pérdida de tensión, oscilaciones de tensión o aperturas de interruptores), Centro de Control informa de inmediato y en forma breve, manifestando que se debe revisar; el operador de turno informa a su vez al ingeniero responsable de la zona manifestando que se procede a revisar. En este caso no esperar confirmación de recibo de la información.

Establecer el nombre del (los) interruptor (es) que se abrió (eron) por protecciones, verificar el estado del (los) breaker (s) de corriente continua, tomar nota de los relés de protección que operaron, nivel de tensión, nivel de corriente por fase y por neutro, hora y registrar ésta información en las planillas destinadas para tal fin y bitácora.

El Centro de Control realiza el reset de alarmas en el Sistema SCADA y restablece los relés que operaron. Verificar si otros interruptores modificaron su condición y constatar cualquier señalización. En caso de estar comprometidos otros circuitos y simultáneamente presentarse variaciones de tensión, ruidos extraños, explosiones, destellos en celdas o equipos de patio, no realizar ensayo de cierre y entregar en consignación el circuito al encargado de la zona.

Si no se dieron condiciones como las descritas en el párrafo anterior ni hubo reportes de daños en el circuito, realizar un intento de cierre al interruptor desde el Sistema SCADA del Centro de Control, si se trata de una subestación

automatizada (Anillo Neiva), si es un circuito de una subestación no automatizada, realizar el intento de cierre al minuto e informar al Centro de Control sobre el evento ocurrido y el resultado de la maniobra (cierre exitoso o rechazo). Si el circuito que presentó la falla cierra normal, queda normalizada la Subestación.

Si el cierre del interruptor resulta fallido, nuevamente se toma nota de los relés de protección que operaron, nivel de tensión, corrientes de falla de fase y de neutro, hora y registrar esta información en las planillas destinadas para tal fin y bitácora.

El Centro de Control realiza el reset de alarmas en el Sistema SCADA y restablece los relés que operaron. No se hacen más ensayos y dependiendo de la hora, se procede a entregar en consignación el circuito, así:

De las 07:00 a las 21:00 horas: Al ingeniero responsable de la zona quien en ese momento decidirá si se realiza un nuevo ensayo o designará un responsable para la revisión, finalmente éste coordinará las respectivas maniobras con el Centro de Control.

De las 21:00 a las 07:00 horas: Al móvil de turno quien coordinará las respectivas maniobras con el Centro de Control de acuerdo con los procedimientos establecidos para cada circuito.

Al revisar el circuito, el personal que va a trabajar sobre la línea, debe confirmar al Centro de Control su respectiva localización.

Cuando se solicite, se debe realizar corte visible; esto es, extraer el interruptor de su celda y aterrizar la línea en la respectiva Subestación, si es posible.

Toda acción de la revisión debe ser consignada en las planillas destinadas para tal fin y en la bitácora, registrando el móvil que está haciendo la labor, los puntos de revisión, que anomalía encuentra y que acción ejecuta para despejar la anomalía antes de solicitar ensayo; si se encontró el daño, especificar de qué se trata y el sitio exacto.

En caso de requerir ensayos de cierre del circuito, el responsable de la revisión informará al Centro de Control la acción realizada sobre el circuito de acuerdo con los procedimientos de revisión y coordinará el ensayo con el Centro de Control y éste a su vez con la Subestación respectiva.

Una vez detectada y corregida la falla sobre el circuito, el responsable de la revisión devuelve la consignación y entrega el circuito al Centro de Control; informando sobre el tipo de daño, ubicación y condiciones en las que queda el circuito. Una vez normalizado el circuito, se registra todo el evento en la bitácora de la Subestación correspondiente y los datos en las planillas destinadas para tal fin.

4.1. Apertura de un circuito 13.8 KV para mantenimiento programado o forzado

Si es el caso de un mantenimiento programado, Centro de Control verificara con la respectiva subestación, el cumplimiento de las condiciones de la CONSIGNA OPERATIVA para la iniciación de maniobras. Si se debe a un mantenimiento forzado, coordinará con el ingeniero encargado de cada zona para la ejecución de las maniobras. Centro de Control hará la apertura del circuito a intervenir.

Se realizara corte visible del circuito y en las subestaciones donde sea posible se instalara puesta a tierra, siempre y cuando las condiciones topológicas lo permitan.

Se entregara en consigna el circuito a la persona responsable del mantenimiento, manifestándole las cinco reglas de oro para labores en electricidad.

Cuando el personal responsable del mantenimiento confirme estar fuera de línea, entregará la consignación de la línea a Centro de Control, que luego de confirmado que el personal se encuentra fuera de línea restablece el circuito, quitando tierra (si fue posible), insertando el interruptor a posición de servicio y procede a realizar ensayo de cierre.

Se tomaran los datos de corriente, tensión, potencia y factor de potencia del circuito y se reportaran a Centro de Control, con la respectiva hora de cierre.

4.2. PROCEDIMIENTOS SUBESTACIÓN EL BOTE

4.2.1. *Falla del Circuito 13.8 KV BOTE1*

Verificar si también existió disparo del circuito Bote - Planta Diesel 34.5 KV. Si es así, enviar a revisar la línea desde el Bote hasta el barrio Sevilla

Si no se da lo anterior, abrir el control **S00048** y realizar ensayo. Si el circuito entra, proceder a cerrar estos controles. Si el circuito nuevamente se salta proceder a dejarlos abiertos y cerrar nuevamente el circuito. Procederá revisar desde estos controles hasta el barrio Campo Núñez.

Si en el primer intento el circuito no cierra, se debe abrir el control **S00029** y realizar un nuevo ensayo para descartar daño desde la S/E. De no ser así realizar pruebas para descartar falla en el tramo de cable subterráneo operando los controles **S00033** y **S00035**.

Cerrar nuevamente los controles cuando se haya corregido la anomalía.

4.2.2. Falla del Circuito 13.8 KV BOTE2

Revisar los controles del apoyo **M005732** en la Bomba el Triangulo, si están normales, proceder a abrir estos controles, así como, los de los moteles y las marmolerías. Proceder a realizar un ensayo.

Si el circuito no entra, revisar este eje principal hasta encontrar y despejar el fallo mirando también las acometidas particulares.

Si el circuito cierra exitosamente, cerrar los controles anteriores y abrir el control **S00146**, cerrar nuevamente el circuito, si no entra revisar el tramo entre la bomba el triangulo y este control.

Si el cierre es exitoso, proceder a dejar este control cerrado y abrir **S00152**, **S00157** y **S00086**, los dos controles de la calle 34 con carrera 1 y el control de la carrera 1 con calle 45.

Proceder a realizar un nuevo ensayo, si el circuito entra, cerrar cada uno de estos controles para determinar el ramal con falla.

Si el circuito no entra, dejarlo abierto y proceder a revisar la línea entre el control **S00146** hasta la frontera con el circuito BOTE1.

Energizar luego de solucionar la falla.

4.2.3. Falla del Circuito 13.8 KV BOTE3

Se debe abrir **M005440** control del cable subterráneo y realizar una prueba del circuito, si el circuito entra, dejar abierto y revisar el circuito después de este seccionamiento. Si el cierre del circuito falla, debemos revisar del control hacia la subestación.

Es necesario que se instale un cortacircuitos en el afloro del cable subterráneo en **M004105** debido a que si se presenta una falla en el cable de potencia se pueda aislar este tramo por completo y alimentar una parte del circuito con la S/E y la otra parte con una transferencia de carga con el circuito CENTRO3.

4.2.4. Falla del Circuito 13.8 KV LAGO

Abrir **S00156** y **S00483-S00479**, realizar un ensayo, si el circuito entra, cerrar uno a uno los seccionadores para ubicar la falla, en el tramo del cable subterráneo cerrarlos en orden como se nombraron y descartar daño en el cable de potencia.

Si el cierre falla, dejar abiertos los controles y revisar desde la subestación. Una vez se dé solución al problema dejar el circuito en su topología normal.

4.3. PROCEDIMIENTOS SUBESTACIÓN NORTE

4.3.1. *Falla del Circuito 13.8 KV TERPEL*

Abrir **S00279** y **S00278** y realizar ensayo, si entra el circuito dejar abierto cerrar **S00278** para descartar o no falla en este tramo, si no es así revisar la parte rural del mismo, de lo contrario cerrar controles y ahora abrir el **S00277**.

Si al realizar nuevo cierre del circuito resulta exitoso, cerramos los controles y abrimos en **M004597** y el **S00273** realizamos nuevos ensayos y vamos cerrando cada uno de estos seccionadores para ubicar el sector con falla.

Si no resulta el cierre realizar pruebas al cable de potencia subterráneo por medio de **S00577** y **S00578**. Si la falla persiste, abrir **S00577** y revisar los tramos de línea hasta los controles adyacentes

No cerrar hasta solucionar el problema sobre el circuito.

4.3.2. *Falla del Circuito 13.8 KV FERIAS*

Verificar que no haya existido disparo simultáneo del alimentador Fortalecillas 34.5 KV. Proceder a abrir controles en **M004488**, **S00096**, **S00098**, **M004475** y **S00087**. Si el circuito entra proceder a realizar el cierre de estos controles uno a uno para determinar el ramal fallado.

Si el circuito no entra proceder a abrir los controles de **S00090** y **S00101** y realizar nuevo ensayo. Si el circuito entra revisar estos ramales y cerrar cuando se despeje el fallo.

Si el circuito no entro proceder a revisar la línea principal y no cerrar hasta despejar el fallo. En el eje principal podemos hacer apertura en **S00100**.

4.3.3. *Falla del Circuito 13.8 KV INDUSTRIAL*

Abrir en **S00452** para descartar un fallo en este trayecto, si el circuito no entra, dejamos abierto y revisamos este tramo; es necesario instalar cortacircuitos para los tramos de cable subterráneo tanto como el que llega como el que sale para poder aislar la falla en caso de que se presente en ellos.

Si el circuito entra, es necesario realizar apertura en **S00209**, **S00202**, **S00203** y **S00189**, para realizar un ensayo, si el circuito entra, cerrar uno a uno los seccionadores hasta encontrar el sector de falla, antes de cerrar **S00203**, es necesario cerrar **S00202**.

Si el cierre del circuito falla, debemos revisar el eje principal del circuito y no cerrar hasta encontrar el problema.

La topología de este circuito no nos permite aislarlo en proporciones de carga adecuada, para ello se propone realizar unas pequeñas modificaciones: Primero colocar un reconectador normalmente abierto en la carrera 20 entre álamos norte y el barrio prado norte, con el fin de abrir el circuito en este tramo. En segundo lugar colocar un seccionamiento o un reconectador normalmente cerrado en la entrada del circuito por la parte del barrio los andes sobre la carrera 16 para independizar el circuito del control **S00452**.

Finalmente unir los tramos del circuito que van al encuentro entre los barrios gualanday y los andes a la altura de villa milena por la carrera 17. Con estas modificaciones creamos un tramo de circuito con una cantidad de carga considerable. Además se debe agregar un control en la entrada de la calle 50 por la carrera 16 con el mismo fin de las modificaciones anteriores.

4.3.4. Falla del Circuito 13.8 KV GRANJAS

Proceder a abrir los controles **S00370** donde aislamos un 40% de la carga, realizar un ensayo al circuito, si el ensayo fracasa, desconectar las acometidas particulares y revisar el eje principal hasta encontrar el daño.

Si el circuito entra luego del ensayo, es necesario abrir los ramales en **S00138** y **S00139** para realizar un nuevo ensayo, si luego de este, el circuito cierra con normalidad, cerramos cada circuito por separado para encontrar el daño.

Si no hay éxito en el cierre, dejamos los ramales abiertos y revisamos el eje principal del circuito, no cerrar hasta despejar la falla.

Es muy importante tener en cuenta en este circuito el procurar mantener con servicio la sede de la cruz roja colombiana, para ello hacer uso de las transferencias de carga. (Ver el siguiente numeral de transferencias de carga)

4.3.5. Falla del Circuito 13.8 KV Villa OLÍMPICA

Realizar apertura en las acometidas y proceder con un ensayo, si el circuito entra, revisar las acometidas para determinar el lugar de la falla, de lo contrario revisar el principal del circuito y no cerrar hasta que se despeje la falla.

4.4. PROCEDIMIENTOS SUBESTACIÓN PLANTA DIESEL

4.4.1. *Falla del Circuito 13.8 KV NORTE*

Si el circuito no entra abrir bucles en **S05570** y realizar un ensayo, proceder a revisar el ramal que va hasta el parque del amor y la amistad. Luego de despejar la falla, abrir nuevamente para cerrar bucles. Si no entra, cerrar estos controles y abrir en el lugar donde se va a instalar el reconectador **S00344-S00345**, si el circuito cierra normalmente, revisar este ramal.

Si el circuito no cierra, proceder a cerrarlos y revisar todo el eje principal del circuito. Cerrar luego de despejar la falla.

4.4.2. *Falla del Circuito 13.8 KV CENTRO*

Abrir el tramo de cable subterráneo en **S00179-S00180**, y realizar un ensayo, si el circuito cierra normalmente, revisar la parte que queda aislada tras la apertura; si es necesario, desconectar las acometidas particulares inspeccionar el circuito e ir conectando una a una las acometidas hasta encontrar la falla.

Si no se produce cierre exitoso del circuito, es necesario inspeccionar el mismo hacia atrás hasta llegar a la subestación, después de hallar el inconveniente, solucionarlo y volver el circuito a su topología normal.

Existe la posibilidad que el daño se dé en el cable subterráneo, para ello es necesario valerse de los seccionamientos en los extremos del cable de potencia para aislarlo.

4.4.3. *Falla del Circuito 13.8 KV SUR*

Si el circuito no cierra abrir controles **M000554** y proceder a realizar un ensayo. Si el circuito entra proceder a abrir el seccionamiento **S00130** y energizar nuevamente, si el circuito vuelve a aceptar el cierre lo último que se puede mirar por este sector es abrir el ramal en **S0012**, si el circuito entra, revisar este ramal, si definitivamente el daño no es en este sector, revisar el tramo que aísla el **M000554** hacia la frontera con el circuito ANDALUCIA.

Si definitivamente el daño no se presenta en este lado del circuito, es necesario cerrar todos los controles que se hayan abierto y ahora realizar apertura en **S00117**, **S05905** y **S00119**, para realizar un nuevo ensayo.

Si se produce cierre del circuito, cerrar **S00119**, luego **S05905**, hasta encontrar el daño; si luego de estas maniobras no se da cierre del circuito, cerrar los seccionadores y revisar hacia atrás el eje principal del circuito hasta encontrar la subestación. No energizar hasta encontrar la falla y repararla.

4.4.4. Falla del Circuito 13.8 KV RURAL

Si el circuito no cierra proceder a abrir los controles del parque de los Periodistas **S00104** y realizar un ensayo. Si el circuito entra revisar el ramal con falla y no cerrar hasta que se despeje la falla.

Si el circuito no entra volver a cerrar estos controles y proceder a revisar el resto del circuito y no cerrar hasta despejar el daño.

4.4.5. Falla del circuito 13.8 KV JARDIN

Realizar apertura en **S00068**, proceder con un ensayo, si el circuito entra, abrir también **S00077**, **S00162**, **S00159** y **S00160**, volver a ensayar el circuito, si el circuito entra, cerrar uno a uno los seccionadores hasta encontrar el que aísla el sector con falla para proceder a solucionar el inconveniente; si por el contrario al ejecutar el cierre no es exitoso, revisar el circuito desde la subestación hasta el **S00068** y el **S00290**.

Si la falla persiste, abrir el control **S00290** y realizar un ensayo, si el cierre es exitoso, revisar esta cola del circuito y no energizar hasta dar solución al inconveniente.

4.5. PROCEDIMIENTOS SUBESTACION CENTRO

4.5.1. Falla del circuito 13.8 KV CENTRO1

Por la topología del circuito ante cualquier eventualidad es necesario revisar todo el circuito, lo único que se puede hacer es desconectar las acometidas particulares y realizar un ensayo, si se tiene éxito, revisar y cerrar cada una de las acometidas hasta encontrar la falla, si no, recorrer el eje principal del circuito, no energizar hasta encontrar la falla y solucionarla.

Sería indispensable instalar un seccionamiento o un reconectador sobre el eje principal de este circuito, este trabajo se podría realizar en la carrera 4 con calle 9.

4.5.2. *Falla del circuito 13.8 KV CENTRO2*

Ante un rechazo de cierre por parte del circuito, se puede abrir los controles **S00103**, y el control de la catedral **S00457-458-459** para realizar un ensayo.

Si el cierre falla, revisar de estos controles hacia la subestación hasta encontrar la falla.

Si el circuito cierra exitosamente, cerrar el **S00103** y realizar un nuevo ensayo, si el circuito no entra revisar este ramal; si el cierre es aceptado, cerrar los controles en la catedral y no energizar hasta encontrar y reparar la falla.

En este circuito como en todos los que tengan tramos de red subterráneos, cabe la posibilidad que la falla se presente sobre el cable de potencia, para ello es necesario aislarlo con el control de la catedral y el afloro en **S00471**.

4.5.3. *Falla del circuito 13.8 KV CENTRO3*

Como este circuito solo tiene un seccionamiento, se realiza apertura en **S00056** y se pide un ensayo, si el circuito entra, se debe revisar este ramal hasta ubicar la falla, de lo contrario es necesario revisar casi todo el circuito excepto el sector que en un principio se le realizó la prueba.

4.6. PROCEDIMIENTOS SUBESTACIÓN SUR

4.6.1. *Falla del Circuito 13.8 KV ANDALUCIA*

Se debe realizar apertura en el reconectador que se va a colocar con placas **S05327-S05328** y pedir una prueba al circuito, si se da el cierre, revisar de ahí en adelante y no energizar hasta aislar y reparar la falla. Si el cierre fracasa, es necesario revisar el circuito desde la subestación hasta el reconectador para encontrar el daño.

El reconectador de molinos roa **S00011-S00012** cumple 2 funciones principales: se utiliza en caso de una falla desde la subestación, para poder realizar una transferencia total del circuito o para proteger la subestación si se presenta una falla sobre el circuito.

4.6.2. *Falla del Circuito 13.8 KV TIMANCO*

Abrir los controles **S00131** y el próximo reconectador **S05274-S05275**, realizar una prueba, si el circuito acepta el cierre, proceder a cerrar el primer seccionamiento

para verificar que la falla no está en este sector, si acepta el cierre, se debe realizar nuevo cierre en el reconectador y volver a pedir un ensayo, si el circuito no entra, revisar la parte del circuito que queda sin servicio al operar cada elemento descrito anteriormente.

Si al realizar las maniobras anteriormente descritas, no se obtiene un cierre exitoso, se debe revisar el circuito desde la subestación. Para no dejar sin servicio a casi el 80% del circuito que aísla el próximo reconectador, es necesario transferir carga a otro circuito, maniobra que se describe en el siguiente numeral.

4.6.3. Falla del Circuito 13.8 KV CANAIMA

Primero se debe realizar apertura en **S00054** y **S00000**, después proceder con un ensayo sobre el circuito, si el circuito entra, se debe realizar pruebas a cada parte del circuito y de forma separada: primero por el lado del **S00000**, abrir los controles adyacentes a él, como el **S00060** y el **S05508** para realizar pruebas sobre ellos y establecer si en este sector se encuentra la falla. En segundo lugar abrir **S00063**, **S00064** y **S00468-S00469** que se encuentran en la región que aísla el **S00054**, realizar un ensayo sobre el circuito, si el circuito entra, ir cerrando uno a uno los controles o reconectores hasta establecer el ramal con falla, no alimentar hasta encontrar la falla y repararla.

Si luego de estas maniobras el circuito aun rechaza el cierre, cerrar nuevamente cualquier control que se haya abierto para continuar la inspección.

Abrir los ramales en **S00052** y **S05507**, realizar una nueva prueba desde la S/E, si el circuito entra, maniobrar estos controles hasta ubicar la falla, de lo contrario si aún persiste el problema, revisar el eje principal desde el reconectador proyectado en **S00051** y el proyectado en **S00054**, antes de esta última maniobra haber cerrado el resto de controles y únicamente realizar apertura en **S00051**.

La última acción a realizar es revisar el eje principal del circuito desde la subestación hasta el **S00051** que en este caso debe permanecer abierto por si se transfiere carga de este circuito y se busca otra fuente de alimentación. No realizar nuevo cierre desde la S/E al circuito si no se ha ubicado y solucionado la falla.

4.6.4. Falla del Circuito 13.8 KV SAN PEDRO

Como solo posee un seccionamiento (próximamente un reconectador) sobre el eje principal, es necesario abrir **S00478-S00479** para realizar un ensayo al circuito, si el cierre es exitoso, revisar la parte final del recorrido del circuito hasta encontrar el punto con falla y solucionarlo.

Si no se concreta el cierre del circuito, es necesario cerrar de nuevo el control y revisar el circuito de ahí hacia la subestación, si es necesario, desconectar las acometidas particulares y realizar pruebas para ubicar la falla.

No volver el circuito a su normal funcionamiento hasta ubicar y solucionar la falla.

4.7. PROCEDIMIENTOS SUBESTACIÓN ORIENTE

4.7.1. *Falla del Circuito 13.8 KV RIOJA*

Si el circuito presenta inconvenientes en un cierre normal desde la S/E abrir controles **S00460-S00461** y proceder a realizar un ensayo. Si el circuito cierra, abrir **S00169, S00082, S00081, S00080, S00016-S00017, S00172 y S00079**, realizar un nuevo ensayo sobre el circuito, si el circuito acepta el cierre, cerrar uno a uno los controles hasta ubicar el ramal con falla, para ello tener en cuenta cerrar primero los controles que estén en los extremos. Si luego del segundo ensayo el circuito falla en el cierre, es necesario recorrer el eje principal desde el reconectador **S00460-S00461** hasta los puntos de apertura.

Si tras realizar las maniobras anteriores no se obtiene un cierre del circuito, proceder a dejar el circuito con todos los controles cerrados y ahora realizar apertura en **S00078, S00174 y M003383**, realizar de nuevo un ensayo, si el ensayo es exitoso, realizar cierre de cada uno de los seccionadores que se abrieron para determinar el tramo de línea con falla.

Si en este procedimiento no se ha detectado el problema, es necesario cerrar los controles anteriores y realizar una apertura de seccionadores en el punto **S00476-S00477** para revisar el eje principal del circuito hasta el punto de la primera apertura en **S00460-S00461**. No restablecer el servicio hasta no solucionar la falla.

4.7.2. *Falla del Circuito 13.8 KV IPANEMA*

Abrir los controles **S00354, S00350** y proceder a realizar un ensayo. Si el circuito cierra, proceder a cerrar cada uno de estos controles para determinar cuál es ramal fallado y proceder a su revisión. No cerrar hasta despejar el fallo.

Por el lado del **S00354**, se puede aislar una cola del circuito en **S00355**, para descartar una falla en este tramo, si al realizar un ensayo el circuito vuelve a rechazar, definitivamente se debe mirar todo el circuito en este sector.

Ahora en la parte seccionada por el **S00350**, cerramos este control y se procede a abrir en los puntos **S05283-S05284 y S05285-S05286** para realizar una nueva prueba de cierre del circuito. Si el circuito no entra, se hace necesario revisar el

eje principal de este sector; si el circuito acepta el cierre, es necesario realizar pruebas y aperturas de los demás seccionadores que quedaron aislados por los 2 controles anteriores. En el primero encontramos **S05243** y el **S00352**; para el segundo están **S00110** y **S05249**.

No realizar cierre del circuito hasta aislar completamente la falla.

4.7.3. Falla del Circuito 13.8 KV VERGEL

Realizar apertura en los controles **S00071**, **S00074** y proceder a realizar un ensayo. Si el circuito cierra normal, cerrar estos ramales para detectar el circuito fallado.

Si el circuito no entra proceder a abrir en **S00070** y realizar una prueba de cierre, dependiendo del resultado inspeccionar la parte del circuito que este generando el inconveniente y cerrar hasta que se despeje el fallo.

4.7.4. Falla del Circuito 13.8 KV TESORO

En la parte urbana del circuito, abrir los controles **S03049**, **S05552** y **S05541**, luego realizar un ensayo al circuito. Si el circuito cierra normalmente, cerrar uno a uno los seccionadores hasta determinar el ramal afectado; de lo contrario revisar el eje principal del circuito hasta el punto de encuentro con estos controles.

En la parte rural se puede realizar apertura en **S00349** y **S00312**, pedir un ensayo, si se acepta el cierre por parte del circuito, identificar cuál de estos trayectos es el que presenta el inconveniente.

Si no se tiene éxito al realizar cierre del circuito, maniobrar los controles del eje principal hasta aislar el sector de falla para dar solución al problema y restablecer nuevamente el servicio. Los controles del eje principal son respectivamente en su orden de alejamiento **S00345** y **S00338**, siendo este último el más alejado de la S/E.

5. TRANSFERENCIA DE CARGA EN 13.8 KVA

Para realizar las transferencias de carga es necesario tener en cuenta y aplicar las normas, recomendaciones y procesos operativos que se describieron en los numerales 2, 3 y 4 de este capítulo.

Existen circuitos que debido a la carga actual que manejan se ven inhabilitados para recibir carga de otros circuitos eléctricos, entre ellos tenemos BOTE1, BOTE2, SUR, FERIAS, TERPEL (con una excepción) y CENTRO2.

Hay que tener en cuenta que el circuito que se nombre primero para referirnos a una transferencia de carga, será el circuito al cual le vamos a quitar carga, el segundo será el circuito que recibe la carga transferida.

5.1. Circuito BOTE1

5.1.1. *Falla o maniobra en el tramo del circuito entre el afloro del cable subterráneo del puente el tizón y el control **S00048** barrio quirinal*

El primer paso es abrir los controles **S00048** y **S00044** para desenergizar los tramos de línea a transferir.

Después de pedir apertura del circuito receptor a centro de control, proceder a cerrar los controles de las fronteras eléctricas con el circuito BOTE2 y LAGO respectivamente.

En el caso de la transferencia con el BOTE2, tener en cuenta la demanda de energía y realizar un flujo de carga previo para asegurar una maniobra exitosa y sin consecuencias; de no ser posible la transferencia, dejar este tramo de circuito desenergizado.

Una vez realizada la maniobra volver los circuitos a su topología normal y energizar.

Se debería instalar un control adicional al circuito BOTE1 para aumentar la carga que se transfiere al circuito LAGO, además de la versatilidad que da al circuito en maniobras de mantenimientos y aislamiento de fallas; este control se puede ubicar en el tramo del barrio las delicias y los samanes o en la llegada del cruce del río las ceibas en el barrio Reynaldo Matiz.

5.1.2. *Falla o maniobra en el cable subterráneo de potencia puente el tizón*

El primer paso es aislar la zona con falla por medio de los controles **S00033** y **S00035** del cable de potencia subterráneo. La parte del circuito desde la subestación hasta el primer control del cable subterráneo, queda energizada.

Luego debemos elegir el circuito que recibirá la transferencia de carga del BOTE1, el circuito más apropiado es el circuito EL LAGO (si es necesario, descargar una parte de este circuito con el circuito CENTRO3, debido a la extensión del circuito

que va a recibir), aunque eventualmente se puede usar el circuito NORTE que tiene un poco mas de carga que el anterior.

Identificar si la transferencia a realizar va a ser de toda la carga que queda después del tramo de cable subterráneo o si la cola de circuito en **S00044** queda sin servicio o se puede conectar al BOTE2.

Una vez se tienen los puntos anteriores claros, se pide a centro de control la apertura de los circuitos involucrados en la o las transferencias, para realizar el cierre de fronteras y finalmente realizar la maniobra.

Si esta maniobra solo involucra los circuitos LAGO y BOTE1, una vez se abran desde la S/E, se cierran los controles en el apoyo **M005619** y se pide un ensayo al circuito para ver si la transferencia es exitosa, si es así, se procede a realizar los trabajos en la zona aislada.

De lo contrario, se debe realizar un replanteo de la maniobra y solucionarla.

Una vez se solucione la falla o se termine la consigna o labor a realizar, se debe restablecer las topologías originales de los circuitos y restablecer el servicio.

*5.1.3. Falla o maniobra desde la S/E EL BOTE hasta el control **S00029** o hasta el cable de potencia subterráneo del puente el tizón*

Esta labor es muy similar a la anterior, la única diferencia es que el sector comprendido entre la S/E EL BOTE hasta el seccionador **S00029**, es el sector a maniobrar y por ende este sector no será energizado por la S/E.

El procedimiento para la transferencia de carga es el mismo que se describió anteriormente.

5.2. Circuito BOTE2

*5.2.1. Falla o maniobra desde la S/E EL BOTE hasta el control **S00146** o hasta los seccionadores en **M005732***

Ante una falla como esta, la parte rural del circuito hacia la salida a Bogotá quedaría sin servicio y sin opciones de una transferencia.

Lo primero que se debe hacer, es realizar apertura en los controles mencionados para aislar la parte de circuito que no tiene inconvenientes y la parte que se quiere transferir.

Como la parte sin servicio del circuito es demasiado grande, 50%, el circuito ferias no puede recibir esta carga; para ello se debe transferir al circuito BOTE1, pero realizando previamente una descarga de este circuito con el circuito LAGO, como aparece descrito anteriormente. Si no es posible descargar el circuito con esta frontera, realizarlo con el circuito NORTE a través del control **S00050**.

Si finalmente y por cualquier motivo se hace imposible descargar el circuito BOTE1 "NO" se debe realizar ninguna maniobra que involucre adicionar carga a este circuito.

Una vez se tenga el circuito receptor listo, se procede a pedir apertura de los circuitos BOTE2-BOTE1 para realizar la transferencia mediante cierre del control **S05569**.

Una vez sea exitosa la maniobra se procede a realizar trabajos sobre el sector en falla o consignado, hasta completarlo.

Finalmente operar los circuitos hasta dejarlos con sus topologías originales y restablecer el servicio.

*5.2.2. Falla o maniobra sobre la carrera primera entre los controles **S00146** y **S00157***

Como primera instancia es necesario abrir los 2 controles anteriormente nombrados para aislar el sector a maniobrar. El resto del circuito, queda energizado desde la S/E.

Para la transferencia es necesario tener en cuenta las mismas recomendaciones que el evento anterior y realizar las mismas maniobras.

Al final, restablecer las topologías normales de los circuitos y el servicio.

5.3. Circuito BOTE3

*5.3.1. Falla o maniobra del circuito desde el barraje de la S/E o hasta el control en **M005440***

Al contar con un único seccionamiento, la única opción para transferir carga (sin servicio) a otro circuito, es realizar apertura sobre el control **M005440**, pedir apertura del circuito CENTRO3 a centro de control y cerrar los seccionadores **S00057** en la frontera.

Añadir al circuito un nuevo seccionador en la llegada del circuito al barrio el lago, aumentaría la posibilidad de transferir más usuarios afectados ante una eventualidad.

Al final de las maniobras devolver los circuitos a su topología inicial.

5.4. Circuito LAGO

5.4.1. *Falla del circuito desde la S/E EL BOTE*

Ante la falta de controles sobre el circuito, el proceso y maniobras de transferencia sería los mismos que si la falla o eventualidad estuviera del control de Rodrigo Lara **S00156** hacia atrás o en los sectores de rojas Trujillo antes del cable subterráneo en **S00483**.

Si fuera estrictamente necesario realizar transferencias al BOTE1, primero descargarlo por el GRANJAS o el NORTE, pero tener en cuenta que el CENTRO3 recibe el lago en su totalidad.

Al ser necesario realizar una transferencia de carga de este circuito, lo primero que se debe realizar es un aislamiento de la falla o del sector consignado, después pedir apertura de los circuitos que serán operados en la transferencia.

Luego, cerrar el seccionador de la frontera con el circuito CENTRO3 **S00059**. Y volver a cerrar los circuitos abiertos.

Una vez se dé solución al problema o la consigna operativa se lleve a cabo, restablecer las topologías originales del circuito y energizar.

Para dar más confiabilidad al circuito es necesario añadir 2 controles mas, uno en la llegada al sector de Rodrigo Lara, pues el control que está actualmente solo aísla el barrio andaquies, agregando este seccionamiento, también se hace necesario proyectar un tramo de red en los andaquies para formar una frontera eléctrica frente a la clínica de saludcoop con el circuito BOTE1. El segundo control se puede ubicar en la llegada del circuito en el vuelo sobre el rio magdalena en el barrio plazas alcid o en el sector de rojas Trujillo, estas acciones se pretenden llevar a cabo con el fin de poder realizar transferencias de carga para restablecer el servicio a la mayor cantidad de usuarios que sea posible.

5.5. Circuito TERPEL

5.5.1. *Falla del circuito desde la subestación o falla del tramo del cable subterráneo*

Al presentarse esta falla, la carga rural se pasa al circuito BOMBEO, para ello abrir **S00279**, pedir apertura del circuito que recibirá la transferencia y cerrar los controles en la frontera; como en el recorrido de los circuitos eléctricos se observo que esta frontera eléctrica no tiene seccionadores, se hace necesario instalarlos para realizar esta maniobra.

Ahora, para poder realizar transferencia de carga en la parte urbana se presenta un gran inconveniente.

El circuito ferias que es la otra opción de alimentación, no está en capacidad de recibir la parte del circuito que se puede transferir, esta parte es la que se ubica después del control **S00277**.

Las acciones que se deben llevar a cabo en caso de ser estrictamente necesario es la siguiente:

Realizar transferencia BOTE1-LAGO

Realizar transferencia BOTE2-BOTE1

Realizar transferencia FERIAS-BOTE2

Y finalmente TERPEL-FERIAS.

Existe la posibilidad de hacer una maniobra de transferencia con el circuito VILLA OLIMPICA desde el apoyo en el que nacen los circuitos, mirar la foto xx., la acción consiste en colocar bucles entre las líneas de cada circuito para anillarlos desde la S/E.

Uno de los problemas que surge es que ante una falla de esta fusión de los circuitos, se tendría en la S/E 2 relés con falla, lo que provocaría que la protección del transformador del barraje a 13.8 KV se abriera y desconectara dicho barraje. Por lo tanto se sacaría de funcionamiento toda la subestación NORTE.

El resto del circuito (parte rural) alimentarla por el circuito BOMBEO.

5.6. Circuito INDUSTRIAL

*5.6.1. Falla del circuito desde la subestación NORTE o en el eje principal del circuito antes del control **S00452***

La única alternativa de transferencia de carga para este circuito es con el JARDIN, para llevar a cabo esta transferencia se debe tener en cuenta lo siguiente:

Primero realizar apertura en el **S00452**.

Una vez se aisle la carga a transferir, es importante por seguridad y para tener éxito en la transferencia, descargar previamente el circuito JARDIN, a través del circuito VERGEL (maniobra que se describirá en los numerales posteriores).

Después de esto, solicitar a centro de control apertura de los circuitos INDUSTRIAL-JARDIN y cerrar en la frontera el control **S00191**. Conectar los circuitos nuevamente.

Realizar las maniobras de mantenimiento o de solución de fallas que se requieran en la parte del circuito que queda desenergizada. Una vez terminadas todas las labores, volver a abrir los circuitos desde las S/E, restablecer sus topologías iniciales y normalizar el servicio.

Se plantea la posibilidad de proyectar un tramo de red del circuito VILLA OLIMPICA para crear frontera con el INDUSTRIAL, ya que esta frontera permitiría una transferencia rápida y confiable.

5.7. Circuito GRANJAS

*5.7.1. Transferencia de carga al BOTE1, por falla desde la subestación o, en el eje principal del circuito hasta el control **S00370***

Para realizar esta acción se debe primero descargar el circuito BOTE1 con el circuito LAGO como se ha descrito anteriormente.

Luego aislar la parte del circuito que se va a transferir, se puede abrir en **M004694** o, en **S00370** dependiendo del lugar donde se presente la falla o que necesite ser operado.

Una vez se haya hecho la apertura de seccionamientos, se pide a centro de control apertura de los 2 circuitos desde la S/E y se procede a cerrar el control **S00047** en la frontera eléctrica.

Al finalizar trabajos, volver los circuitos a su topología normal y energizar.

5.8. Circuito FERIAS

5.8.1. Falla o maniobra del circuito desde la subestación o en el trayecto de su eje principal

Si la falla se presenta en la S/E, se puede utilizar el circuito TERPEL como alimentador opcional, cargándole el tramo del circuito desde la S/E hasta el control en **M004484**. Si ante la imposibilidad de utilizar otro circuito para transferencia, se le debe transferir mas carga a este circuito, es necesario antes de realizar esta acción, descargar el circuito TERPEL por el BOMBEO, quitando la parte rural del circuito y si es posible un tramo de circuito urbano.

Si la falla se presenta en el tramo anteriormente nombrado, la frontera con el circuito TERPEL queda anulada y no es posible utilizarla.

En este caso la otra opción es el circuito BOTE2, pero realizando de antemano el siguiente proceso de descargas:

Realizar transferencia BOTE1-LAGO

Realizar transferencia BOTE2-BOTE1

Finalmente transferencia FERIAS-BOTE2

Para realizar la transferencia primero se identifica el control que se debe operar (**M004484** o **S00100**), abrirlo, pedir a centro de control apertura de los circuitos involucrados en la transferencia, cerrar controles **S00085** en la frontera y nuevamente energizar.

Luego de que concluya la consigna operativa, devolver los circuitos a sus topologías normales y restablecer el servicio.

Observando el proceso para llevar a cabo una transferencia FERIAS-TERPEL, o, FERIAS-BOTE2, es fácil ver la complejidad que conlleva realizar estas maniobras y las condiciones que se deben cumplir para ello.

5.9. Circuito VILLA OLIMPICA

5.9.1. *Falla o maniobra del circuito desde la subestación*

Una vez el circuito este desconectado de la subestación, pedir a centro de control apertura del circuito JARDIN. Dirigirse a la frontera eléctrica y cerrar los controles **S00383**. Cerrar nuevamente el circuito JARDIN.

Al terminar con la labor sobre el circuito, devolver el proceso para conservar las topologías originales de los circuitos y dar servicio. Si la maniobra a realizar es sobre el eje principal del circuito, este, debe quedar completamente desenergizado y sin ninguna opción de transferencia

5.10. Circuito NORTE

5.10.1. *Transferencia al circuito BOTE1*

Se debe tener aislado el circuito NORTE o el tramo del circuito a transferir, en este caso hay 2 opciones, se transfiere todo el circuito o la cola después del seccionador **S00344-S00345**.

Para la segunda acción, solo es necesario abrir el control, pedir apertura del circuito BOTE1 y una vez abierto cerrar **S00050** en la frontera. Finalmente volver a energizar.

La primera opción requiere previamente una descarga del BOTE1 con el LAGO, tal como se describió en numerales anterior; y de igual forma pedir apertura al circuito, cerrar el control de la frontera y energizar.

Una vez se solucione la falla o se finalice la consigna operativa, dejar los circuitos con topologías iniciales y restablecer el servicio.

Para dar más opciones de transferencia al circuito es recomendable instalar cortacircuitos en la frontera eléctrica entre BOTE1-NORTE en el apoyo **M004295**, de esta forma se da funcionalidad a esta frontera existente.

5.11. Circuito CENTRO

5.11.1. Falla o maniobra del circuito desde la subestación o sobre el eje principal del circuito hasta el cable de potencia subterráneo

Lo primero que se debe hacer es aislar el tramo final del circuito mediante la apertura del seccionador **S00179** del afloro en el cable subterráneo.

Debido a la carga del circuito CENTRO2, la transferencia no se realiza con este circuito, para hacerlo es necesario descargar este mismo con alguno de sus circuitos fronterizos.

Una vez abierto el afloro del cable subterráneo, pedir a centro de control apertura desde la S/E CENTRO del circuito CENTRO1, una vez se confirme la apertura, cerrar los controles **S00039** en la frontera.

Cerrar nuevamente el CENTRO1, ya con la carga transferida.

Una vez se realicen los respectivos trabajos sobre la zona aislada, reconfigurar las topologías de los circuitos y dar servicio.

5.12. Circuito SUR

5.12.1. Falla o maniobra del circuito desde la S/E PLANTA DIESEL

Al presentarse esta eventualidad, es necesario realizar 2 transferencias. La primera se puede realizar sobre el circuito TIMANCO o sobre el ANDALUCIA, en cualquier caso la transferencia es similar pues estos circuitos manejan cargas similares.

La primera acción es realizar apertura del control **M000554**, luego coordinar con centro de control la apertura del circuito al que se vaya a transferir la carga; finalmente realizar cierre del seccionador **S00125** o en **M001421** respectivamente y energizar nuevamente el circuito.

En la segunda transferencia es necesario descargar previamente el circuito receptor, en este caso el IPANEMA, proceso que se describe en las maniobras de transferencia de este circuito; solo transferir carga a este circuito de ser estrictamente necesario.

Una vez descargado el circuito receptor y realizado la primera transferencia, se debe pedir a centro de control apertura del IPANEMA, una vez se confirme la apertura cerrar controles **M002838** en la frontera eléctrica y volver a cerrar desde la S/E el circuito.

Al solucionar la falla o finalizar la consigna operativa volver los circuitos a sus topologías iniciales y normalizar el servicio.

Si la ubicación de la falla se mueve sobre el eje principal del circuito, seleccionar adecuadamente la transferencia a realizar, teniendo en cuenta la disponibilidad de las fronteras y la posibilidad de aislar adecuadamente el sector afectado o consignado.

5.13. Circuito RURAL

5.13.1. *Falla o maniobra del circuito desde la subestación PLANTA DIESEL o hasta la altura del control **S00104***

La primera acción a realizar es la apertura del control nombrado anteriormente.

Coordinar con centro de control la apertura del circuito ANDALUCIA desde la S/E SUR.

Una vez confirmada la maniobra cerrar controles **S00129** en la frontera. Nuevamente coordinar con centro de control para cerrar el circuito con la carga transferida.

Luego de realizar las labores necesarias sobre el resto del circuito, revertir las maniobras anteriores y devolver las topologías originales a cada circuito.

Energizar y normalizar el servicio.

Se plantea la posibilidad de agregar un control al circuito sobre el eje principal a la altura de la carrera 14 o la calle 7 para aislar el circuito de la S/E en caso que la

falla se presente en la subestación, también para realizar una transferencia de carga con el CENTRO2 que amerite la maniobra (cantidad de usuarios).

Actualmente se tiene planeado transferir de forma permanente un tramo del circuito CENTRO2 al circuito RURAL, para ello es necesario construir un pequeño tramo de red en media tensión y pasar la carga a su nuevo circuito; de esta forma descargamos un poco el circuito CENTRO2 y creamos una frontera con el circuito SAN PEDRO.

5.14. Circuito JARDIN

5.14.1. Falla total del circuito desde la S/E PLANTA DIESEL o consigna operativa en el barraje 13.8 KVA

El primer paso es realizar apertura del seccionador en **M005703**, con este procedimiento queda todo el circuito sin conexión física a la S/E PLANTA DIESEL.

El circuito VILLA OLIMPICA está en capacidad de recibir toda la carga de este circuito, se debe coordinar apertura del circuito receptor con centro de control.

Una vez se confirme apertura del VILLA OLIMPICA, se debe cerrar los controles **S00383** en la frontera y posteriormente energizar de nuevo desde la subestación el circuito con la carga adicional.

Una vez se lleve a cabo la consigna o se solucione la falla restablecer las topologías inicial de los circuitos y energizar.

5.14.2. Falla o maniobra del circuito sobre la carrera 16 antes del control S00290

Se debe aislar la falla o el tramo de circuito consignado realizando apertura en los controles **S00068** y **S00290**.

Como quedan 2 tramos de circuito sin conexión física entre ellos, se debe realizar 2 transferencias.

La primera con el circuito VILLA OLIMPICA, desde el seccionador **S00290** en adelante y la otra con el circuito VERGEL, todo la parte de circuito que aísla el **S00068**.

Los procedimientos son los mismos de todas las transferencias, una vez aislados los tramos de circuito a transferir se coordina apertura del circuito receptor con centro de control.

Si se confirma la apertura del circuito se procede a cerrar el seccionador en la frontera (**S00383** y **S00164** respectivamente) y luego se energiza de nuevo el circuito con la nueva carga.

Después de realizadas las labores restablecer las configuraciones normales de los circuitos y dar servicio.

5.15. Circuito CENTRO1

5.15.1. Falla o maniobra del circuito desde la subestación CENTRO o en el tramo de cable subterráneo

Una vez se aislé el circuito desde la S/E o el tramo subterráneo, se procede a coordinar la apertura con centro de control del circuito receptor, en este caso el CENTRO3.

Luego de la apertura realizada por centro de control se procede a realizar cierre del control **S00037** en la frontera de los 2 circuitos, una vez realizado el cierre se pide cierre desde la subestación del circuito receptor.

Una vez concluido el trabajo programado o superada la falla, se invierten las maniobras anteriores hasta devolver los circuitos a sus topologías iniciales y normalizar el servicio.

Se sugiere realizar la transferencia descrita anteriormente en horas de demanda mínima de estos circuitos o realizar previamente un flujo de carga en el SPARD para descartar inconvenientes.

Ante la necesidad de usar el circuito CENTRO2 como circuito receptor es necesario descargarlo previamente por alguna de sus fronteras eléctricas.

5.16. Circuito CENTRO2

*5.16.1. Falla o maniobra del circuito desde la subestación hasta el tramo de cable subterráneo en la catedral y el **S00103***

La primera acción que se debe realizar es la apertura de los controles **S00471** y **S00103** para aislar los tramos del circuito que se quieren transferir, como quedan 2 tramos de circuito independientes se deben realizar 2 transferencias de carga.

La primera en el tramo de circuito desenergizado tras la apertura del seccionador **S00103**, es necesario pedir a centro de control apertura del circuito SAN PEDRO y posteriormente cerrar en la frontera los seccionamientos en **M001737**.

La segunda requiere la apertura del circuito RURAL y cierre del seccionador en **M002295**. Otra opción para esta transferencia es abrir el circuito CENTRO1 y cerrar los controles fronterizos ubicados en **M001092**. Ante la necesidad de transferir mas carga en este punto, se debe descargar previamente el circuito RURAL y no utilizar el circuito CENTRO1. La frontera con el circuito CENTRO3 en **M000741** se puede adecuar para ser utilizada en caso que se dé una falla desde la S/E y la carga del circuito se deba repartir para restablecer el servicio.

5.17. Circuito CENTRO3

5.17.1. *Falla o maniobra de la subestación CENTRO*

En caso que todo el circuito quede fuera de servicio y se deba transferir, hay 2 opciones de circuitos receptores que pueden recibir toda la carga del CENTRO3.

La primera opción es el circuito LAGO; una vez se coordine apertura del mismo con centro de control, cerrar **S00059** en la frontera y pedir nuevamente cierre del circuito con la nueva carga. También, realizando el mismo proceso con el circuito BOTE3 en la frontera **S00057**.

5.18. Circuito ANDALUCIA

5.18.1. *Falla o maniobra del circuito desde la subestación SUR hasta los seccionamientos S05327-S05328*

Una vez se realice apertura en el seccionamiento nombrado, coordinar con centro de control apertura del circuito RURAL, confirmado la apertura cerrar **S00129** en la frontera y energizar nuevamente el circuito.

Podría agregarse controles sobre el eje principal del circuito para darle más versatilidad y confiabilidad ante una falla o una transferencia de carga. Ante la necesidad de transferir toda la carga del circuito, se puede realizar el mismo proceso, pero el control del circuito ANDALUCIA que se debe operar para aislar el circuito de la S/E SUR es el **S00011-S00012**.

5.19. Circuito TIMANCO

5.19.1. *Falla o maniobra del circuito desde la S/E SUR hasta el control S05274-S05275*

Realizar apertura en los seccionadores que se nombraron, pedir a centro de control apertura del circuito CANAIMA y luego que se confirme, cerrar **S00136**.

Una vez terminadas las maniobras, revertir las acciones y volver los circuitos a sus topologías normales.

5.20. Circuito CANAIMA

5.20.1. *Falla o maniobra desde la subestación SUR*

Asegurarse que el circuito este desconectado del barraje en la S/E, realizar aperturas sobre el circuito CANAIMA en **S00051** y **S00054**; luego coordinar con centro de control apertura de los circuitos TIMANCO y CERRO NEIVA (circuitos receptores), sincronizadamente tras confirmar apertura, ir cerrando en las fronteras eléctricas los controles **S00133** y **S00136** con el TIMANCO y **S00061** con el CERRO NEIVA. Luego volver a cerrar los circuitos.

Si el circuito CERRO NEIVA no soporta toda la carga que se transfiere, se puede seccionar la carga hasta dejar la cantidad optima para la transferencia a través de los controles **S05507**, **S00000**, **S00060** y **S05508**.

De igual forma se puede proceder en el TIMANCO con los controles **S00052**, **S03260**, **S00063**, **S00064** y **S00473-S00474**.

Una vez se finalicen las labores en la S/E SUR, revertir los procesos anteriores hasta dejar los circuitos con servicio normal y topologías iniciales.

5.20.2. *Falla o maniobra en el eje principal entre el control **S00051** y el **S00054***

El proceso está inmerso en el numeral anterior, las aperturas sobre el circuito son las mismas, la transferencia al TIMANCO no cambia, lo único que se debe tener en cuenta, es que se tiene que seccionar la carga que se transfiere al CERRO NEIVA en el control **S00000** para aislar completamente la parte del circuito consignada o con falla.

Tener en cuenta las mismas condiciones que en el procedimiento anterior.

5.20.3. *Falla o maniobra sobre el eje principal entre los controles **S00054** y **S00469***

Primero realizar apertura en estos seccionamientos y adicionalmente en **S00051**. Proceder de la misma forma con las transferencias descritas en el primer procedimiento del circuito, en este caso la carga que se transfiere a través del control **S00136** al TIMANCO es menor.

Tener en cuenta las recomendaciones y condiciones de los procedimientos anteriores del circuito.

5.21. Circuito SAN PEDRO

5.21.1. *Falla o maniobra del circuito desde la subestación hasta el seccionador **S00478-S00479***

Luego de la apertura de los seccionamientos nombrados, se debe coordinar con centro de control la apertura del circuito RURAL, una vez se confirme, cerrar **S00107-S06014** en la frontera eléctrica y energizar de nuevo el circuito con la carga ya transferida.

Volver los circuitos a sus topologías normales y dar servicio una vez terminadas las labores.

Una opción a la hora de realizar una transferencia de carga de este circuito sería ubicar otro seccionador o un reconectador sobre el eje principal. Para usar como circuito receptor el CENTRO2, es necesario realizar previamente una descarga por algunas de sus fronteras eléctricas, solo utilizarlo de ser estrictamente necesario.

5.22. Circuito RIOJA

5.22.1. *Falla o maniobra del circuito desde la subestación hasta el control **S00476-S00477**, o, de este control hasta el **S00460-S00461***

En primera instancia abrir los controles nombrados y solicitar apertura del circuito CANAIMA, una vez se confirme la acción, cerrar los controles **S00228-S05276** en la frontera eléctrica y energizar nuevamente. Al terminar la consigna operativa o solucionar la falla invertir el proceso y devolver la carga al circuito RIOJA y restablecer el servicio.

5.23. Circuito IPANEMA

5.23.1. *Transferencia IPANEMA-SUR*

Como la única frontera eléctrica que posee este circuito es con el circuito SUR, la carga que se puede transferir está limitada a la carga que se le reste al circuito fronterizo por medio de sus fronteras; tienen que ser proporcionales para en la maniobra no sacar de funcionamiento el circuito receptor.

La única frontera habilitada para realizar una transferencia es en **S00114**, pues en las demás no hay seccionadores; el control que se debe operar sobre el circuito IPANEMA para aislar el sector a transferir es el **S00350**, en caso que esta carga supere la cantidad que se le quito al circuito SUR, se hace necesario abrir ramales por medio de **S05283-S05284** y **S05285-S05286**.

Realizar una transferencia con este circuito es muy difícil, y solo se debe realizar en caso de suma urgencia, el proceso a seguir para llevar a cabo la transferencia es el mismo que se ha descrito en las maniobras anteriores.

5.24. Circuito VERGEL

5.24.1. *Falla o maniobra desde la S/E ORIENTE hasta el control S00070*

Realizar apertura del control nombrado, luego coordinar con centro de control para abrir el circuito JARDIN, una vez se confirme la apertura del circuito cerrar el seccionador **S00164** en la frontera eléctrica de los 2 circuitos en cuestión; finalmente energizar el circuito con la nueva carga.

Ante un eventual fallo del circuito VERGEL desde la S/E ORIENTE, el circuito JARDIN puede recibir toda la carga que se desee transferir siempre y cuando se descargue un tramo de su longitud por el circuito VILLA OLIMPICA como aparece descrito anteriormente.

Una vez se realice las labores de la consigna operativa o se repare la falla, restablecer el servicio y conservar las topologías iniciales de los circuitos.

5.25. Circuito TESORO

5.25.1. *Transferencia TESORO-RIOJA*

Primero se debe determinar qué sector se va a dejar sin servicio, pues todo el circuito no puede ser transferido; existen varias opciones, abrir en **S00349**, **S00312** y **S00338** o también otra opción puede ser sacar toda la parte rural del circuito y abrir en **S00345**.

Ya identificada la zona que no entra en la transferencia, lo siguiente es pedir apertura del circuito JARDIN a centro de control, después de confirmar, cerrar controles en **S00228-S05276** y energizar de nuevo el circuito con su nueva carga.

Una vez se cumpla con la consigna volver los circuitos a la normalidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Antes de empezar hay que aclarar que en el transcurso del capítulo 4 y 5 del libro van apareciendo las recomendaciones y sugerencias conforme se plantean los problemas, maniobras y transferencias, esto con el fin de que se identifique fácilmente a que problema va ligado.

- Se encontraron infinidad de seccionamientos y fronteras que no aparecían en el sistema SPARD, algunos simplemente tenían un código alfanumérico diferente, otros no estaban dibujados o estaban dibujados de una forma errónea. Con todos los datos y fotografías recolectadas se creó una base de datos actualizada, confiable y al alcance de todos los funcionarios de la empresa que así lo requiera.
- Desde antes de procesar toda la información, las tablas de seccionamientos, los planos de GPS y la tabla de fronteras, se empezaron a utilizar para actualizar el sistema SPARD, para realizar consignas operativas y mantenimientos programados.
- El generar alternativas de restablecimiento del servicio, disminuye el tiempo del corte de energía, disminuyendo así los indicadores DES-FES, aumentando la continuidad del servicio lo que implica un consumo ininterrumpido y por ende aumento en los recaudos de pagos del servicio.
- Dentro del manual de operación se describen las posibles fallas que se puedan presentar en el funcionamiento diario de los circuitos eléctricos, basado en ello se plantean las posibles soluciones; es preciso aclarar que existen eventualidades que no estén explícitamente descritas, pero que al combinar diferentes maniobras descritas en el manual serán fácilmente solucionadas.
- Desde el mismo instante que se inicio el proceso para llevar a cabo el manual de operación empezó a arrojar resultados, tramos de red que no existían, fronteras que no se tenían identificadas, seccionadores sin códigos o desconocidos para muchos, algunos inconvenientes ajenos a la empresa como áreas de descopes, construcciones que ponían en riesgo la continuidad del servicio como el colegio campestre de comfamiliar del Huila, problemas en estructuras como la fase que estaba alimentada entre el barrio Rodrigo Lara y el barrio andaquies, postes en mal estado, fusibles quemados, etc.
- Los equipos de seccionamiento permiten aislar la parte del alimentador con falla, y de esta forma, realimentar parte de las cargas. Esto reduce la duración de la interrupción para esas cargas, evitando tener que esperar a reparar el elemento averiado. Entre los equipos utilizados están: los seccionadores, interruptores, seccionalizadores y reconectores.
- Los tiempos de reparación de fallas pueden disminuir de varias maneras: aumentando el personal de operación para atender averías, automatizar

algunos elementos de maniobra, mejorando el sistema de información del estado de la red, o bien una combinación de todos estos elementos.

- Las pérdidas eléctricas influyen en la operación del sistema eléctrico, perjudicando substancialmente los costos en la operación y en la calidad del servicio, las cuales causan grandes perjuicios económicos a las empresas eléctricas distribuidoras, por eso es importante realizar un estudio de pérdidas técnicas debido a que sus resultados corroboran las decisiones de posibles implementaciones de elementos o módulos en una red eléctrica de manera óptima y económica.
- Antes de realizar una consigna operativa que conlleve una transferencia de carga, es necesario correr un flujo de carga en el SPARD para garantizar la confiabilidad de la maniobra.
- Se debe realizar cambios en la capacidad nominal de carga instalada en la línea, realizar conversiones de tramos de líneas monofásicas y bifásicas a trifásicas siempre y cuando sea posible ya que los sistemas trifásicos permiten una repartición adecuada de cargas, este tipo de inversión, ayuda a disminuir el desbalance de tensión y también mejora la regulación de la misma, utilizar reguladores de voltaje, con la finalidad de mantener el nivel de tensión dentro de las tolerancias, redistribuir las cargas a los distribuidores actuales en la red, transformadores sobrecargados y transformadores subutilizados.
- Realizar constantemente y de manera periódica revisiones de la vegetación que entra en contacto en las redes, para realizar mantenimientos programados preventivos y así prevenir cortes de energía eléctrica producidos por las ramas de los arboles, además de las pérdidas de energía que se presentan en estos puntos de contacto.
- A medida que se desarrollo el capítulo 4 y 5, se realizaron varias recomendaciones y propuestas para ubicar seccionamientos y construir nuevos tramos de red, hasta la fecha algunos de ellos ya se han llevado a cabo como:
 - El seccionamiento **S05290** nuevo en el circuito el lago en la cancha de futbol de Rodrigo Lara.
 - Los seccionamientos nuevos en el circuito industrial norte en el barrio los andes y gualanday donde se anillo por la vía principal y se dejo esa cola del circuito independiente para posibles mantenimientos y aumentar la confiabilidad del circuito.
 - La nueva frontera bote1 lago frente a la clínica de saludcoop.
- Con las tablas de los sectores y barrios que cada control deja sin servicio, se consigue una excelente y muy valiosa herramienta a la hora de programar mantenimientos preventivos.

FUENTES DE CONSULTA

BIBLIOGRAFIA

- Electrohuila S.A. – E.S.P. Diarios de Operación y Mantenimiento. 2010.
- Ministerio de Minas y Energía, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, Edición Actualizada Agosto de 2008.
- Schneider Electric, Cuaderno Técnico N° 15. Ing. Christian Puret.
- Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Curso Tutorial. Planificación de sistemas eléctricos de distribución. Pinto, P. R. Chile. Noviembre 1989.
- REVISTA CAM, “*Cam News, Numero 3/diciembre de 2009.*”
- Revista eléctrica. Universidad Industrial del Valle Colombia facultad de ingeniería. [www.univalle.edu.co ~ enycompu/edicion17/revista_17_6a.htm](http://www.univalle.edu.co/~enycompu/edicion17/revista_17_6a.htm)> julio 2002.

MEDIOS TELEINFORMATICOS

- www.electrohuila.com.co
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_suministro_el%C3%A9ctrico
- www.cam-la.com
- www.uis.edu.co/investigacion
- <http://www.creg.gov.co>

RECURSOS HUMANOS

- Gilberto Cabrera. Liniero. Jefe grupo Norte 8. Electrohuila S.A. - E.S.P.