

Dirección de Área de conocimiento Industria y Producción

“Propuesta de rediseño de la red eléctrica de distribución utilizando seccionadores digitales para mejorar la calidad del servicio de los habitantes del municipio de Terrabona, Matagalpa”

Trabajo Monográfico para optar al título de
Eléctrico.

Ingeniero

Elaborado por:

Br. Isa Gisselle
Carrillo Torres

Carnet: 2019-0159U

Br. Franco Josué
Vanegas Herrera

Carnet: 2016-0612U

Tutor:

MSc. Sandro Yohasner
Chavarría Condega.



Msc. Augusto Cesar Palacios Rodríguez
Directo DACI

Estimado Msc. Palacios

A través de la presente hago constar que: el Br. **Franco Josué Vanegas Herrera** con número de carnet 2016-0612U y el Br. **Isa Gisselle Carrillo Torrez** con número de carnet 2019-0159U, estudiantes del programa de Ingeniería Eléctrica, han finalizado el proceso de Pre – defensa de su tesis monográfica que tiene como tema **"PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SECCIONADORES DIGITALES, PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SERVICIO DE LOS HABITANTES DEL MUNICIPIO DE TERRABONA, MATAGALPA."**

La tesis monográfica que se presenta ha sido revisada y corregida tomando en cuenta las observaciones de los miembros del jurado asignados por el Jefe de Programa Académico de Ingeniería Eléctrica - Mecánica

Por consiguiente, valoro que la misma cumple con los requisitos establecidos en la Normativa de Culminación de Estudios establecidos por la Universidad Nacional de Ingeniería y que está lista para ser entregada y sometida al proceso de **Defensa** instaurado por la institución.

Dado en la ciudad de Managua a los 27 días del mes de marzo del 2025

Atentamente,

Msc. Sandro Y. Chavarría Condega
TUTOR

Cc: Archivo



Decanatura FEC

Universidad Nacional de Ingeniería
Recinto Universitario "Simón Bolívar"
Facultad de Electrotecnia y Computación
Decanatura
DF-12-2023-18

Managua, 06 de diciembre del 2023 ✓

Bachilleros.

Isa Glisselle Carrillo Torres 2019-0159U.
Franco Josue Vanegas Herrera 2016-0612U.
Egresados de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Estimados Bachilleros:

El suscrito Decano de la Facultad de Electrotecnia y Computación, a través de la presente autoriza de manera formal la inscripción de la Monografía Titulada "**Propuesta de rediseño de la red eléctrica de distribución utilizando seccionadores digitales para mejorar la calidad del servicio de los habitantes del municipio de Terrabona, Matagalpa**". Para optar al Título de Ingeniero Eléctrica, para tal efecto se nombra como Tutor de la Monografía al **Msc. Sandro Yohasner Chavarria Condega**.

Así mismo le solicito proceda a la **Inscripción de dicho Tema Monográfico** en secretaría Académica de la facultad, con la finalidad de darle control y seguimiento, de acuerdo a los reglamentos establecidos.

Se les recuerda que, según la normativa para los trabajos monográficos, a partir de la fecha de inscripción tiene 12 meses para defender dicho trabajo.

Sin más a que referirme y deseándoles mucho éxito en la culminación de esta etapa, me despido.

Atentamente



Msc. Augusto Cesar Palacios Rodríguez
Decano UNI-FEC

C/c: Msc. Talla Flores Quintana.
Ing. Napoleón Blanco Orozco.
Msc. Sandro Chavarria.
Archivo.

Secretaría Académica.
Jefe de Dpto. de Eléctrica.
Tutor.

☎ Teléfono: (505) 2270 5126



Recinto Universitario Simón Bolívar
Avenida Universitaria,
Managua, Nicaragua
Apdo. 5595



augusto.palacios@fec.uni.edu.ni
www.fec.uni.edu.ni

Recibido
11/10/23
D. O. F. R.

Dedicatoria

Dedico esta tesis al Ing. Benjamín Carrillo mi padre, a quien amo mucho y me honra llamarlo Ingeniero. He tenido la dicha de seguir sus pasos y hoy se cumple una de esas metas e inicia ese proceso, él es mi modelo a seguir en este campo y espero en Dios poder llegar a ser la mitad de lo que es. A mi madre María Cristina Torres Aguilera, quien es una mujer con carácter ha sido mi ejemplo de resiliencia y valor. A mi hermana mayor Yaritza Cristina Carrillo Torres porque sin darse cuenta me ha modelado coraje y perseverancia, finalmente a mi Esposo Kevin Javier Vanegas Fariña, porque él cree en mi en todo momento y me ha apoyado hasta el día de hoy para que pueda alcanzar todos mis sueños.

Isa Gisselle Carrillo Torres.

Quiero dedicar este trabajo monográfico a mi madre Martha Elena Herrera Bermúdez y al licenciado Noel José Vanegas Palma, a manera de ofrenda por sostenerme de inicio a fin en este proceso, por ser mis guías en el camino hacia el bien, todo el esfuerzo y hazañas es para ustedes, quiero dedicar esta tesis y culminar juntos una de las etapas más importantes en mi vida. Seguidamente a mis hermanas Ledys y Marielus Rodríguez quienes me apoyaron, guiaron y estuvieron en momentos de angustia, motivándome y recordándome que soy capaz.

Franco Josué Vanegas Herrera.

Agradecimientos

Primeramente, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía y mi fuerza constante a lo largo de este camino. Estoy plenamente convencida de que su voluntad para con nosotros es buena, agradable y perfecta, y su presencia me ha otorgado la fortaleza necesaria para culminar una meta más en mi vida.

A mi compañero Franco Josué Vanegas, por el esfuerzo y sacrificio que le ha dedicado a esta investigación, al ingeniero Lenin Xavier Avendaño Carranza por atender cada duda y aportar valiosos conocimientos a esta investigación con su experiencia.

Isa Gisselle Carrillo Torres.

Gracias a Dios, quien es mi fiel acompañante, por guiar e iluminar mi camino, por transformar los obstáculos en enseñanzas y por darme la fortaleza necesaria para culminar esta etapa. Quiero expresar mi agradecimiento con el MSc. Sandro Chavarría por sus enseñanzas, consejos durante mi formación académica y demás docentes que siempre llevaré en recuerdo, todas las personas que fueron partícipes e hicieron posible esto, directa o indirectamente. Gracias al Ingeniero Lenin Avendaño del área de Subestaciones Eléctricas de Disnorte Dissur por proporcionar valiosos conocimientos a esta investigación, así como a mi compañera Isa Giselle Carrillo, por su esfuerzo, dedicación hacia este trabajo. Finalmente, quiero destacar mi agradecimiento con la Ingeniera María Teresa Alemán quien ha sido influyente y ha impactado positivamente en mi vida.

Franco Josue Vanegas Herrera.

Glosario

SIN: *El Sistema Interconectado Nacional integrado por los elementos del sistema eléctrico, conectados entre sí, que permite la producción y transferencia eléctrica entre centros de generación y consumo.*

COR: *Centro de Operación de la Red, DISNORTE DISSUR.*

SGI: *Sistema de Gestión de Incidencias.*

SGC: *Sistema de Gestión de Calidad*

INE: *Instituto Nicaragüense de Energía.*

BOM: *Brigada de operación de mantenimiento.*

EECC: *Empresa contratista de Disnorte Dissur, destacan Cubas Eléctrica, SERCONISA, COENICSA, COINGELSA, CONISER.*

SCADA: *SCADA es el acrónimo de Supervisory Control and Data Acquisition (supervisión, control y adquisición de datos).*

LMT: *Línea de media tensión.*

Tx: *Transformador de distribución convencional.*

CT: *Centro de transformación*

FO: *Fibra óptica*

RF: *Radio frecuencia*

GPRS: *General Packet Radio Service (Servicio General de Paquetes de Radio).*

Resumen

El presente trabajo pretende demostrar el beneficio de implementar seccionadores digitales en la red de distribución para optimizar la continuidad en el suministro eléctrico que es fundamental para la satisfacción de los usuarios, ya que, las interrupciones frecuentes o prolongadas causan incomodidad, falta de productividad y pérdidas de mercado.

La metodología empleada incluye un caso de estudio en una red eléctrica rural, se recopilan datos sobre la instalación y las anomalías que se presencian. Para este caso se estudió una derivación monofásica existente, asociada a un elemento de protección cortacircuitos de expulsión cuya matrícula corresponde a FU-N1397 ubicada en el municipio de Terrabona, con este estudio se aspira minimizar las interrupciones de energía que son causadas por las operaciones continuas de este elemento de protección.

También se realiza una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre seccionadores digitales, con esto se pretende obtener información sobre su impacto en la eficiencia operativa y la fiabilidad que proporciona al sistema eléctrico con respecto a la capacidad de responder positivamente cuando la red se encuentre en condiciones anormales o condiciones de falla, reduciendo los tiempos de interrupción y mejorando la capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia. Debido a que se sustituye un elemento de protección convencional y se aplica tecnología con un elemento que es capaz de analizar el estado operativo de la red y en dependencia de la magnitud y las condiciones se efectúa una operación.

Finalmente, se realiza una propuesta de rediseño mediante la aplicación de un elemento y se destaca la importancia de continuar investigando y desarrollando nuevas tecnologías en este campo para abordar los desafíos emergentes en la gestión de la energía eléctrica.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción	1
II.	Antecedentes	3
III.	Justificación	5
IV.	Objetivos	6
V.	Marco Teórico	7
5.1.	Generalidades de las Redes de Distribución	7
5.2.	Estructura de Construcción en Redes de Distribución	7
5.2.1.	Red Radial.....	7
5.2.2.	Red Mallada.....	8
5.3.	Sistema de Protecciones en las Redes de Distribución	8
5.3.1.	Función Principal	8
5.3.2.	Tipos de Fallas	8
5.3.3.	Consecuencias de las Fallas	9
5.4.	Protecciones de Redes de Distribución contra Fallas por Sobrecorriente.....	9
5.4.1.	Aislar Fallas Permanentes.....	9
5.4.2.	Minimizar el Número de Fallas Permanentes y de Salida	10
5.4.3.	Minimizar el Tiempo de Localización de Fallas	10
5.4.4.	Prevenir Contra daño al Equipo	11
5.4.5.	Minimizar la Probabilidad de Caída de Conductores.....	11
5.5.	Tipos de Elementos de Protección para Redes de Distribución Contra Sobrecorrientes	12
5.6.	Aislamiento en Redes de Distribución 13.2 / 7.6 kV	12
5.7.	Tipos de Fallas en los Aisladores de la Red de Distribución	13
5.7.1.	Índice de Confiabilidad de Circuitos Primarios de Distribución	13
5.8.	Marco Legal y Calidad de Servicio.....	14
5.8.1.	Capítulo II. Obligaciones de Calidad para la Empresa de Distribución	14
5.8.2.	Capítulo IV. Continuidad del Servicio	15
VI.	Diseño Metodológico	16
	Capítulo I: Introducción Y Enfoque Metodológico De La Investigación.....	16
6.1.	Situación Actual En La Red De Distribución Nicaragüense.....	16
6.2.	Problemática Con Las Interrupciones De Energía	17

6.3.	Introducción Al Alcance De Estudio	17
6.3.1.	Sector Urbano.....	18
6.3.2.	Sector Rural	18
6.4.	Herramientas Y Fuentes Para La Recolección De Datos Históricos	19
6.4.1.	Sistema De Gestión Comercial	20
6.4.2.	Sistema De Gestión De Incidencias	20
6.4.3.	Base De Datos De Instalación O Módulo De Operación.....	23
6.4.4.	Base De Datos De Gestión	24
6.4.5.	Parámetros De La Red Y Control Por Vía SCADA	25
		26
6.5.	Métodos De Recolección De Datos Históricos	26
6.5.1.	Aplicación Del Módulo De Operación O BDI	26
6.5.2.	Aplicación Del Sistema De Gestión De Incidencias	28
6.6.	Indicadores De Calidad Del Suministro	32
6.6.1.	Indicador FMIK.....	32
6.6.2.	Indicador TTIK.....	32
6.6.3.	Valores De Los Indicadores Aceptables Por El INE	33
6.7.	Indicadores De Calidad Del Suministro Aplicado A Derivación FU-N1397	33
6.7.1.	Cálculo Del FMIK Para El Mes De Julio	33
6.7.2.	Cálculo Del FMIK Para El Mes De Agosto	34
6.7.1.	Cálculo Del FMIK Para El Mes De Septiembre.....	35
6.7.2.	Cálculo Del FMIK Para El Mes De Octubre	35
6.7.1.	Cálculo Del FMIK Para El Mes De Noviembre	36
6.7.1.	Cálculo Del FMIK Para El Mes De Diciembre.....	37
6.8.	Cálculo Del Indicar TTIK Para Los Meses De Estudio.....	37
6.9.	Extracción Y Análisis De Datos Aplicados Al Proyecto.....	38
6.9.1.	Reporte de fallas/avería para el año 2022	39
6.9.2.	Reporte de fallas/avería para el año 2023	40
6.10.	Evaluación De La Protección Principal Y Propuesta De Mejora En El Año 2023, En La Derivación Monofásica FU-N1397 Con El Fin De Reducir Las Interrupciones	42
6.10.1.	Datos Del Descargo Programado Como Propuesta De Resolución	43
6.10.2.	Detalle Completo Del Alcance De Los Trabajos	43
6.11.	Resultados Obtenidos Posterior A La Ejecución Del Descargo	45

6.11.1.	Reporte de fallas/avería para el año 2024	45
Capítulo II: Estudio Y Evaluación Del Seccionalizador Digital SIX-DG		49
6.12.	Descripción Del Equipo.....	49
6.13.	Características Generales Del Seccionalizador Digital	50
6.14.	Composición O Características Físicas Del Seccionalizador Digital.....	51
6.15.	Descripción De Los Componentes Del Seccionalizador Digital.....	52
6.15.1.	Unidad De Control.....	52
6.15.2.	Luz Piloto (Led De Indicación).....	52
6.15.3.	Tubo Conductor	52
6.15.4.	Contacto Superior.....	52
6.15.5.	Contacto Inferior	52
6.15.6.	Mecanismo De Activación	53
6.16.	Secuencia Y Validación Para La Instalación Antes De La Instalación.	53
6.16.1.	Instalación Del Seccionalizador Digital.....	54
6.17.	Aplicaciones Y Operación	54
6.18.	Funcionamiento Del Seccionalizador Digital.....	55
6.18.1.	Modos De Operación.....	56
6.19.	Ventajas De La Implementación Del Seccionalizador Digital En La Red De Distribución	57
6.19.1.	Ventajas Técnicas.....	58
6.19.2.	Ventajas operativas.	58
6.20.	Características Técnicas A Considerar Del Seccionalizador Digital.	59
6.21.	Configuración Y Parámetros.	59
6.21.1.	Modo Umbral	60
6.21.2.	Modo Incremental.....	60
6.21.3.	Parámetros De Tiempo Para La Operación En Modo Umbral	62
6.22.	Programación De Equipo	63
6.23.	Medios De Configuración Y Consulta.....	63
6.23.1.	Software SIGMA SIX.....	64
6.23.2.	Terminal Remota Delta Plus.....	64
6.24.	Conectividad Del Seccionalizador Digital Con Un Sistema SCADA	65
6.25.	Concentrador FTW200.....	66
6.26.	Software De Gestión WinSGR.....	66
6.27.	Protocolo Estándar IEC 60870-5-104	67

6.28.	Efectividad del Seccionalizador Digital.....	67
6.28.1.	Costo de Reemplazo de Fusibles De Expulsión	67
6.28.2.	Problemática Con Los Fusibles.....	68
6.28.3.	Análisis Comparativo	68
VII.	Capítulo III: Análisis De Datos, Validación Y Propuesta De Rediseño	69
7.1.	Análisis en la Gestión de la Red de Distribución de Nicaragua	69
7.2.	Análisis De Interrupciones En La Derivación FU-S2107 De Media Tensión Como Proyecto Piloto.....	71
7.1.	Resultados Obtenidos Mediante La Aplicación Del Seccionador Digital	76
7.1.1.	Análisis Comparativo En Matagalpa (2022-2024)	76
7.2.	Estudio Y Validación Del Perfil De Carga De La Derivación Y Del Circuito	80
7.3.	Propiedades Del Interruptor TRB-L4030	80
7.4.	Parámetros Del Circuito A Tomar En Cuenta Para La Programación	82
7.4.1.	Perfil De Carga Del Circuito.....	82
7.4.2.	Cálculo Del Ajuste De Corriente Del Seccionalizador	85
7.5.	Presentación De Falla Real En El Área De Estudio.....	88
VIII.	Conclusiones.....	96
IX.	Recomendaciones	97
X.	Bibliografía.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Matrículas de protecciones con mayor número de interrupciones en los últimos años</i>	<i>3</i>
Tabla 2	<i>Incidencias de interrupciones de la FU-N1397 con mayor tiempo de duración en el año 2022.....</i>	<i>31</i>
Tabla 3	<i>Valores aceptables por INE para los indicadores de calidad del suministro</i>	<i>33</i>
Tabla 4	<i>Datos de fechas y duración de interrupciones para el cálculo del FMIK en el mes de julio.....</i>	<i>33</i>
Tabla 5	<i>Datos de fechas y duración de interrupciones para el cálculo del FMIK en el mes de agosto.....</i>	<i>34</i>
Tabla 6	<i>Datos de fechas y duración de interrupciones para el cálculo del FMIK en el mes de septiembre.....</i>	<i>35</i>
Tabla 7	<i>Datos de fechas y duración de interrupciones para el cálculo del FMIK en el mes de octubre</i>	<i>35</i>
Tabla 8	<i>Datos de fechas y duración de interrupciones para el cálculo del FMIK en el mes de noviembre.....</i>	<i>36</i>
Tabla 9	<i>Datos de fechas y duración de interrupciones para el cálculo del FMIK en el mes de diciembre.....</i>	<i>37</i>
Tabla 10	<i>Total de horas de interrupción por mes de estudio para el cálculo de indicador TTIK</i>	<i>38</i>
Tabla 11	<i>Resumen de las incidencias registradas</i>	<i>48</i>
Tabla 12	<i>Ajustes y propiedades del interruptor de media tensión</i>	<i>81</i>
Tabla 13	<i>Valores de corriente de demanda máxima</i>	<i>84</i>
Tabla 14	<i>Cargabilidad consolidado de circuitos de distribución.....</i>	<i>84</i>
Tabla 15	<i>Ajuste de disparo del interruptor TRB-L4030.....</i>	<i>85</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Circuitos de distribución en sector norte</i>	<i>18</i>
Figura 2	<i>Vista de los circuitos TRB4030, TRB4010 y SNR4020</i>	<i>19</i>
Figura 3	<i>Interfaz de inicio al Sistema De Gestión Comercial</i>	<i>20</i>
Figura 4	<i>Interfaz de inicio al Sistema de Gestión de Incidencias</i>	<i>21</i>
Figura 5	<i>Interfaz principal del Sistema de Gestión de Incidencias.....</i>	<i>23</i>
Figura 6	<i>Interfaz del Módulo de Operación.....</i>	<i>24</i>

Figura 7 Interfaz de la Base de Datos de Gestión.....	25
Figura 8 Interfaz de SCADA de la empresa Disnorte Dissur.....	26
Figura 9 Representación en BDI del centro de transformación como referencia aguas abajo de la FU-N1397	27
Figura 10 Suministros NIS que son alimentados por el transformador de referencia	28
Figura 11 Avisos de incidencias por cliente y referencia para la recolección de históricos.....	29
Figura 12 Recolección de datos mediante la interfaz del Sistema de Gestión de Incidencias.....	30
Figura 13 Número de interrupciones en el año 2022 derivación Monofásica FU-N1397.....	39
Figura 14 Causas de incidencias registradas durante el año 2022 derivación Monofásica FU-N1397	40
Figura 15 Número de interrupciones en el año 2023 derivación Monofásica FU-N1397.....	41
Figura 16 Causas de incidencias registradas durante el año 2023 derivación Monofásica FU-N1397	41
Figura18 Causas de incidencias registradas durante el año 2024 (enero-agosto) derivación FU-N1397	46
Figura19 Gráfica comparativa de las interrupciones por año.....	48
Figura 20 Composición física del Seccionador Digital	51
Figura21 Representación pasó a paso para la instalación	53
Figura 22 Diagrama Operación En Modo Monofásico.....	56
Figura 23 Diagrama De Operación y Coordinación En Modo Trifásico Por Radio Frecuencia	56
Figura 24 Diagrama Funcional Ante La Detección De Una Falla Permanente.....	57
Figura 25 Detección por corriente de falla por encima del umbral de corriente	60
Figura 26 Detección por corriente de incremento en un período de tiempo	60
Figura 27 Gráfica de la operación del Seccionador Digital ante los momentos de falla	62
Figura 28 Interfaz del Software SIGMA SIX para la configuración del Seccionalizador	64
Figura 29 Programación inalámbrica, consulta de estadísticas mediante la terminal remota Delta PLUS...65	
Figura 30 Derivación Trifásica SA-S2107 representada en el módulo de operación.....	71
Figura 31 Información de alta, puesta en servicio del Seccionador Digital SA-S2107	72
Figura 32 Causas de incidencia antes de instalar el seccionador digital en la Derivación Trifásica FU-S2107	73

Figura 33 Interrupciones antes de instalar el seccionador digital en la Derivación Trifásica FU-S2107	73
Figura 34 Porcentaje de Fallas en la Red Eléctrica Derivación Trifásica FU-S2107	74
Figura 35 Causas de incidencia después de instalar el seccionador digital en la Derivación Trifásica FU-S2107	75
Figura 36 Interrupciones después de instalar el seccionador digital en la Derivación Trifásica SA-S2107	75
Figura 37 Comparación de las interrupciones antes y después de la instalación del equipo	77
Figura38 Comparación de Incidencias por Año Derivación monofásica FU-N1397	77
Figura39 Análisis comparativo Derivación monofásica FU-N1397	78
Figura40 Porcentaje de Fallas en la Red Eléctrica Derivación FU-N1397	79
Figura 42 Resultados del filtro aplicado obtener el perfil de carga.....	83
Figura 41 Interfaz para obtener histórico de analógicos de un circuito	83
Figura 43 Programación del seccionalizador aplicable para la derivación FU-N1397	87
Figura 44 Circuito TRB-L4030 bajo condiciones de falla.....	88
Figura 45 Representación de la gráfica potencia-tiempo del circuito TRB-L4030 en interfaz SCADA	89
Figura 46 Distancia desde Ocalca, San Ramón hasta Santa Juana, Ciudad Darío.....	90
Figura 47 Información de bitácora de datos del disparo de circuito	91
Figura 48 Posicional del TRB-L4030 con los puntos de seccionamiento.	92
Figura 49 Circuito TRB-L4030 en servicio, seccionado en la FU-N1397.....	93
Figura 50 Referencia eléctrica de la falla ocasionante del disparo de circuito TRB-L4030.....	94
Figura 51 Referencia eléctrica representada en el módulo de operación	95

I. Introducción

El Sistema Eléctrico Nicaragüense está compuesto por centrales generadoras, líneas de transmisión y subestaciones eléctricas, que son cruciales para la recepción y distribución de energía a consumidores de diversas escalas. Los interruptores de potencia, instalados principalmente en las subestaciones del Sistema Interconectado Nacional (SIN), tienen la función de conectar, seccionar y aislar equipos primarios de la red en condiciones anormales y de falla. Dada su importancia, es esencial que estos interruptores y otros equipos primarios de las subestaciones se mantengan en óptimas condiciones. Esto requiere la modernización de los interruptores que ya no cumplen con los estándares de capacidad y calidad, asegurando así la confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico.

Análogamente, describimos el concepto del comportamiento e importancia de estos interruptores de potencia frente a las protecciones eléctricas de la red de distribución nicaragüense. Actualmente, en las instalaciones del COR de la empresa distribuidora Disnorte-Dissur, se observa que ciertos sectores sufren interrupciones constantes y prolongadas de energía, esto se evidencia en los numerosos reportes de clientes que ingresan al SGI, indicando interrupciones totales del suministro eléctrico, a causa de que las redes de distribución en Nicaragua, especialmente en sectores rurales, están sujetas a una gran variedad de fenómenos inimaginables, entre otros factores que ocasionan una falla transitoria o temporal en la línea, dañando los fusibles y afectando el suministro eléctrico en sectores específicos.

De acuerdo con (Instituto Nicaragüense de Energía, 1999) dentro de las obligaciones generales se determina que, es responsabilidad de cada empresa de distribución prestar el servicio público de distribución a todos los clientes que estén en su área de concesión, con un nivel de calidad satisfactorio acorde con

los parámetros mínimos establecidos en la presente normativa, realizando para ello los trabajos e inversiones necesarios. El incumplimiento de las pautas preestablecidas dará lugar a la aplicación de descuentos tarifarios a la empresa de distribución, cuyo cálculo se basará en el perjuicio económico que le ocasiona al cliente recibir un servicio en condiciones no satisfactorias y de acuerdo a las normas establecidas.

Tanto el aspecto técnico del servicio como el comercial deben responder a normas de calidad. Para ello el INE velará, que la Empresa de Distribución cumpla con:

- ✓ La calidad de la tensión suministrada.
- ✓ La continuidad del servicio.
- ✓ La calidad del servicio comercial

Estos antes mencionados se denominan aspectos de la calidad sujetos al control (Instituto Nicaraguense de Energía, 1999).

Por ello, se propone un rediseño de red con seccionadores digitales, ya que, por su principio de funcionamiento y su tecnología de aplicación, se descartan las interrupciones en la red de distribución por corrientes de fallas de tipo transitorias, que ocasionan las reiteradas operaciones de los seccionadores cortacircuitos fusible. Esto como parte de un proyecto de investigación, extensión y vinculación para reducir las afectaciones de los suministros propios del circuito TRB-L3040, dado que naturalmente, la mayor parte del trayecto de la red, atraviesa por zonas rurales y con abundante vegetación. Comprendiendo estos conceptos, se expondrá una solución a los tiempos de interrupción de energía, que permita reducir económicamente hablando, la operativa común de costos por necesidad y movilización de las Brigadas de Operación de Mantenimiento (BOM) de la empresa distribuidora de energía (DISNORTE-DISSUR).

II. Antecedentes

Se realizó una investigación sobre las normativas y leyes de Nicaragua sobre la industria eléctrica para soporte del presente proyecto, incluyéndose o destacándose de las siguientes:

- a) Normativa de calidad del servicio.
- b) Aclaraciones y modificaciones a la normativa de servicio eléctrico.
- c) Normativa de multas y sanciones junio, 2000.

Se realizó una investigación utilizando la base de datos de instalaciones (BDI), y el sistema de gestión de incidencias (SGI) de la distribuidora de energía Disnorte Dissur, para la extracción y validación de los elementos repetidos y la cantidad de aperturas de la protección principal que abastece un 35% del circuito que alimenta al sector de Terrabona (FU-N1397¹) que es el enfoque del proyecto, donde se extrajeron la base datos de las incidencias del comportamiento en los dos últimos años y el año en curso. Obteniéndose los siguientes datos: en el año 2022 un total de 55 operaciones, en el año 2023 un total de 63 operaciones, y para el año en curso hasta el mes de marzo 2024, se tiene un total de 4 operaciones².

Tabla 1

Matrículas de protecciones con mayor número de interrupciones en los últimos años

Item	Elemento	Circuito	Sector	S1	S2	2023				2022											
						S3	S4	Feb	Ene	Dic	Nov	Oct	Sep	Ago	Jul	Jun	May	Abr	Mar		
1	FU-S2759	SJS4020	SUR	5	8	1	0	14	2	7	4	6	4	2	2	10	2	5	0		
2	FU-M2293	TCPII3030	MANAGUA	4	3	3	1	11	1	1	2	3	2	4	0	0	2	0	1		
3	FU-N3736	SKL4020	NORTE	0	5	4	1	10	0	8	3	6	4	6	5	1	3	2	6		
4	FU-S1216	BZN3010	SUR	3	3	3	1	10	3	2	2	11	5	6	7	3	0	4	2		
5	FU-N3498	AST4010	NORTE	0	3	2	4	9	3	4	1	2	5	3	1	1	1	3	5		
6	FU-W2731	ESC4010	OCCIDENT	2	1	3	3	9	0	2	2	0	7	2	4	3	4	3	0		
7	FU-S2115	RIV4070	SUR	1	3	5	0	9	2	3	8	6	1	3	1	2	2	4	1		
8	FU-N1287	MTGII4030	NORTE	0	3	3	2	8	2	1	1	1	3	1	0	1	2	0	0		
9	FU-M4548	CFS3010	MANAGUA	0	4	3	1	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
10	FU-E2350	AMR4010	ORIENTE	3	2	2	1	8	5	4	8	5	7	5	2	4	7	10	3		
11	FU-M2632	TCP3020	MANAGUA	3	4	1	0	8	3	1	1	3	3	1	0	0	1	0	0		
12	FU-N2973	SNR4010	NORTE	2	3	2	1	8	5	8	10	2	4	3	2	0	0	0	0		
13	FU-E1339	BCO4030	ORIENTE	1	2	2	3	8	1	6	11	6	3	5	5	9	4	2	3		
14	FU-S1654	MTP3030	SUR	0	1	4	2	7	1	1	1	5	5	3	3	1	1	2	2		
15	FU-N1397	TRB4030	NORTE	0	1	5	1	7	4	4	10	5	10	2	7	6	3	0	2		
16	FU-N3024	AST4010	NORTE	1	3	3	0	7	1	1	3	1	6	3	1	0	1	2	0		
17	FU-S1206	BZN3010	SUR	6	1	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
18	FU-N1629	PCA4010	NORTE	1	3	2	1	7	1	7	8	4	5	5	4	4	5	0	0		
19	FU-N1543	ETM4020	NORTE	2	3	1	1	7	2	7	3	4	2	4	1	4	1	3	1		
20	FU-M3431	SRS4040	SUR	4	0	2	1	7	3	2	0	2	2	3	0	1	2	2	0		

¹ Matrícula del elemento principal de protección de la línea.

² Véase más a detalle en Anexos.

Este filtro de información da lugar a una serie de preguntas e hipótesis por parte de operadores del COR y personal de mantenimiento de los distintos sectores del área de concesión de la distribuidora, entre ellas. ¿A qué se deben estas constantes interrupciones?

La respuesta se debate entre el reporte de fallas/avería por parte del personal técnico de las BOM de las EECC³ y por personal del área de elementos repetidos de la empresa distribuidora, ambos como tal, tienen asignado brindar información resumida y veraz acerca de las averías existentes y las posibles causas de la operación del interruptor de una derivación, pero no siempre se cumple de esta manera.

Sea por falta de acceso para determinar el alcance de los trabajos y en el peor de los casos por falta de compromiso y negligencia como agente/técnico capacitado, lo que da lugar a decisiones momentáneas inadecuadas, hasta trabajos de mantenimiento correctivos no ejecutados correctamente. Sea cual sea el caso, no se resuelve la problemática actual con el tema de las operaciones constantes de la red, esto lleva a la búsqueda de alternativas.

³ Empresas contratistas (Destacan Cubas Eléctrica, COENICSA, SERCONISA, COINGELSA, CONISER).

III. Justificación

Las características que radican para un funcionamiento óptimo del sistema en la red de distribución ante una falla, son la fiabilidad, el tiempo requerido para la detección, aislamiento y restauración del sistema. Y para cualquier de los casos anteriormente mencionados, se necesita de un sistema de protecciones capaz de detectar y eliminar los incidentes provocados en la red de distribución. Traduciendo estos conceptos y aplicándolos a la selección de un dispositivo que sea capaz de brindar confiabilidad al momento de aislar una anomalía y al mismo tiempo permitir la continuidad de la tensión suministrada en caso de que la falla en la red no amerite un seccionamiento, lo encontramos en los seccionadores digitales.

Considerando que el 85 % de las fallas son de tipo transitorias debidas entre otros a descargas atmosféricas, vegetación y fauna, aisladores deteriorados, altas condiciones de contaminación. Estas fallas se traducen en costos adicionales para la operación ya que implican: desplazamiento de personal (El costo promedio equivale al costo de un cortacircuitos), indisponibilidad de los activos (Los procesos productivos se detienen). Tomando en cuenta que exista un cortacircuitos convencional, ya que por su principio de funcionamiento no discrimina la corrientes de falla.

La aplicación del seccionalizador es justificado ya que este equipo solo abre en fallas permanentes, es decir, solo opera ante el 15 % de las fallas (Celsa, 2020). Lo que representa un beneficio económico y mejora la continuidad del servicio. Además, su integración con sistemas SCADA permite un monitoreo eficiente y una respuesta rápida ante fallas. Por lo tanto, se propone un rediseño de la red mediante la sustitución de protecciones convencionales por seccionadores digitales para mejorar la calidad y continuidad del servicio eléctrico.

IV. Objetivos

General:

- Elaborar una propuesta de rediseño que permita disminuir el tiempo de las interrupciones de energía en la red de distribución eléctrica del municipio de Terrabona, para garantizar la continuidad del servicio eléctrico de los habitantes.

Específicos:

- Analizar las anomalías que inciden en la operación constante de la protección principal mediante el estudio del reporte de fallas/averías del circuito.
- Estudiar las características técnicas de los seccionadores digitales con el fin de evaluar su capacidad en la reducción de los tiempos de respuesta ante fallas.
- Proponer un rediseño del elemento principal de protección eléctrica del circuito, tomando en cuenta los resultados del análisis de fallas.

V. Marco Teórico

5.1. Generalidades de las Redes de Distribución

El sistema de distribución es una parte del sistema eléctrico en la cual su principal función es suministrar la energía eléctrica desde su origen (subestación) hasta los usuarios finales independientes, compuesta por elementos como la subestación con su conjunto de equipos correspondientes, circuito primario y circuito secundario. Antes de la etapa de distribución la antecede un sistema de generación y transporte de energía configurada por una red de derivación mediante anillos para llegar a grandes centros de transformación. La red de distribución primaria está comprendida en niveles de tensión que van desde 13.2 kV hasta los 24.9 kV a 60 Hz para el sistema eléctrico nicaragüense (Energía Sociedad , 2011)

Los sistemas eléctricos pueden clasificarse por su nivel de tensión. Existen diferentes formas o arreglos topológicos para la distribución de la energía. Se tiene muy presente para los diseños de distribución el factor de regulación el cual es indispensable para evitar grandes caídas de tensión y realizar la mejor selectividad del cable conductor y garantizar la estabilidad del sistema. Las redes enmalladas cubren gran parte del centro de consumo en el país (población, grandes industrias, comercio) uniando las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación (Ramírez Castaño, Samuel, 2003)

5.2. Estructura de Construcción en Redes de Distribución

5.2.1. Red Radial

Su característica es que solo uno de los extremos transmite la energía de forma radial. La transmite a receptores y al emisor. Su principal ventaja es su simplicidad y lo fácil que resulta equiparlas con protección. Su principal inconveniente es su falta de garantía de servicio.

5.2.2. Red Mallada

Para este tipo de red de distribución hay que colocar interruptores en la red. En el momento en el que se produce el cortocircuito se abren los interruptores más cercanos y entonces se deja que el suministro llegue al resto de puntos. La principal ventaja es que es muy segura y es fácil de mantener en funcionamiento en las mejores condiciones (Energia Sociedad , 2011)

5.3. Sistema de Protecciones en las Redes de Distribución

5.3.1. Función Principal

La función principal de un sistema de protección es fundamentalmente la de causar la pronta remoción del servicio cuando algún elemento del sistema de potencia sufre un cortocircuito, o cuando opera de manera anormal. Existe además una función secundaria la cual consiste en proveer indicación de la localización y tipo de falla.

5.3.2. Tipos de Fallas

Se define el término falla como cualquier Sustitución no planeado en las variables de operación de un sistema de potencia, también es llamada perturbación y es causada por:

- ✓ Falla en el sistema de potencia (Cortocircuito),
- ✓ Falla extraña al sistema de potencia (En equipo de protección),
- ✓ Falla de la red (Sobrecarga, fluctuación de carga, rayos, contaminación, sabotajes, daños).
- ✓ Fallas tipo derivación: flameos: El 72% de las fallas son monofásicas, el 22% de las fallas involucran dos fases, el 6% de las fallas son trifásicas.

- ✓ Falla tipo serie (fase abierta): Polo abierto de interruptor, rotura del conductor de fase.

5.3.3. Consecuencias de las Fallas

Al cambiar las condiciones de operación de un sistema eléctrico se presentan consecuencias no deseadas que alteran el equilibrio esperado, ellas son:

- ✓ Fluctuaciones severas de voltaje.
- ✓ Desbalanceo que ocasionan operación indebida de equipos.
- ✓ Fluctuaciones de Potencia.
- ✓ Prolongados cortes de energía que causan desde simples incomodidades hasta grandes pérdidas económicas a los usuarios, dependiendo de si este es residencial, comercial o industrial.
- ✓ Daños graves a equipos y personas.
- ✓ Aparición de tensiones peligrosas en diferentes puntos del sistema

Las corrientes de cortocircuito causan sobrecalentamiento y la quema de conductores y equipos asociados, aumento en las flechas de conductores (Efectos térmicos), movimientos en conductores, cadenas de aisladores y equipos (Efectos dinámicos) (Ramírez Castaño, Samuel, 2003).

5.4. Protecciones de Redes de Distribución contra Fallas por Sobrecorriente

Los sistemas de protecciones tienen las siguientes funciones de protección contra sobre corrientes:

5.4.1. Aislar Fallas Permanentes

La primera de las funciones del sistema de protección contra sobre corrientes es aislar fallas permanente. Una falla permanente en un circuito radial

puede ser aislada por la función de un elemento fusible lateral, o por la operación de un seccionalizador. Sin embargo, si se omiten los seccionalizadores y fusibles, una falla en un lateral deberá ser despejada por la operación del interruptor de potencia o del reconectador en la subestación. Esto podría causar un "apagón" de tipo permanente a todos los consumidores. El restaurador central utilizado en el alimentador tiene como función aislar la sección no fallada cuando ocurra una falla permanente. En este caso el número de consumidores afectados es grande y, por tanto, se deben tomar medidas que lleven a minimizar las fallas en el alimentador cuando sean de naturaleza permanente.

5.4.2. Minimizar el Número de Fallas Permanentes y de Salida

La segunda función del sistema de protección contra sobrecorrientes es desenergizar rápidamente fallas transitorias antes de que se presente algún daño serio que pueda causar una falla permanente. Cuando la función se realiza exitosamente, los consumidores experimentan sólo una falta de energía transitoria, si el dispositivo que desenergiza la falla, ya sea un restaurador o un interruptor de potencia, es automáticamente restaurado para reenergizar el circuito. Sin embargo, no es posible prevenir que la totalidad de las fallas transitorias no se vuelvan permanentes o causen "apagones" permanentes debido al tiempo limitado requerido para desenergizar el circuito fallado. La velocidad a la cual el circuito fallado se desenergiza en un "factor crítico" que determina cuando una falla transitoria se vuelve permanente o causa una falla permanente. Indistintamente, la aplicación de dispositivos de operación rápidos y de restauración automática reducen el número de fallas permanentes y minimizan el número de interrupciones

5.4.3. Minimizar el Tiempo de Localización de Fallas

Esta es otra función del sistema de protección contra sobre corrientes. Por ejemplo, si los circuitos laterales estuvieran sólidamente conectados al alimentador principal y no se instala el restaurador central en el alimentador, una

falla permanente en cualquiera de los circuitos laterales o en el alimentador principal obligaría al restaurador o al interruptor de potencia en la subestación a operar y pasar a la posición de "bloqueo" permanente, causando un "apagón" a todos los consumidores.

Estos consumidores, "fuera de servicio", al quejarse a la compañía suministradora de energía eléctrica, no proporcionarían un patrón que ayude a localizar la falla, y un tiempo muy prolongado podría requerir el recorrido de línea para localizarla.

Por el contrario, con la instalación de dispositivos de seccionamiento en los laterales y el alimentador principal, los usuarios "fuera de servicio" ayudarían en la definición del área donde la falla se localiza. Asimismo, los dispositivos de seccionamiento usualmente dan una indicación visual de operación que asiste a la localización de fallas. Para reducir el tiempo requerido, los dispositivos de protección contra sobre corrientes deben ser cuidadosamente coordinados, para que sólo el dispositivo más cercano a la parte con falla permanente opere y entre a la posición de bloqueo.

5.4.4. Prevenir Contra daño al Equipo

La cuarta función es prevenir contra daño al equipo no fallado (barras conductoras, cables, transformadores). Todos los elementos del sistema de distribución tienen una curva de daño, de tal forma que, si se excede ésta, la vida útil de los elementos se ve considerablemente reducida. El tiempo que dure la falla y la corriente que lleva consigo, combinadas, definen la curva de daño. Estas curvas deben ser tomadas en cuenta en la aplicación y coordinación de los dispositivos de protección contra sobre corrientes.

5.4.5. Minimizar la Probabilidad de Caída de Conductores

La quinta función es minimizar la posibilidad de que el conductor se queme y caiga a tierra debido al arqueo en el punto de falla. Es muy difícil establecer

valores de corriente contra tiempo para limitar el daño en los conductores durante fallas de arco debido a las múltiples condiciones variables que afectan este hecho.

Esto incluye valores de corriente de falla, velocidad y dirección del viento, calibre de conductores y tiempo de despeje de los dispositivos de protección. Para fallas de arco en conductores cubiertos donde las terminales que definen el arco no se mueven o lo hacen sólo en una corta distancia, el conductor puede resultar quemado (Ramírez Castaño, Samuel, 2003).

5.5. Tipos de Elementos de Protección para Redes de Distribución Contra Sobrecorrientes

- ✓ Interruptor Telecontrolado ó reconectador
- ✓ Seccionador corta circuitos fusible

5.6. Aislamiento en Redes de Distribución 13.2 / 7.6 kV

Un aislador eléctrico es un componente utilizado para interrumpir o bloquear el flujo de corriente eléctrica entre dos partes conductoras que están a diferentes potenciales eléctricos. Su función principal es proporcionar aislamiento y evitar el paso de corriente eléctrica no deseada, además de garantizar la seguridad, el rendimiento y la fiabilidad del sistema eléctrico al mantener el aislamiento y evitar posibles fallas o accidentes eléctricos. No obstante, es importante tener en cuenta que cada sistema eléctrico tiene requisitos y desafíos únicos para la elección del mejor aislador en líneas de distribución, por lo que se deben considerar factores como la carga eléctrica, el nivel de tensión de operación, el entorno de la línea, el nivel de contaminación, la frecuencia de tormentas y otros elementos de la ubicación que tiene que ver con las necesidades específicas del sistema eléctrico.

Según (Structuralia, 2018) los aisladores en líneas eléctricas de media tensión son los elementos que cumplen la función de sujetar mecánicamente a los conductores que forman parte de la línea, manteniéndolos aislados de tierra y de otros conductores. A continuación, se mencionan los tipos de aisladores que se encuentran instalados sobre la red de distribución nicaragüense.

- Aislador de porcelana
- Aislador de vidrio
- Aislador tipo composite

5.7. Tipos de Fallas en los Aisladores de la Red de Distribución

Los aisladores eléctricos cumplen una función esencial dentro del sistema de seguridad eléctrico. La ausencia de uno de estos materiales en determinadas instalaciones, repercute en la actividad de distintas operaciones y puede generar grandes incendios y fallos severos. Por este motivo, cuando se habla de aislantes eléctricos, también se habla de seguridad, pues son términos que van de la mano y representan la resistencia necesaria para el óptimo servicio de la energía, así la operación correcta de la misma, el material aislante debe encontrarse en correcto estado, ya que este al no encontrarse en condiciones adecuadas, puede ofrecer anomalías en la red de distribución como:

5.7.1. Índice de Confiabilidad de Circuitos Primarios de Distribución

Según (GAL Electric, 2020) algunos de estos mecanismos de degradación son:

- ✓ Diversas formas de falla mecánica de la barra de fibra de vidrio.
- ✓ Formación de caminos conductores en la superficie del material aislante.
- ✓ Aparición de partículas del relleno en la superficie aislante.
- ✓ Daños por arco de potencia.
- ✓ Daños por perforación.

- ✓ Separación o apertura del material aislante.
- ✓ Daños por vandalismo (golpes y roturas en los aislamientos)
- ✓ Temperatura y humedad
- ✓ Polvo y suciedad
- ✓ Sobretensiones
- ✓ Sobrecorrientes
- ✓ Descargas atmosféricas

5.8. Marco Legal y Calidad de Servicio

La Ley introdujo nuevas disposiciones respecto de la seguridad y calidad de servicio de los sistemas eléctricos. Así, deberá establecer los requisitos técnicos mínimos que debe cumplir toda instalación que se interconecte al sistema eléctrico, sean estas empresas generadoras, transmisoras, distribuidoras o clientes no sometidos a regulación de precios, y que sean exigibles conforme a la normativa vigente, en términos de su aporte a los objetivos de seguridad y calidad de servicio.

5.8.1. Capítulo II. Obligaciones de Calidad para la Empresa de Distribución

5.8.1.1. NCS 2.1.1 Obligaciones Generales.

Es responsabilidad de cada Empresa de Distribución prestar el Servicio Público de Distribución a todos los Clientes que estén en su área de Concesión, con un nivel de calidad satisfactorio acorde con los parámetros mínimos establecidos en la presente Normativa, realizando para ello los trabajos e inversiones necesarios. El incumplimiento de las pautas preestablecidas dará lugar a la aplicación de descuentos tarifarios a la Empresa de Distribución, cuyo cálculo se basará en el perjuicio económico que le ocasiona al Cliente recibir un servicio en condiciones no satisfactorias y de acuerdo a las normas establecidas.

5.8.2. Capítulo IV. Continuidad del Servicio

5.8.2.1. NCS 4.1.1 Objeto de Control. La continuidad del servicio se evaluará sobre la base de los siguientes indicadores:

- i) Frecuencia de las interrupciones, entendiendo como tal a la cantidad de veces en un periodo determinado que se interrumpe el suministro al Cliente
- ii) Duración total de la interrupción, definido como el tiempo total que el cliente ha quedado sin suministro en el período considerado.

VI. Diseño Metodológico

Capítulo I: Introducción Y Enfoque Metodológico De La Investigación

6.1. Situación Actual En La Red De Distribución Nicaragüense

De acuerdo con (Empresa Nacional de Transmisión de Energía, 2023) dentro del sistema de distribución nicaragüense se cuenta con la presencia de sesentainueve (69) subestaciones eléctricas con doscientos quince (215) circuitos de distribución entre los cuales son alimentados veintidós mil (22,000) kilómetros de red aproximadamente, entre los cuales se pretende brindar la continuidad del servicio eléctrico en sus áreas de concesión. Dentro de los objetivos estratégicos se destacan, incrementar la satisfacción de suministros y grandes clientes a través de la calidad de servicio y mejorar la eficiencia operativa (reducir costos por visitas de campo). Sin embargo, no siempre se logra de esta manera por el tema de las interrupciones que a diario se presencian a nivel nacional, esto es una problemática que impulsa a la búsqueda de estrategias y propuestas de resolución, lo que lleva a empresas Disnorte Dissur y ENATREL por medio del programa de sostenibilidad del sector eléctrico de Nicaragua (PSSN) modernizar la red de distribución a nivel nacional, mediante la aplicación de elementos telecontrolados.

Según (Empresa Nacional de Transmisión de Energía, 2023) el control de estos equipos se realiza desde el centro de operación de la red, se conectan por medio de fibra óptica o tarjetas de transporte de datos móviles, la configuración como tal es realizada por el área de subestaciones eléctricas de Disnorte Dissur, cuya función es la de configurar el módulo de control de los equipos para poder realizar las pruebas e integración al sistema Smart-Grid vía SCADA mediante el protocolo de comunicación IEC-104. La comunicación se efectúa a través de módems GPRS y fibra óptica en las subestaciones eléctricas.

6.2. Problemática Con Las Interrupciones De Energía

Según un reportaje de un medio de comunicación, cortes de energía sin aviso y perjuicios de los que nadie se hace responsable (Despacho 505, 2024). Es la queja de cientos de abonados de la empresa Disnorte - Dissur en diferentes municipios del país que dependiendo de la zona llevan semanas y hasta meses padeciendo interrupciones.

Tomando en cuenta este comentario el cual es acertado, confirmado por la cantidad de reportes que ingresan al SGI, partimos hacia un enfoque de uno de los sectores que se ha visto más afectado por estas interrupciones.

El circuito TRB-L4030 no solo abastece a una significativa cantidad de clientes, de 4558 en total, sino que también incluye a 45 clientes importantes que desempeñan un rol crucial en la economía local. Tratándose de 43 instituciones del estado y 2 clientes de ENACAL. Estos clientes se destacan como los beneficiarios directos del proyecto de mejora planificado, el cual tiene como objetivo principal la implementación de seccionadores digitales para optimizar la gestión de la red y reducir las pérdidas económicas asociadas a las fallas registradas.

6.3. Introducción Al Alcance De Estudio

Dentro del municipio de Terrabona, ubicado en el departamento de Matagalpa, se encuentra la Subestación Terrabona. Esta subestación es el corazón del suministro eléctrico local, operando a través de dos circuitos claves, cuya nomenclatura son TRB-L4030 y el TRB-L4010. En el contexto de este estudio, se centra específicamente en el circuito TRB-L4030 y derivación FUN1397 debido al alto volumen de operaciones que se registra en el sistema en el centro de operaciones de la empresa distribuidora.

6.3.1. Sector Urbano

El Mitch, La Esperanza, Linda Vista.

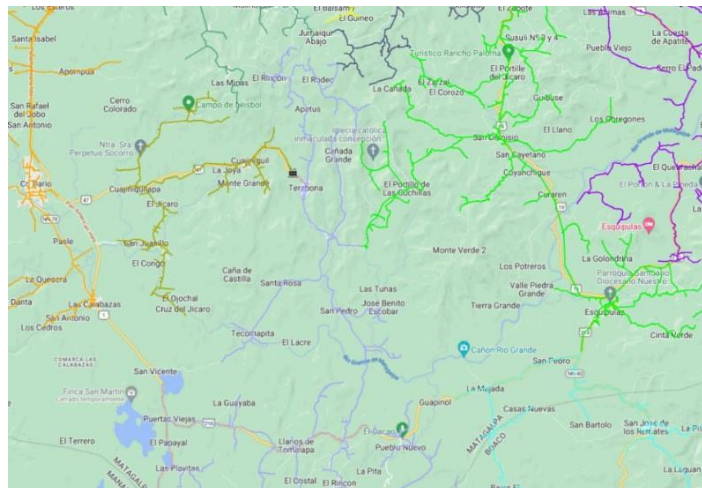
6.3.2. Sector Rural

El municipio cuenta con una cabecera municipal del mismo nombre, subdivididas en 23 comunidades siguientes: San Pedro, Chagüite, Bacacán, La Ceiba, El Bálsamo, Montaña Grande, Payacuca, Apatú, El Hatillo, El Rodeo, El Rincón, El Caracol, Ojo de Agua, Monte Grande, La Joya, Cuajiniquil, Caña de Castilla, Las Delicias, La Ceiba, San Agustín, La Pita, San José, La Picota, Santa Rosa y Monte Verde.

Trasladándonos a la distribución de redes de media tensión, se puede observar el circuito TRB-L4030 en color violeta claro, mismo que cubre a la cabecera del municipio, la mayor parte de las comunidades antes mencionadas, con sus respectivos límites.

Figura 1

Circuitos de distribución en sector norte

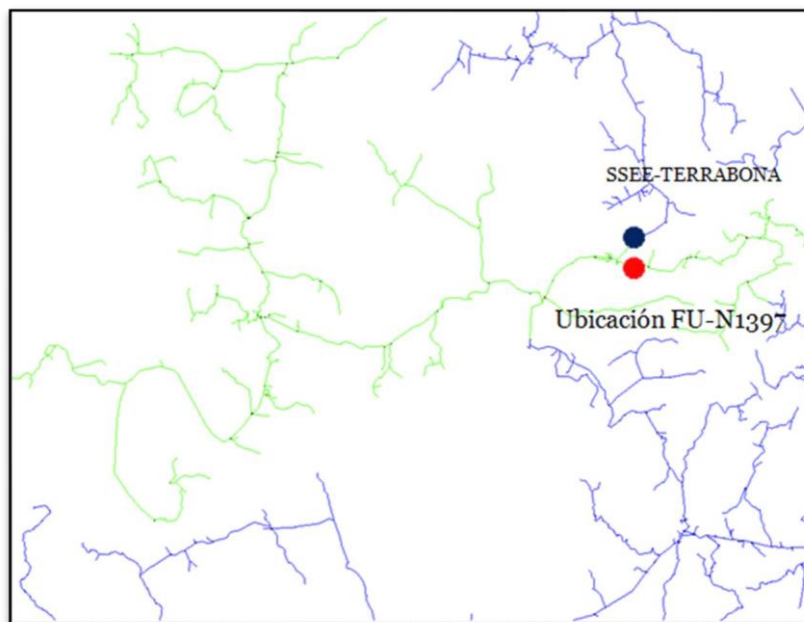


Nota: Obtenido del mapa de redes de distribución en Google Maps.

Acercándonos en el espacio dimensional al costado norte del complejo educativo “Divino Niño” nos encontramos al elemento base del estudio de esta investigación. La protección eléctrica matriculada en poste Disnorte como “FU-N1397” derivación que alimenta a las comunidades de Payacuca, Chagüite, El Bacacán, Apatú, El Hatillo, El Rodeo, La Ceiba, La Pita, Monte Verde y sectores aledaños. Cuya extensión oscila entre los 14 y 16 kilómetros de red aproximadamente.

Figura 2

Vista de los circuitos TRB4030, TRB4010 y SNR4020



Nota: En la figura se muestra el dominio total del circuito TRB-L4030 en color verde, extraído de la base de datos de instalación BDI.

6.4. Herramientas Y Fuentes Para La Recolección De Datos Históricos

Para el procedimiento del análisis de fallas es necesario detallar las fuentes de información y recolección de datos que se utilizarán en la investigación. Se describirán las fuentes primarias como SGI, módulo de operación o BDI y BDG explicando cómo se obtendrán y utilizarán los datos históricos. Además, se presentarán los métodos cualitativos y cuantitativos que se emplearán para

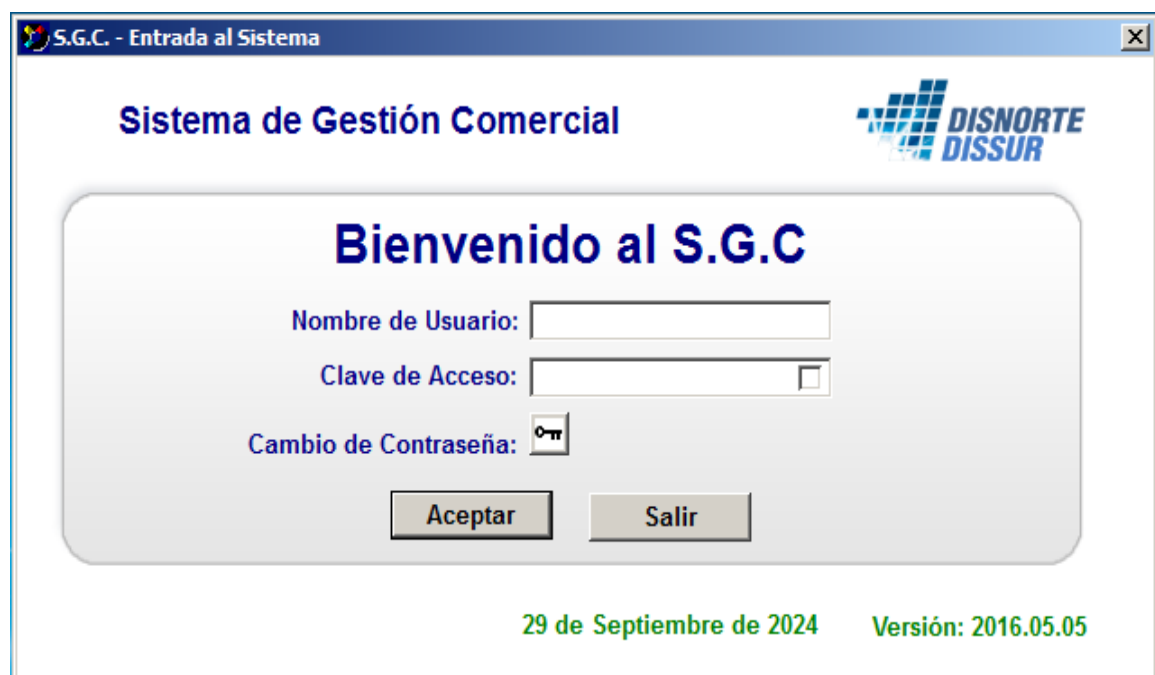
recolectar datos relevantes, incluyendo el uso de herramientas y software específicos. En esta sección se va a garantizar la validez y confiabilidad de los datos recolectados, fundamentales para el análisis posterior.

6.4.1. Sistema De Gestión Comercial

Esta herramienta nos permite tener una relación directa con la información de cualquier suministro con un numero NIS4 asociado, destacando los datos propios de él, como la potencia instalada, la tarifa contratada, tipo de conexión, histórico de incidencias propias del suministro, ciclo comercial etc.

Figura 3

Interfaz de inicio al Sistema De Gestión Comercial



The screenshot shows a web browser window titled "S.G.C. - Entrada al Sistema". The main heading is "Sistema de Gestión Comercial" in blue, with the "DISNORTE DISSUR" logo to the right. A large, rounded rectangle in the center contains the text "Bienvenido al S.G.C" in bold blue. Below this, there are three input fields: "Nombre de Usuario:" followed by a text box, "Clave de Acceso:" followed by a text box with a small square icon to its right, and "Cambio de Contraseña:" followed by a small icon. At the bottom of the central area are two buttons: "Aceptar" and "Salir". At the very bottom of the window, the date "29 de Septiembre de 2024" and the version "Versión: 2016.05.05" are displayed in green.

6.4.2. Sistema De Gestión De Incidencias

El SGI ofrece un entorno para la gestión de las incidencias que existen en tiempo real, ya sean de tipo programadas o imprevistas. Se define como

⁴ Número de identificación del servicio

incidencias programadas a todas aquellas que previamente han sido notificadas por la empresa distribuidora y que en el mayor de los casos son asociadas a un descargo programado y las incidencias de tipo imprevistas se definen como interrupciones de tipo transitorias o permanentes en el sistema de distribución (se incluye la parte de transmisión) y son detectadas mediante los reportes que ingresan en el SGI o incidencias generadas automáticamente por vía SCADA.

Figura 4

Interfaz de inicio al Sistema de Gestión de Incidencias

DISNORTE-DISSUR
S.G.I.
Sistema de Gestión de Incidencias

29 de Septiembre de 2024

Usuario:

Clave:

Nueva Clave:

Aceptar **Salir**

Versión 2001.2-

6.4.2.1. Incidencias Por Descargo Programado

Son aquellas incidencias generadas por la BDI y SGI, asociadas a trabajos de mantenimiento que se ejecutan en la red de distribución, con el fin de mantener los criterios de calidad establecidos en su contrato de concesión. De acuerdo con (Consejo de Dirección del Instituto Nicaraguense de Energía, 2019) en el caso de estas interrupciones programadas, se deberá avisar a los clientes que serán afectados por dichas interrupciones con tres (3) días de antelación.

6.4.2.2. Incidencias Imprevistas Automáticas

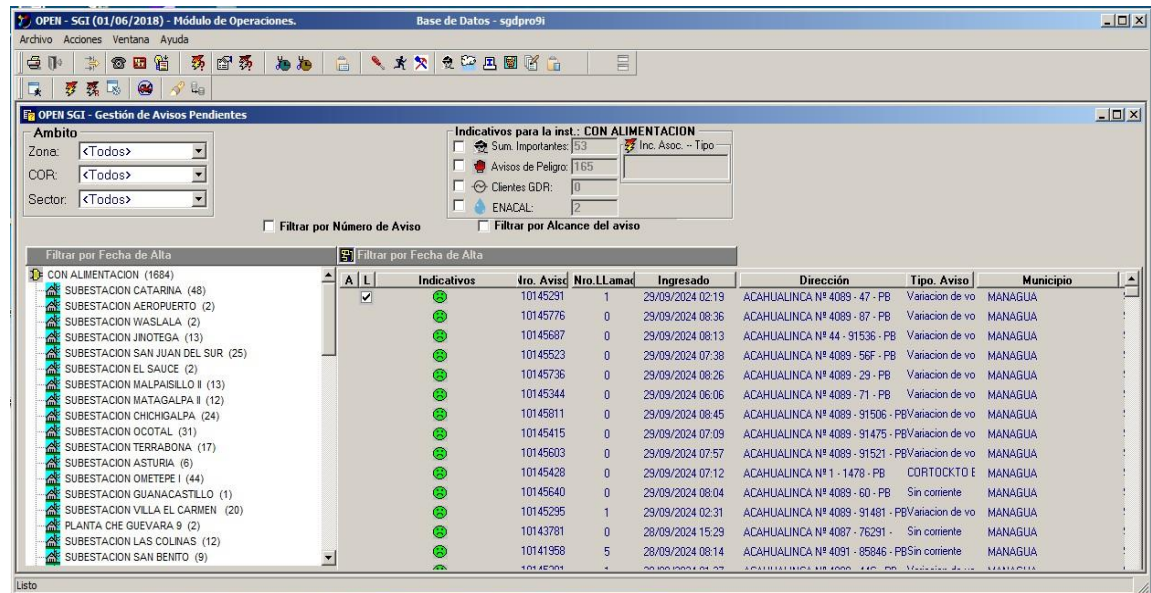
Son las incidencias asociadas a fallas transitorias o permanentes en la red de distribución, las cuales se generan a partir de una operación de apertura o recierre de un equipo de distribución como un interruptor, ya sea de potencia, interruptor de barra de distribución, interruptor de circuito de cabecera o de media línea, en campo y en el módulo de operación. Estas incidencias se generan automáticamente, ya que hay un vínculo directo y comunicación entre el sistema de SCADA, BDI y SGI mediante el protocolo de comunicación IEC 60870-5-104. Esto permite brindar una respuesta a los clientes de que su sistema está siendo afectado por una interrupción, cuando reporten.

6.4.2.3. Incidencias Manuales

Son las incidencias que son generadas manualmente en el módulo de operación por un operador de la red, hasta que se detecta la falla en campo, ya que, en su defecto en el momento que ocurre la interrupción, el equipo de protección actúa, pero no se envía la señal vía SCADA ni módulo de operación para que se genere la incidencia, debido a que son elementos que no están automatizados ni telecontrolados, como es el caso de los cortacircuitos de expulsión convencionales y los transformadores autoprotegidos que están instalados en gran parte del territorio nacional. De esta manera para generar una incidencia en base a la cantidad de avisos ingresados al SGI, es necesario enviar una brigada de operación de mantenimiento (BOM) hasta el punto de la avería o sector afectado.

Figura 5

Interfaz principal del Sistema de Gestión de Incidencias

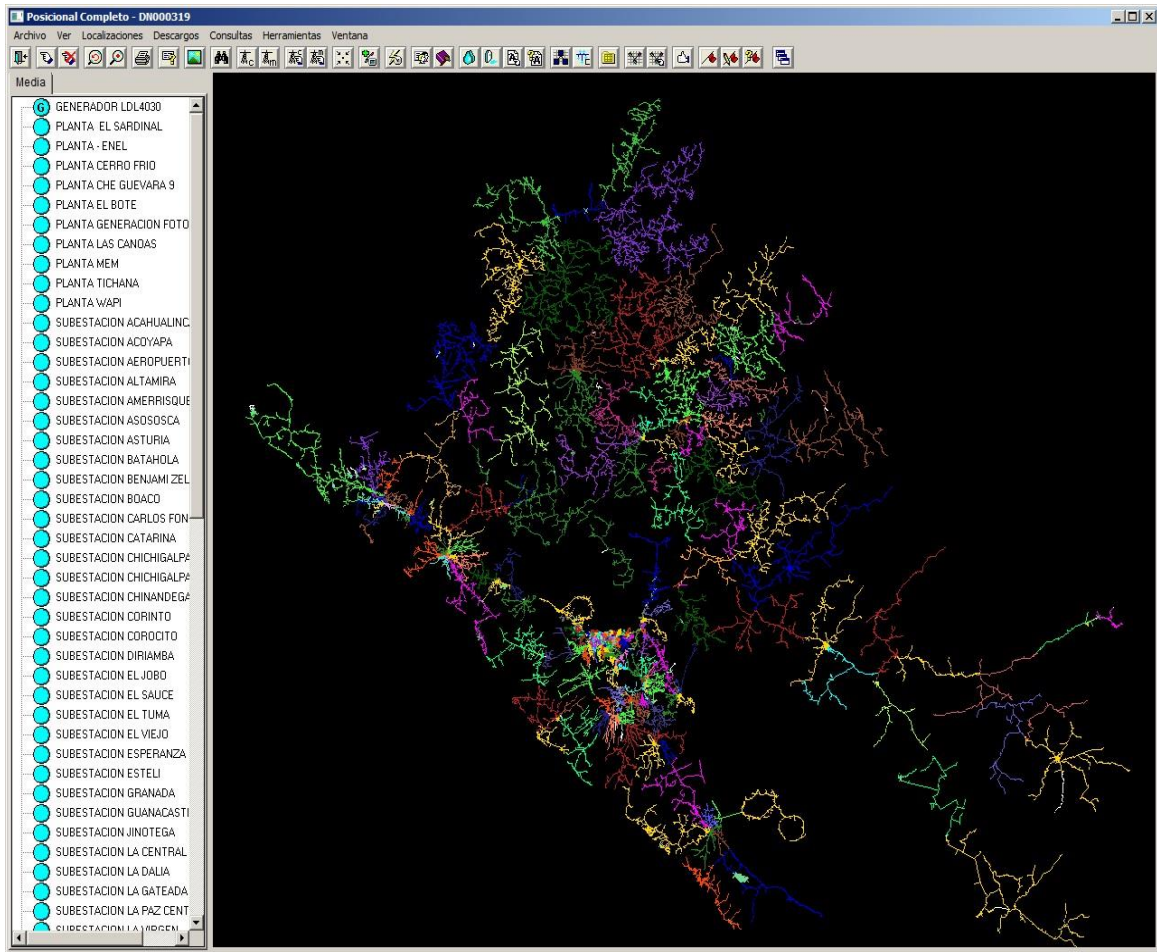


6.4.3. Base De Datos De Instalación O Módulo De Operación

El módulo de operación o BDI nos ofrece un entorno adecuado para la simulación y detección de fallas, control, información necesaria para la operación de la red eléctrica a nivel nacional. En el podemos encontrar los elementos instalados en la red de distribución, como las subestaciones eléctricas, interruptores, circuitos de distribución, seccionadores de media tensión, cortacircuitos, transformadores etc. A través del módulo de operación y personal técnico en campo, se identificará el punto exacto de las anomalías, mediante las referencias eléctricas que se encuentran en el recorrido de la derivación. Esto permitirá garantizar y tener conocimiento del alcance de los trabajos a realizar por personal de mantenimiento, asegurando la mitigación de fallas por corrientes de tipo permanentes.

Figura 6

Interfaz del Módulo de Operación



6.4.4. Base De Datos De Gestión

La BDG-SGI es una herramienta que facilita la búsqueda de información específica en un determinado número de incidencias, desde, la fecha de detección de la incidencia, hasta la causa de la interrupción pasando por las observaciones, la cantidad de potencia y clientes afectados, es reflejada en la interfaz de este sistema de información. Será un pilar fundamental en el análisis de datos de la investigación del segmento de red en estudio ya que se recolectarán datos relevantes y con esto se logrará hacer una comparación de la frecuencia y

duración de las interrupciones antes y después de la implementación de los seccionadores digitales.

Figura 7

Interfaz de la Base de Datos de Gestión

Open BDG - SGI (V.2007.1)

Archivo Editar Incidencias Descargos Interrupciones Mantenimiento Gestión Curvas de Demanda BDG Ventana Ayuda Salir

DISNORTE-DISSUR

Criterios de Selección:

Zona: <Todos> Estado: <Todos>

Sector: <Todos> Ind. SU: <Todos>

Seleccione fecha:

☒ Fecha "alta" en SGI ☐ Fecha Resolución ☐ Historico

Desde: 00/00/0000 00:00:00 Hasta: 00/00/0000 00:00:00

Total de Reg.: 0

INCIDENCIAS: PENDIENTES - RESUELTAS SEGUN FECHA INGRESO AL SISTEM

Zona	Sector	Fecha Alta Sistema	Fecha Deteccion	Fecha PT de la incidencia	Fecha Resolucion	Número Incidencia
------	--------	--------------------	-----------------	---------------------------	------------------	-------------------

Consultar Exportar Salir

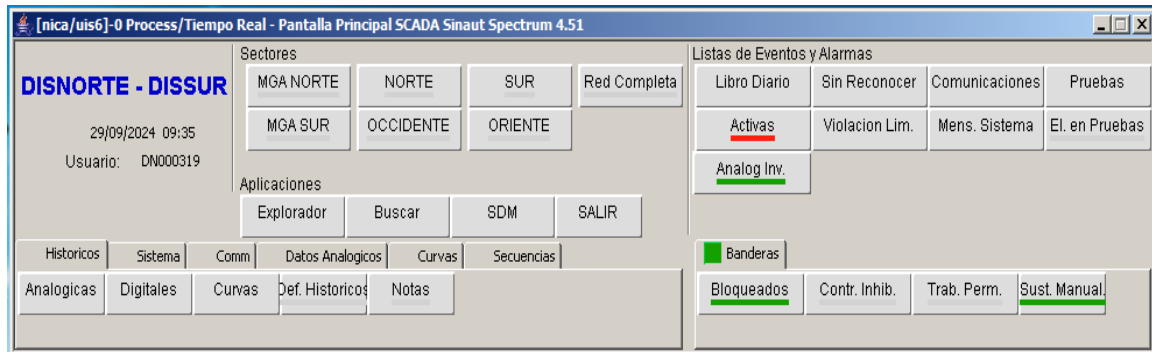
6.4.5. Parámetros De La Red Y Control Por Vía SCADA

El control de la red de distribución mediante las tecnologías Smart Grid, permite tener un flujo de información en tiempo real, esto permite tener un mejor control de la calidad del servicio suministrada hacia los distintos sectores en la red. Con esta fuente de información se podrá visualizar y tener una base de datos de los parámetros eléctricos del circuito en tiempo real y en un histórico en el tiempo, esto permitirá el correcto dimensionamiento y el cálculo de los parámetros eléctricos a considerar para la programación del seccionador digital, de tal manera

que su puesta en servicio sea eficaz en conjunto con el comportamiento de los parámetros de la red.

Figura 8

Interfaz de SCADA de la empresa Disnorte Dissur



6.5. Métodos De Recolección De Datos Históricos

Una vez descritas las herramientas y fuentes de información se procederá con la aplicación de estas para la recolección de los datos históricos.

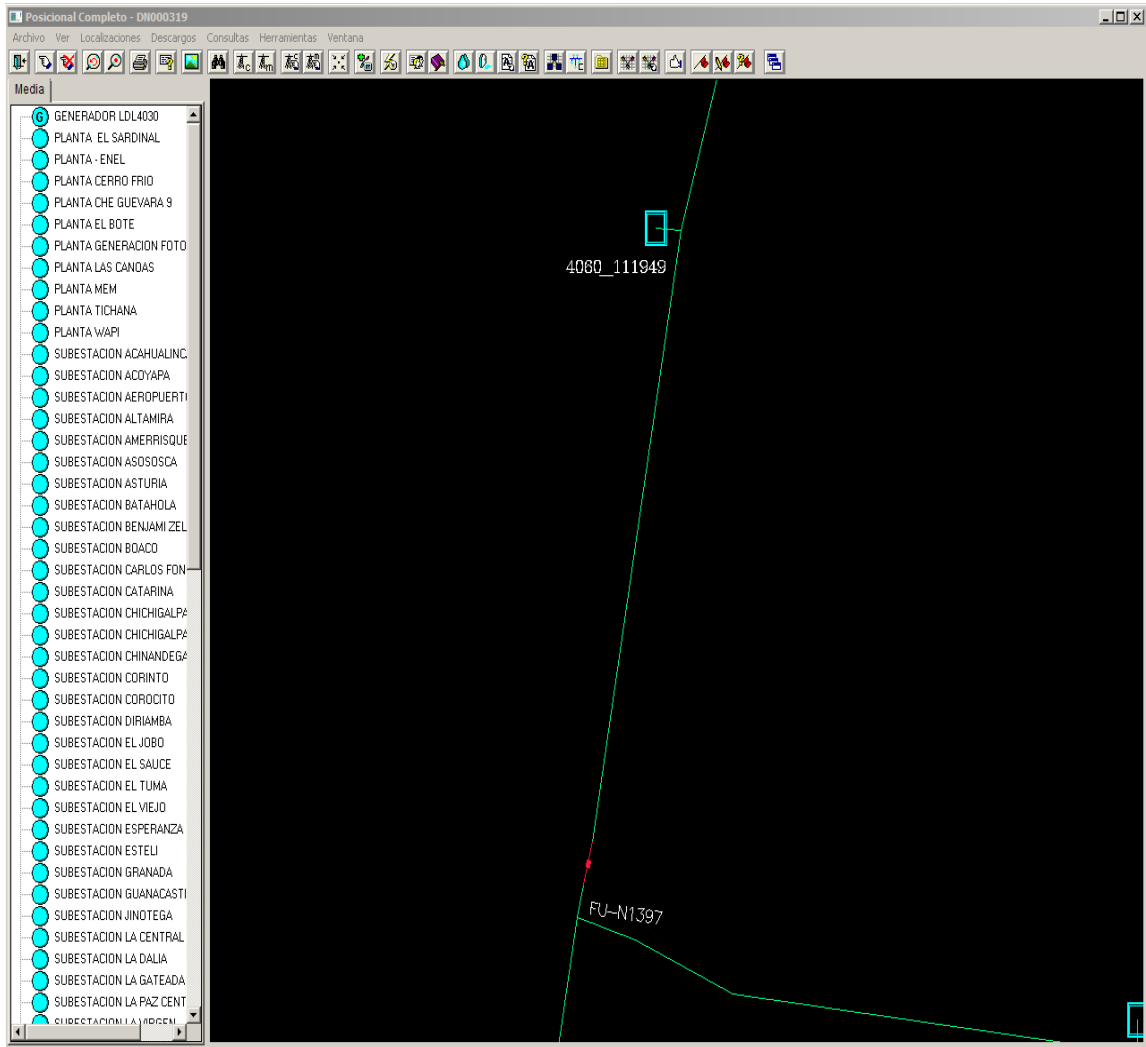
6.5.1. Aplicación Del Módulo De Operación O BDI

Para lograrlo se tomará como punto de referencia proporcionado por técnico en campo, de un elemento que esté vinculado o asociado al módulo de operación o BDI en la red de distribución. Siendo un transformador el punto de referencia con matrícula 4060_111949⁵ que es el primer transformador aguas debajo de la CCF conectado a la línea primaria.

⁵ Este código significa el número de centro de transformación que está asociado a la matrícula del transformador.

Figura 9

Representación en BDI del centro de transformación como referencia aguas abajo de la FU-N1397



Teniendo como referencia el transformador que sería un elemento afectado por la operación de la FU-N1397 ante una falla, se procede con la consulta de los suministros (viviendas) asociados a ese transformador, obteniéndose los siguientes datos representados en la figura 10.

Figura 10

Suministros NIS que son alimentados por el transformador de referencia.

SUMINISTROS		
Número de elementos seleccionados:15		
NIS	Nombre	Apellido 1
2500732	JAIRO JOSE	CASTELLON
2501640	MEDARY	MARTINEZ
2917780	JOSE GUILLERMO	CENTENO
2917783	NORMA DEL CARMEN	AGUINAGA
2984179	NIC S.A	TELEFONIA CELULAR DE
2984180	SBA	TORRES
3008706	OMAR ALI	CHAVARRIA
3107333	LINO	SOZA
3151589	JUAN FRANCISCO	AGUINAGA
3159398	NORA	CASTELLON
3278718	MARIA LUISA	MARTINEZ
3279437	YEIMY KAROL	VERVIN
3293795	MARIA TERESA	SUAREZ
3302790	FRANCISCO	MENDOZA
3367872	GREGORY	HERNANDEZ

Inicio

Informe

Seleccion

Terminar

Teniendo la información de las viviendas que están conectadas al transformador, se tomará referencia de un número NIS cualquiera, para ser utilizado en otra fuente de información.

6.5.2. Aplicación Del Sistema De Gestión De Incidencias

Usando esta fuente se pretende obtener una vista o un filtro de manera general de todas aquellas interrupciones que son asociadas a un número de incidencia, que afectan directamente a un sector en específico. De esta manera

ya se irá conociendo la frecuencia y duración de las interrupciones asociadas a la operación del cortacircuitos FU-N1397, para esto se abre una opción en la interfaz del SGI llamada “**Avisos de incidencias por cliente**” y desde este punto, podemos conocer las incidencias con interrupciones, incidencias sin interrupciones, avisos que son propios del número NIS afectado. Se tomó como referencia el número NIS **2500732** asociado al transformador de referencia.

Figura 11

Avisos de incidencias por cliente y referencia para la recolección de históricos

OPEN - SGI (01/06/2018) - Módulo de Operaciones. Base de Datos - sgdpro9i

Archivo Edición Avisos Incidencias Descargos Mantenimiento Consultas Ventana Ayuda SGI CT Install

OPEN SGI - Avisos e Incidencias por Cliente

Suministros Incidencias con interrup. Incidencias sin interrup. Avisos Interrupciones

NIS 2500732 Dirección Eléctrica

Provincia REGION NOROCCIDENTAL Departamento MATAGALPA

Municipio TERRABONA Localidad/Barrio SAN JOSE

Dirección SAN JOSE 8863 99 Piso PB

Apellidos RIVAS Documento Cedula

Nombre País Nicaragua

Cancelar Rehacer Buscar Imprimir Exportar

Listo

Si nos trasladamos hacia la pestaña de incidencias con interrupciones, nos encontraremos con una interfaz que nos permite obtener un listado de las interrupciones que afectan al suministro, así como un resumen de la descripción

de la incidencia, la cantidad de clientes, la potencia afectada en kVA, la fecha de detección de la interrupción, la duración y la instalación afectada.

Figura 12

Recolección de datos mediante la interfaz del Sistema de Gestión de Incidencias

ción	Duración	Descripción de la Incidencia	P. Afec.	C.Afec.
11:55:00	000D16H25M	FU-N1398 Se repone fusible de 25mp TERRABONA; AN	582.5	533
01:43:00	000D00H00M	SMT-TRB4030 Realiza Operación de recierre por causa r	3925	4393
17:15:00	000D00H00M	Recierre del circuito por causa desconocida.	3925	4394
19:24:00	000D00H00M	SCADA	3925	4394
06:36:00	000D00H00M	Recierre del circuito por causa desconocida.	3925	4394
04:11:00	000D00H00M	Operación del interruptor por causa desconocida.	3925	4394
02:00:00	000D00H00M	Recierre de operaciones del circuito causa desconocida	3925	4394
13:19:00	000D07H19M	FU-N1398 se encontró disparada con fusible de 25 K am	3940	4444
17:06:00	000D04H16M	INC: 2700900 //2700908 12:48 Se apertura el CKTO TRB40	4010	4393
00:50:00	000D00H01M	SMT-TRB4030 Realiza Operación de recierre por causa r	4010	4393

De esta manera logramos obtener el listado de las incidencias, donde se refleja el comportamiento de la red en cuanto a las pérdidas y afectaciones ocasionadas por fallas transitorias o permanentes. La descripción de las incidencias se presenta a manera resumida, debido a la cantidad de información almacenada en un intervalo de tiempo. Este filtro es exportable en formato de archivo .xlsx y constituye un fundamento para el análisis de las fallas. Para este estudio, se realizó un filtro desde el año 2022 hasta el septiembre del presente año en curso

2024, en el cual se exportaron los datos y se filtraron las interrupciones en base a la fecha de detección y duración, siendo los siguientes casos, los más críticos.

Tabla 2

Incidencias de interrupciones de la FU-N1397 con mayor tiempo de duración en el año 2022

6

Fecha Detección	Potencia afectada (kVA)	Clientes afectados	Fecha Resolución	Observaciones	Duración	Instalación/Calle afectada	Brigada encargada/Contrata
05/07/2022 08:30:00	1002.5	1052	06/07/2022 21:03:00	TRB4030; FU-N1397 se encuentra disparada, se re	001D12H33M	TRB4030	CUBAS ELECTRICA
11/09/2022 06:55:00	597.5	605	12/09/2022 10:22:00	Incidencia 2872198 - Aviso de Peligro 7984186 -	001D03H27M	TRB4030	CUBAS ELECTRIC
11/10/2022 09:31:00	592.5	606	13/10/2022 20:34:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 25 amp	002D11H03M	TRB4030	CUBAS ELECTRIC
12/09/2022 07:38:00	597.5	605	13/09/2022 13:18:00	FU-N1408 TRB4030 fusible quemado, no se realiza	001D05H39M	TRB4030	CUBAS ELECTRIC
18/10/2022 09:14:00	592.5	606	20/10/2022 10:07:00	TRB4030; FU-N1397, se repone fusible de 25 am	002D00H53M	TRB4030	CUBAS ELECTRICA
23/08/2022 08:51:00	597.5	606	24/08/2022 12:18:00	FU-N1397 Diaspada se repone con 25 Amp tipo K	001D03H27M	TRB4030	CUBAS ELECTRIC
24/10/2022 13:13:00	592.5	606	25/10/2022 15:30:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible de	001D02H17M	TRB4030	CUBAS ELECTRIC
26/10/2022 12:14:00	592.5	606	27/10/2022 18:15:00	TRB4030; FU-N1397 se repone fusible de 25 amp	001D06H00M	TRB4030	CUBAS ELECTRIC
29/10/2022 05:07:00	592.5	606	30/10/2022 15:02:00	FU-N1397 se repone fusible de 25AMP, causa: to	001D09H54M	TRB4030	CUBAS ELECTRICA
31/10/2022 18:31:00	592.5	606	01/11/2022 18:52:00	Se reporta Geovanny Espinoza, Para patrullaje y	001D00H20M	TRB4030	CUBAS ELECTRICA

Con estos datos se determina la magnitud del problema al momento de las interrupciones en dicha protección, cuyas horas de resolución no están definidas, debido a que se requiere la presencia de una brigada de operación de mantenimiento (BOM) para llegar hasta el punto de la protección y reponer el fusible quemado/roto, podría decirse que la hora de resolución depende de la ubicación de la BOM que este más cerca y depende de la cantidad de reportes que hayan, ya que en su defecto, existen unos más priorizados que otros, siendo los sectores con postes caídos y líneas rotas los de prioridad número uno, ya que implican peligro e involucramiento de vidas, grandes clientes como entidades estatales (ENACAL, Hospitales, MINED) son los consecutivos. Cabe destacar que en ciertas ocasiones en los momentos donde esta protección se vio afectada, como parte de un protocolo del área de operación, la derivación fue sujeta a revisión punto por punto a personal técnico de la BOM, para verificar las fallas eléctricamente visibles que pudieran estar afectando la continuidad del servicio, sin embargo, no se encontró falla alguna.

⁶ Véase el total de interrupciones en anexos.

6.6. Indicadores De Calidad Del Suministro

Los indicadores técnicos de continuidad del servicio eléctrico **FMIK** y **TTIK** están definidos en la Normativa de Calidad del Servicio conforme al artículo **NCS 1.1.4**, asociados a la continuidad del servicio eléctrico y corresponden a los siguientes.

6.6.1. Indicador FMIK

Representa la cantidad de veces que los transformadores sufrieron una interrupción de servicio en un tiempo determinado. Se calcula sumando la potencia de los transformadores aguas abajo de la protección, por cada interrupción del mes de estudio, dividiendo el resultado por la potencia total instalada de la derivación.

$$FMIK = \frac{\sum i (kVA_{fs\ i}) (veces)}{kVA_{inst}}$$

6.6.2. Indicador TTIK

Representa el tiempo total en horas que los transformadores no tuvieron servicio. Se calcula sumando la potencia total instalada, por el tiempo total de interrupción en el mes de estudio y el resultado se divide igual por la potencia total instalada de la derivación.

$$TTIK = \frac{\sum i (kVA_{fs\ i} * T_{fs\ i} (h))}{kVA_{inst}}$$

Estos valores deben cumplir con los valores preestablecidos y aceptables según el Instituto Nicaragüense de Energía (INE).

6.6.3. Valores De Los Indicadores Aceptables Por El INE

De acuerdo con (Instituto Nicaraguense de Energía , 2020) los indicadores se calculan semestralmente y los valores predefinidos para evaluar una continuidad y calidad del servicio son los siguientes.

Tabla 3

Valores aceptables por INE para los indicadores de calidad del

DISNORTE	FMIK	TTIK
Urbano	4.1	7
Rural	15	27
DISSUR	FMIK	TTIK
Urbano	4.1	7
Rural	15	27

6.7. Indicadores De Calidad Del Suministro Aplicado A Derivación

FU-N1397

Se aplicaron los indicadores FMIK y TTIK a las interrupciones de la derivación de estudio, extrayendo datos necesarios, como las fechas y duración de las interrupciones por medio del sistema de gestión de incidencia (SGI) y la potencia instalada por medio del módulo de operación (BDI).

6.7.1. Cálculo Del FMIK Para El Mes De Julio

Con estos datos, se calculó el FMIK para cada mes de estudio, expresado en kVA veces.

Tabla 4

Datos de fechas y duración de interrupciones para el cálculo del FMIK en el mes de julio

Fecha Detección	Potencia afectada (kVA)	Cientes afectados	Fecha Resolución	Observaciones	Duración	Instalación afectada	Brigada encargada/Contratista
05/07/2022 08:30:00	1002.5	1052	06/07/2022 21:03:00	TRB4030, FU-N1397 se encuentra disparada, se repara	36:33:00	TRB4030	CUBAS ELECTRICA
29/07/2022 06:40:00	597.5	607	29/07/2022 12:46:00	FU-N1397 disparada se repone fusible con 25A	6:06:00	CUITO TRB	CUBAS ELECTRIC

Aplicando la fórmula para el FMIK, tomamos valores para el mes de julio del 2022 y se sustituyen en la fórmula correspondiente.

$$FMIK = \frac{(\text{SUM } i \text{ (kVA fs } i \text{)})}{\text{kVA inst}}$$

$$FMIK = \frac{(\text{SUM } i \text{ (kVA fs } i \text{)})}{\text{kVA inst}} = \frac{597.5 \text{ kVA} * (2)}{597.5 \text{ kVA}} = \frac{1,195 \text{ kVA/veces}}{597.5 \text{ kVA}} \quad FMIK = 2 \text{ veces}$$

6.7.2. Cálculo Del FMIK Para El Mes De Agosto

Con estos datos, se calculó el FMIK para cada mes de estudio, expresado en kVA veces.

Tabla 5

Datos de fechas y duración de interrupciones para el cálculo del FMIK en el mes de agosto

Fecha Detección	Potencia afectada (kVA)	Cientes afectados	Fecha Resolución	Observaciones	Duración	Instalación afectada	Brigada encargada/Contratista
04/08/2022 12:08:00	597.5	607	04/08/2022 17:08:00	FU-N1397 se encuentra disparada, no se realiza	5:00:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
11/08/2022 07:25:00	597.5	607	11/08/2022 19:35:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2742101; ESC RINCON 10	12:10:00	CUITO TRB4	SERCONISA
16/08/2022 06:36:00	597.5	607	16/08/2022 11:21:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 25 amp	4:45:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
16/08/2022 17:10:00	597.5	606	17/08/2022 09:45:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-3114910; ESCUELA APAT	16:35:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
21/08/2022 05:25:00	597.5	606	21/08/2022 09:44:00	TRB4030; NIS-2500732; ESC COMPLEJO EDUC DIVI	4:19:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
22/08/2022 18:56:00	597.5	606	23/08/2022 08:50:00	TRB4030; NIS-2984179; ANTENA DE MOVISTAR ; S	13:54:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
23/08/2022 08:51:00	597.5	606	24/08/2022 12:18:00	FU-N1397 Diaspada se repone con 25 Amp tipo K	27:27:00	TRB4030	CUBAS ELECTRIC
25/08/2022 05:04:00	597.5	606	25/08/2022 14:48:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible de	9:44:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
26/08/2022 21:23:00	597.5	606	27/08/2022 02:22:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 25 amp	4:59:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC

Aplicando la fórmula para el FMIK, tomamos valores para el mes de agosto del 2022 y se sustituyen en la fórmula correspondiente.

$$FMIK = \frac{(\text{SUM } i \text{ (kVA fs } i \text{)})}{\text{kVA inst}}$$

$$FMIK = \frac{(\text{SUM } i \text{ (kVA fs } i \text{)})}{\text{kVA inst}} = \frac{597.5 \text{ kVA} * (9)}{597.5 \text{ kVA}} = \frac{5,377.5 \text{ kVA/veces}}{597.5 \text{ kVA}} \quad FMIK = 9 \text{ veces}$$

6.7.1. Cálculo Del FMIK Para El Mes De Septiembre

Con estos datos, se calculó el FMIK para cada mes de estudio, expresado en kVA veces.

Tabla 6

Datos de fechas y duración de interrupciones para el cálculo del FMIK en el mes de septiembre

Fecha Detección	Potencia afectada (kVA)	Cientes afectados	Fecha Resolución	Observaciones	Duración	Instalación afectada	Brigada /Contrata
07/09/2022 21:37:00	597.5	605	08/09/2022 04:15:00	FU-N1397 disparada, se repone 1F con 25 K amp	6:38:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
11/09/2022 06:55:00	597.5	605	12/09/2022 10:22:00	Incendencia 2872198 - Aviso de Peligro 7984186 - F	27:27:00	TRB4030	CUBAS ELECTRIC
12/09/2022 07:38:00	597.5	605	13/09/2022 13:18:00	FU-N1408 TRB4030 fusible quemado, no se realiz	29:40:00	TRB4030	CUBAS ELECTRIC
14/09/2022 12:10:00	597.5	606	14/09/2022 15:57:00	Incendencia. 2874489FU-N1397 disparada, se repo	3:47:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
23/09/2022 05:54:00	597.5	606	23/09/2022 14:10:00	TRB4030; FU-N1397, se repone fusible de 25 am	8:16:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRICA

Aplicando la fórmula para el FMIK, tomamos valores para el mes de agosto del 2022 y se sustituyen en la fórmula correspondiente.

$$FMIK = \frac{(\text{SUM } i \text{ (kVA fs } i \text{)})}{\text{kVA inst}}$$

$$FMIK = \frac{(\text{SUM } i \text{ (kVA fs } i \text{)})}{\text{kVA inst}} = \frac{597.5 \text{ kVA} + 597.5 \text{ kVA} + 597.5 \text{ kVA} + 597.5 \text{ kVA} + 597.5 \text{ kVA}}{597.5 \text{ kVA}} = \frac{2987.5 \text{ kVA/veces}}{597.5 \text{ kVA}}$$

$$FMIK = 5 \text{ veces} ;$$

6.7.2. Cálculo Del FMIK Para El Mes De Octubre

Con estos datos, se calculó el FMIK para cada mes de estudio, expresado en kVA veces.

Tabla 7

Datos de fechas y duración de interrupciones para el cálculo del FMIK en el mes de octubre

Fecha Detección	Potencia afectada (kVA)	Cientes afectados	Fecha Resolución	Observaciones	Duración	Instalación afectada	Brigada encargada/Contrata
06/10/2022 16:54:00	597.5	606	07/10/2022 10:50:00	TRB4030; NIS-2984179; ENTRADA A TERRABONA	17:56:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
11/10/2022 09:31:00	592.5	606	13/10/2022 20:34:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 25 amp	59:03:00	TRB4030	CUBAS ELECTRIC
13/10/2022 21:50:00	592.5	606	14/10/2022 17:58:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2672086; 2DA. IGLE EVAN	20:08:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
18/10/2022 09:14:00	592.5	606	20/10/2022 10:07:00	TRB4030; FU-N1397, se repone fusible de 25 am	48:53:00	TRB4030	CUBAS ELECTRICA
24/10/2022 13:13:00	592.5	606	25/10/2022 15:30:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible de	26:17:00	TRB4030	CUBAS ELECTRIC
25/10/2022 20:56:00	592.5	606	26/10/2022 10:20:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-3107280; BO.LINDA VIST	13:24:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
26/10/2022 12:14:00	592.5	606	27/10/2022 18:15:00	TRB4030; FU-N1397 se repone fusible de 25 amp	30:01:00	TRB4030	CUBAS ELECTRIC
27/10/2022 18:24:00	592.5	606	27/10/2022 20:54:00	TRB4030; se ecnuestra poste quebrado por colis	2:30:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRICA
29/10/2022 05:07:00	592.5	606	30/10/2022 15:02:00	FU-N1397 se repone fusible de 25AMP, causa: to	33:55:00	TRB4030	CUBAS ELECTRICA
30/10/2022 15:22:00	592.5	606	31/10/2022 11:43:00	FU-N1397 disparada se repone fusible con 40A, f	20:21:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC

Aplicando la fórmula para el FMIK, tomamos valores para el mes de octubre del 2022 y se sustituyen en la fórmula correspondiente.

$$FMIK = \frac{(\text{SUM } i (kVA \text{ fs } i))}{kVA \text{ inst}}$$

$$FMIK = \frac{(\text{SUM } i (kVA \text{ fs } i))}{kVA \text{ inst}} = \frac{597.5 \text{ kVA} * (10)}{597.5 \text{ kVA}} = \frac{5,975 \text{ kVA/veces}}{597.5 \text{ kVA}} \quad FMIK = 10 \text{ veces}$$

6.7.1. Cálculo Del FMIK Para El Mes De Noviembre

Con estos datos, se calculó el FMIK para cada mes de estudio, expresado en kVA veces.

Tabla 8

Datos de fechas y duración de interrupciones para el cálculo del FMIK en el mes de noviembre

Fecha Detección	Potencia afectada (kVA)	Clientes afectados	Fecha Resolución	Observaciones	Duración	Instalación afectada	Brigada encargada/Contra
10/11/2022 06:39:00	592.5	606	10/11/2022 10:18:00	TRB4030; NIS-3107377; coleg divino niño ½ este	3:39:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
17/11/2022 06:54:00	592.5	606	17/11/2022 17:26:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible de	10:32:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
21/11/2022 14:10:00	592.5	606	21/11/2022 18:38:00	FU-N1397 disparada, se repone 1F con 40 K amp	4:28:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
23/11/2022 06:10:00	592.5	606	23/11/2022 14:03:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-3107377; Escuela Divino	7:53:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
31/10/2022 18:31:00	592.5	606	01/11/2022 18:52:00	Se reporta Geovanny Espinoza, Para patrullaje y	24:21:00	TRB4030	CUBAS ELECTRICA

Aplicando la fórmula para el FMIK, tomamos valores para el mes de noviembre del 2022 y se sustituyen en la fórmula correspondiente.

$$FMIK = \frac{(\text{SUM } i (kVA \text{ fs } i))}{kVA \text{ inst}}$$

$$FMIK = \frac{(\text{SUM } i (kVA \text{ fs } i))}{kVA \text{ inst}} = \frac{597.5 \text{ kVA} * (5)}{597.5 \text{ kVA}} = \frac{2,987.5 \text{ kVA/veces}}{597.5 \text{ kVA}} \quad FMIK = 5 \text{ veces}$$

6.7.1. Cálculo Del FMIK Para El Mes De Diciembre

Con estos datos, se calculó el FMIK para cada mes de estudio, expresado en kVA veces.

Tabla 9

Datos de fechas y duración de interrupciones para el cálculo del FMIK en el mes de diciembre

Fecha Detección	Potencia afectada (kVA)	Cientes afectados	Fecha Resolución	Observaciones	Duración	Instalación afectada	Brigada encargada/Contra
08/12/2022 07:04:00	602.5	606	08/12/2022 15:20:00	TRB4030; NIS-3107280; BO.LINDA VISTA, TERRAB	8:16:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
14/12/2022 06:36:00	602.5	605	14/12/2022 12:47:00	TRB4030; FU-N1397, se repone fusible de 25 amp	6:11:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRICA
25/12/2022 07:12:00	602.5	605	25/12/2022 10:03:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible de	2:51:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC
31/12/2022 06:25:00	602.5	605	31/12/2022 11:42:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 25 amp	5:17:00	CUITO TRB4	CUBAS ELECTRIC

Aplicando la fórmula para el FMIK, tomamos valores para el mes de noviembre del 2022 y se sustituyen en la fórmula correspondiente.

$$FMIK = \frac{(\sum i (kVA fs i))}{kVA inst}$$

$$FMIK = \frac{(\sum i (kVA fs i))}{kVA inst} = \frac{597.5 kVA * (4)}{597.5 kVA} = \frac{2,390 kVA/veces}{597.5 kVA} \quad FMIK = 4 veces$$

Realizando la sumatoria de todos los FMIK de los meses de estudio, se obtiene un valor de FMIK de 35 veces, confirmándose que no se esta cumpliendo con uno de los aspectos de control según el INE, que es garantizar la calidad de la tensión suministrada.

6.8. Cálculo Del Indicar TTIK Para Los Meses De Estudio

Para calcular el TTIK, se obtuvo el tiempo total de interrupción por mes, sumando las horas de interrupción desde la detección hasta la resolución de cada incidencia. Luego, se convirtió el formato de horas a horas decimales y se aplicó la fórmula correspondiente, obteniendo el valor en kVA horas.

Tabla 10*Total de horas de interrupción por mes de estudio para el cálculo de indicador*

Julio	42:39:00	→	42.65
Agosto	98:53:00		98.88
Septiembre	75:48:00		75.80
Octubre	272:28:00		272.47
Noviembre	50:53:00		50.88
Diciembre	22:35		22.58
Total	563:16:00		563.27

$$TTIK = \frac{[\text{SUM } i (\text{kVA } f_{s i} * T_{f s i})]}{\text{kVA }_{inst}}$$

$$TTIK = \frac{[(597.5(42.65) + 597.5(98.88) + 597.5(75.80) + 597.5(272.47) + 597.5(50.88) + 597.5(22.58)]}{597.5 \text{ kVA}}$$

$$TTIK = \frac{336541.875 \text{ kVA}/hrs}{597.5 \text{ kVA}} = 563.27 \text{ hrs}$$

Al comparar los resultados con los valores aceptables por el INE, se concluyó que no se está cumpliendo uno de los objetivos de la distribuidora, que es garantizar la continuidad del suministro eléctrico.

6.9. Extracción Y Análisis De Datos Aplicados Al Proyecto

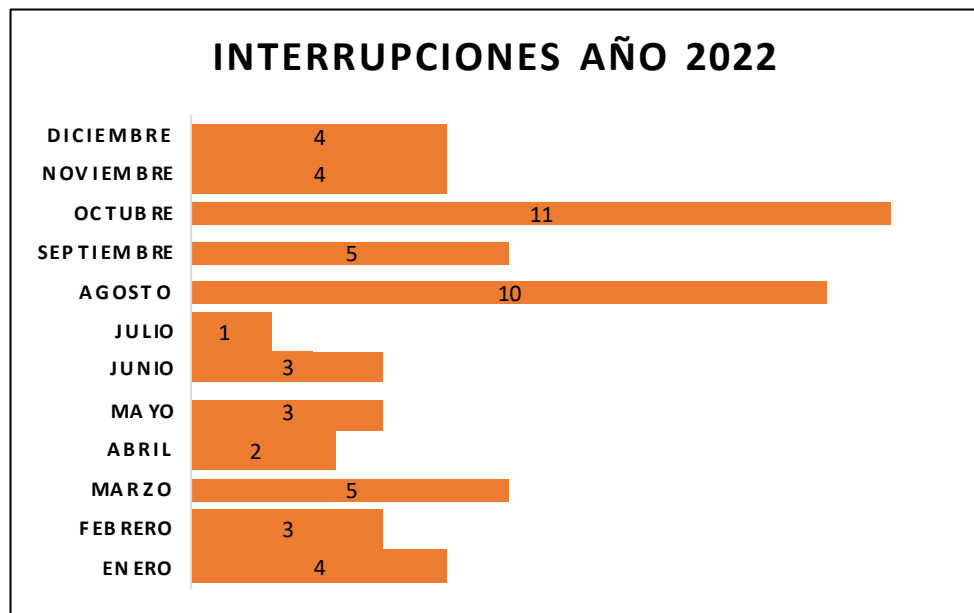
Los datos históricos empleados en esta investigación fueron obtenidos mediante las fuentes de información y aplicación del método de extracción de datos, detallados anteriormente. Estos datos permiten realizar un análisis detallado del comportamiento del sistema y las incidencias en los circuitos de distribución. A continuación, se presentan los reportes que respaldan este análisis.

6.9.1. Reporte de fallas/avería para el año 2022

A continuación, se detallará la cantidad de las interrupciones que persistieron durante el año 2022, así como un resumen de las causas representados respectivamente en la figura 13 y figura 14.

Figura 13

Número de interrupciones en el año 2022 derivación Monofásica FU-N1397

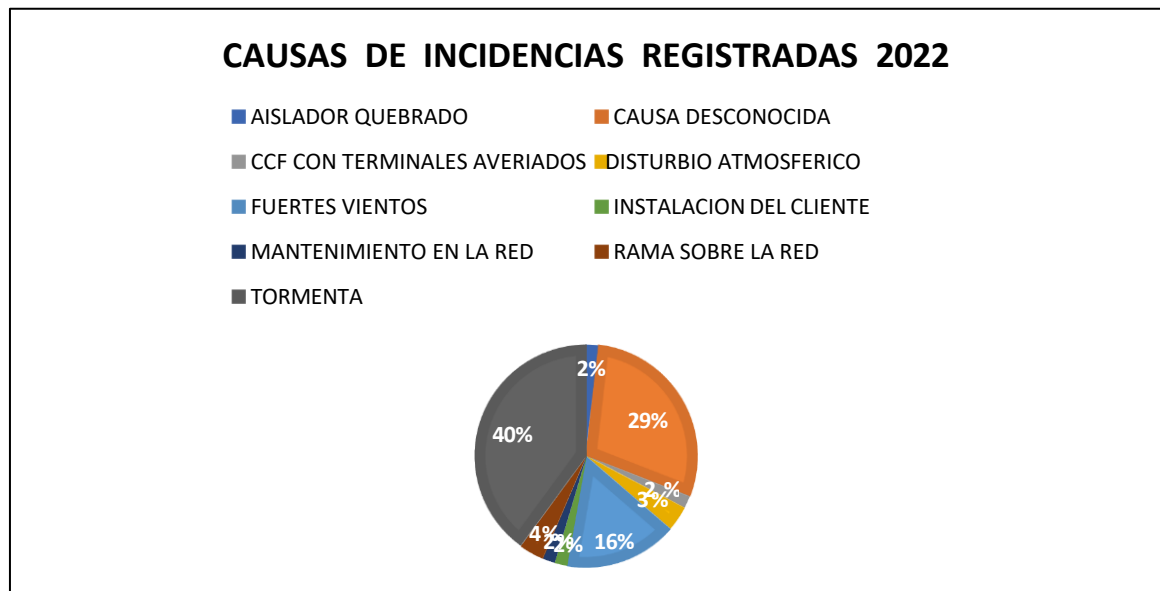


Nota: Cantidad de interrupciones con un total de 55.

Figura 14

Causas de incidencias registradas durante el año 2022 derivación Monofásica FU-N1397

7



La figura 13 y 14 muestran que la principal causa de interrupciones fueron las tormentas, que representó un número significativo de eventos, seguido por las causas desconocidas y fuertes vientos⁸. Esto indica que las condiciones climáticas adversas tienen un impacto considerable en la operatividad del circuito.

6.9.2. Reporte de fallas/avería para el año 2023

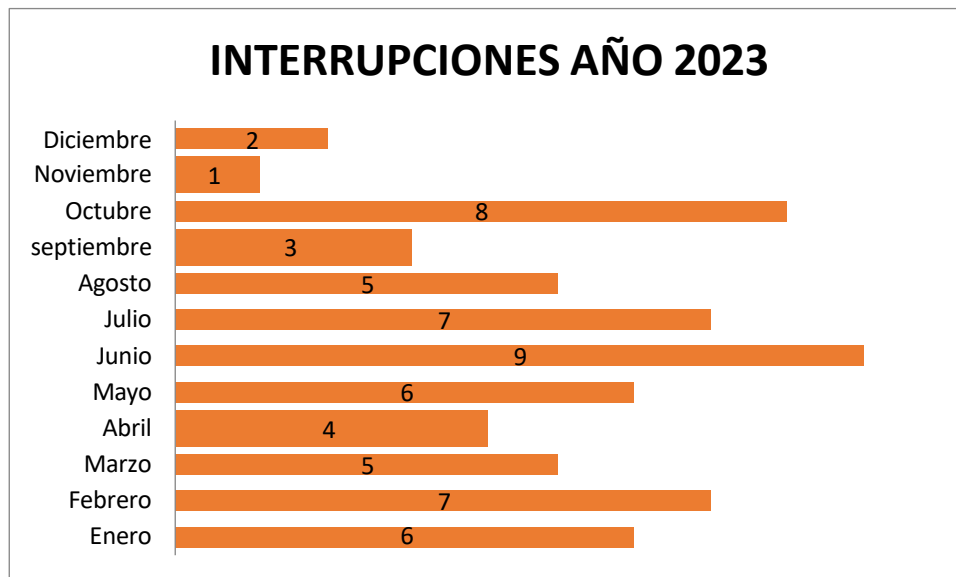
A continuación, se detallará la cantidad de las interrupciones que persistieron durante el año 2022, así como un resumen de las causas representados respectivamente en la figura 16 y figura 17.

⁷ Datos extraídos del sistema de información BDG aplicados para el año 2022

⁸ Véase en anexo 6.

Figura 15

Número de interrupciones en el año 2023 derivación Monofásica FU-N1397

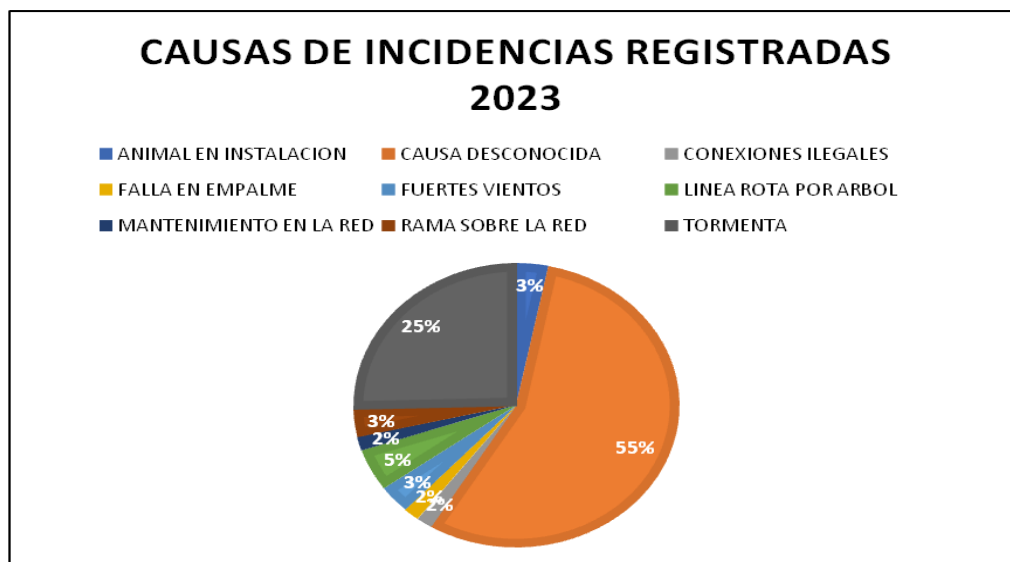


Nota: Cantidad de interrupciones con un total de 63

Para este año, las causa desconocidas encabezaron la razón principal de las interrupciones, seguido de las tormentas. El resultado de estos datos sugería realizar un análisis más profundo para identificar y mitigar factores no contabilizados que afectaban el servicio.

Figura 16

Causas de incidencias registradas durante el año 2023 derivación Monofásica FU-



**6.10. Evaluación De La Protección Principal Y Propuesta De Mejora
En El Año 2023, En La Derivación Monofásica FU-N1397 Con El Fin De
Reducir Las Interrupciones.**

En síntesis, del volumen de operaciones⁹, el área de mantenimiento del sector norte se pronunció, con un plan de resolución y una respuesta definitiva ante estas fallas, en el cual se pretendía la determinación de las averías mediante el recorrido de la derivación nuevamente, esta vez, una revisión más exhaustiva. De esta manera, se procedería a realizar un recorrido punto por punto, aguas debajo de la protección de la línea, asegurando la detección de cualquier incidencia visible eléctricamente hablando; daños en el aislamiento de la línea, daños o error de ensamble sobre las estructuras de los postes primarios, tomando en cuenta las condiciones externas de clima y naturaleza a las que se somete la red de distribución, además del principio de funcionamiento u operación de los diferentes tipos de aisladores usados por la empresa distribuidora.

Al mismo tiempo se estaría evaluando el sistema de protecciones de los elementos instalados; transformadores y sub derivaciones (derivaciones aguas debajo de la protección principal). Determinándose que no existieran conexiones ilegales, manipulaciones en el sistema de protecciones, causadas por vandalismo de los mismos pobladores de la zona.

Del recorrido y estudio en un 96% de trayectoria de la línea, se encontraron irregularidades que posterior se remitieron a mantenimiento para ser corregidas, mediante un descargo programado.

⁹ Véase en anexo 7

6.10.1. Datos Del Descargo Programado Como Propuesta De Resolución

- Número del descargo: 203393
- Nombre de la Obra: Mantenimiento derivación FU-N1397, Comarca Payacuca, Terrabona
- Nota: El jefe de los trabajos será el supervisor de los trabajos en campo.
- Nota: La solicitud para actualizar la reubicación de la FU-N1397 indicada en el punto No. 1 del alcance físico de los trabajos se enviará el 19-5-23
- Obra: 303012023050327
- Expediente: NO APLICA
- Empresa ejecutora: Cubas Eléctrica
- Agente de descargo: Olvin Méndez (Cel 35062)
- Jefe de los trabajos: Olvin Méndez (Cel 35062)

6.10.1.1. Capacidad Operativa

- Cantidad de personal: 10 personas
- Cantidad de grúas: NO
- Aprovecha descargo: NO
- Breve descripción de trabajos: Mantenimiento derivación FU-N1397, Comarca Payacuca, Terrabona
- Dirección de trabajos: Terrabona, sector Escuela Divino Niño sector 3, 5 y 7 Km. Al Norte, Comarca Payacuca.

6.10.2. Detalle Completo Del Alcance De Los Trabajos

En primer lugar, uno de los trabajos a realizar en el correctivo fue la reubicación de la CCF y su matrícula, debido a que por las interrupciones se veía

afectado el suministro hacia un transformador y con ello una entidad municipal cuyo nombre corresponde al Instituto Divino Niño (MINED), esto como alternativa de solución a estos suministros sensibles:

1. FU-N1397 ubicada frente a la escuela Divino Niño, se reubicará 2 puntos aguas abajo sobre derivación monofásica.

Seguidamente se procedió con el correctivo sobre toda la derivación detallándose los siguientes alcances:

2. Sustitución de aislador completamente flameado crítico en estructura MT-601/C ubicado de la Alcaldía de Terrabona 3c al norte, o del Tx¹⁰ 115926 CT¹¹ N11970 un (1) tramo aguas arriba Bo. Linda Vista.

3. Sustitución de aislador tipo poste quebrado en estructura MT-602/C de donde deriva la FU-N1397, siete (7) tramos aguas abajo, Terrabona.

4. Sustitución de aislador tipo espiga quebrado en estructura MT-601/C de donde deriva FU-N1397, ocho (8) tramos aguas abajo, Terrabona

5. Sustitución de aislador tipo espiga flameado en estructura MT-601/C de donde deriva FU-N1397, diez (10) tramos abajo, Terrabona.

6. Extender vano de LMT destensado y a baja altura de donde deriva FU-N1397, diez (10) tramos aguas abajo.

7. Sustitución de aislador tipo espiga flameado en estructura MT-601/C de donde deriva FU-N1397 once (11) tramos aguas abajo, Terrabona.

8. Sustitución de aislador tipo espiga flameado en estructura MT-601/C de donde deriva FU-N3410, nueve (9) tramos aguas abajo, sobre derivación.

9. Sustitución de dos (2) aisladores tipo espigas flameados en estructura MT-602/C ubicado del Transformador matrícula 113161, un tramo aguas abajo, propiamente donde se encuentra la FU-N1407, Comunidad Payacuca.

10. Poda de puntos críticos de la FU-N1400 tres tramos aguas abajo.

- Tramo ó CT de referencia: TR68-TRB4030, TR70-TRB4030, TRN710-TRB4030, TR81-TRB4030

¹⁰ Tx es un término empleado para referirse a transformadores de distribución convencionales y su matrícula.

¹¹ CT es la abreviación de Centro de Transformación y poseen un código alfanumérico con el que se identifican en BDI

- Seccionamiento: CLV TR58-TRB4030, FU-N1397
- Dirección de trabajos: No especificada.
- Sectores afectados: Comarca Payacuca, El Ocotillo, El Rincón, Monte Verde, Apatú.
- Afectación de Enacal: No.
- Existe afectación a cables de comunicación y FO: NO.
- Dirección cables de comunicación: NO.
- Tipo de descargo: Propio.

6.11. Resultados Obtenidos Posterior A La Ejecución Del Descargo

El descargo fue realizado el día 18 de mayo del 2023, en horario de las 10:00 hrs – 16:00 hrs por personal de la EECC de Cubas Eléctrica. Al cabo su ejecución¹², se pretendía minimizar las operaciones de la protección, sin embargo, no se logró de este modo ya que, posteriormente a los trabajos de mantenimiento correctivo siguió operando la protección¹³, deduciendo que el problema va más allá de una obra de mantenimiento en la red.

6.11.1. Reporte de fallas/avería para el año 2024

A continuación, se detallará la cantidad de las interrupciones que persistieron durante el año 2024, así como un resumen¹⁴ de las causas representados respectivamente en la figura 17 y figura 18

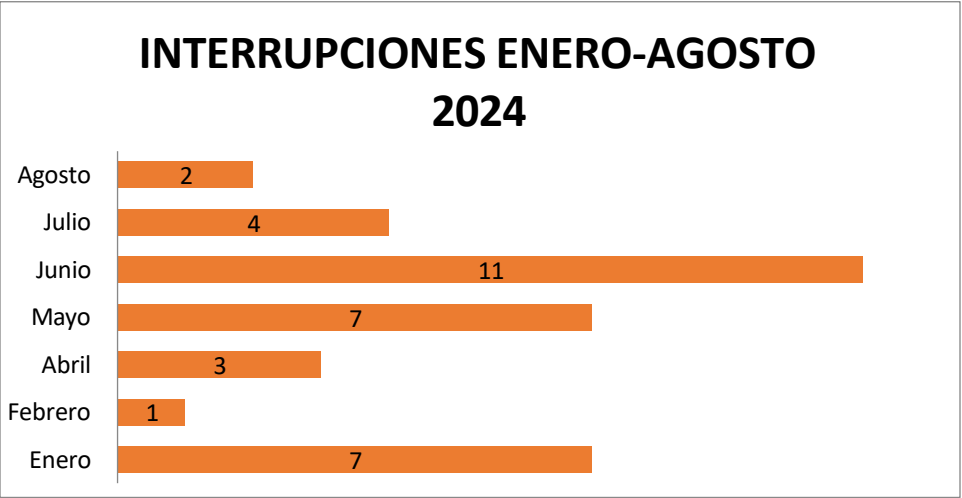
¹² Véase detalles de la gestión del descargo en anexo 5.

¹³ Véase en Anexo 4

¹⁴ Véase en Anexo 8

Figura17

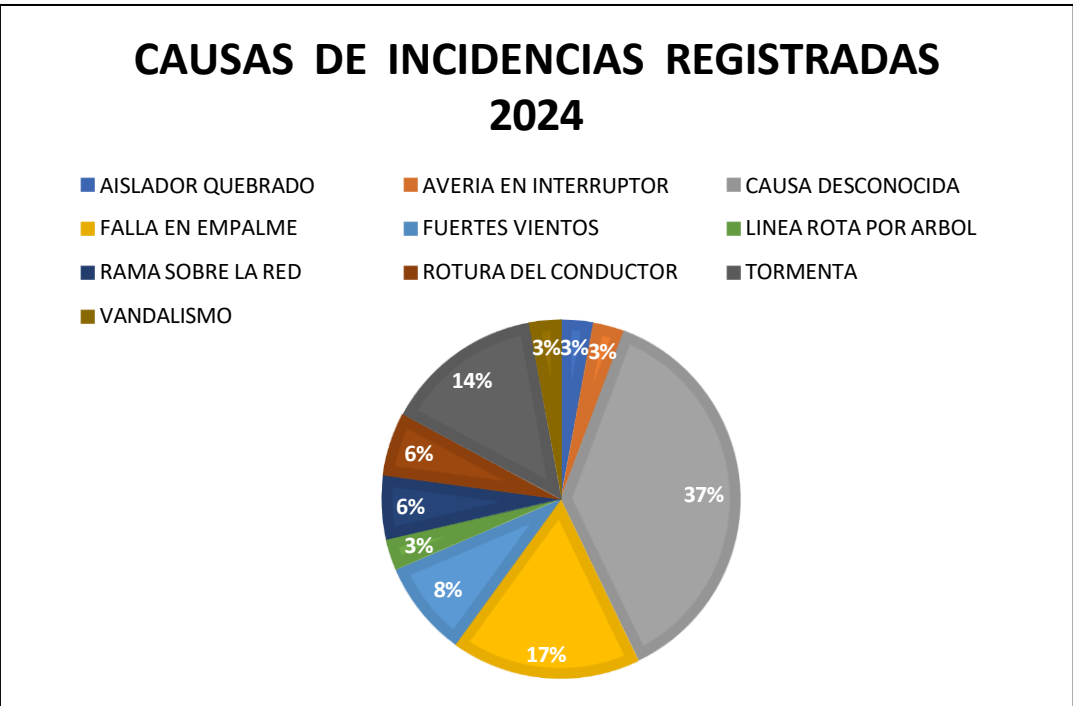
Número de interrupciones en el año 2024 derivación Monofásica FU-N1397



Nota: Cantidad de interrupciones con un total de 35

Figura17

Causas de incidencias registradas durante el año 2024 (enero-agosto) derivación FU-N1397



Como se aprecia en la figura 20, en este período comprendido de enero a agosto del 2024, la protección ha tenido numerosas operaciones a pesar del esfuerzo por erradicar las mismas por medio de mantenimiento programado y otras alternativas no tan adecuadas. La persistencia de la “causa desconocida” indica la necesidad de implementar medidas para reducir el impacto de estos eventos. Durante el estudio y análisis de estos datos recopilados se incluyen variables como:

- Zona y Sector: Localización de la incidencia.
- Fechas: Incluyendo fecha de alta en el sistema, detección, apertura de la incidencia y resolución.
- Número de Incidencia: Identificación única de cada evento.
- Cantidad de Avisos: Número de reportes generados por los usuarios.
- Instalaciones Afectadas: Información sobre las instalaciones implicadas en la incidencia.
- Potencia Afectada: Capacidad en kVA relacionada con la incidencia.
- Clientes Afectados: Número de clientes impactados por la interrupción.
- Tipo de Incidencia y Causa: Clasificación de la incidencia y su origen.
- Agente y Observaciones: Detalles sobre la intervención y la solución aplicada.

La recolección de datos cuantitativos se centró en las incidencias registradas en el sistema BDG de Disnorte Dissur para los años 2022, 2023 y los primeros ocho meses de 2024. Las variables analizadas incluyeron el número total de interrupciones, la duración promedio de las interrupciones, la potencia afectada en kVA, y el número de clientes afectados.

Para cada uno de los años, se realizaron estadísticas descriptivas que permitieron obtener promedios y totales, tales como los siguientes que se mostraran en la tabla 11 y figura 19.

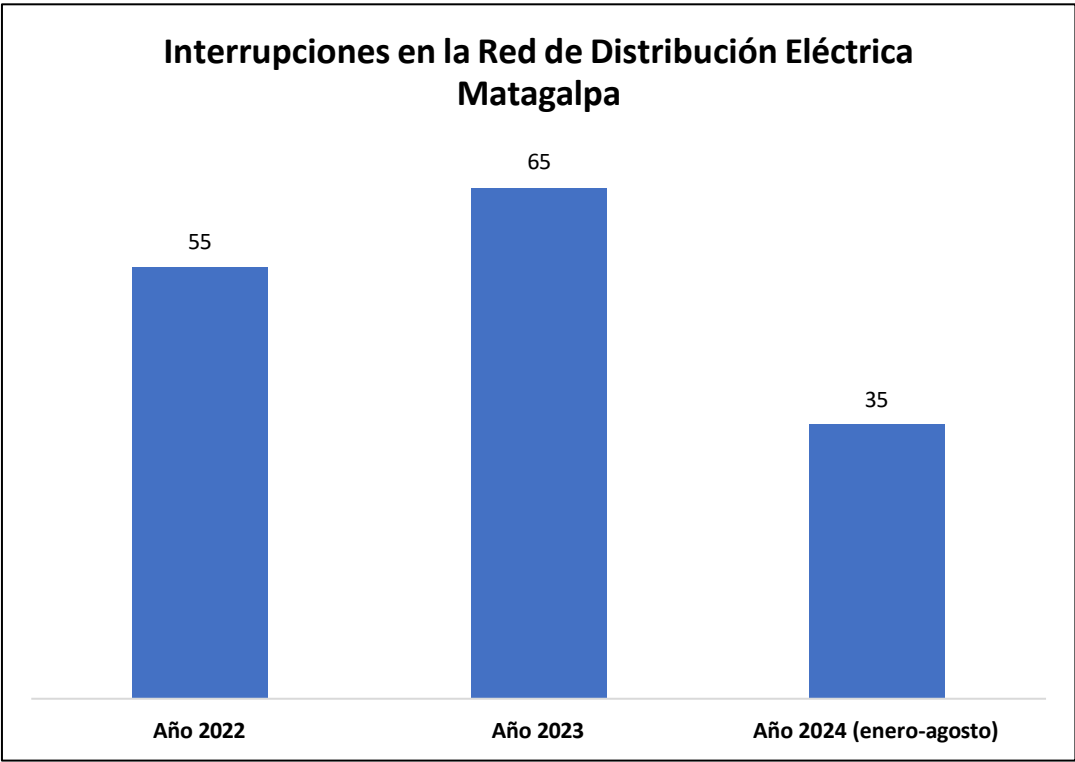
Tabla 11

Resumen de las incidencias registradas

INCIDENCIAS REGISTRADAS		
Año 2022:	Año 2023:	Año 2024 (enero-agosto):
Total de incidencias: 55	Total de incidencias: 63	Total de incidencias: 35
Duración promedio: 57.58 horas	Duración promedio: 51.42 hor	Duración promedio: 41.13 horas
Potencia afectada: 35,050 kVA	Potencia afectada: 61,807.50 k	Potencia afectada: 98,010 kVA
Clientes afectados: 35,624	Clientes afectados: 62,449	Clientes afectados: 94,834

Figura18

Gráfica comparativa de las interrupciones por año



¹⁵ Tabla Comparativa con datos de incidencia extraídos del BDG.

Capítulo II: Estudio Y Evaluación Del Seccionalizador Digital SIX-DG

La revisión de literatura y documentación técnica se basa en manuales y estudios clave para la investigación, con el objetivo de explicar el funcionamiento de los seccionadores digitales en relación con el análisis de recopilación de datos sobre las incidencias y aperturas de la red. Se incluye el *Manual de Instrucciones de Inael Electrical Systems, S.A* (Inael Electrical Systems S.A, 2010) que aborda el funcionamiento e instalación de sistemas eléctricos, y el *Manual de Instalación y Funcionamiento FWT200-IEC104 para FCI-SIX*, que detalla los procedimientos para instalar y operar seccionadores digitales. También se considera el *Manual del Seccionalizador Digital SIX-DG de CELSA S.A*, que proporciona información técnica sobre el modelo utilizado. Además, se presenta un análisis de instalación realizado por CELSA S.A, que incluye un estudio de caso sobre su funcionamiento y un análisis económico de las ventajas y desventajas de la instalación, fundamental para evaluar la efectividad de la solución propuesta en esta investigación.

6.12. Descripción Del Equipo

Estudios estadísticos recientes muestran que aproximadamente el 90% de las actuaciones de fusibles de expulsión en derivaciones de líneas aéreas ocurren en respuesta a fallos transitorios, como tormentas eléctricas, contactos con ramas de árboles, entre otros. Además, se sabe que el costo en mano de obra por cada reemplazo de un fusible fundido puede ser similar al costo de un cortacircuitos de expulsión nuevo. (Electrical Systems, 2018)

En este contexto, los seccionadores digitales representan una revolución radical en el campo de la protección de derivaciones y ramales en líneas aéreas de distribución. Estos dispositivos proporcionan una solución económica a este problema, manteniéndose inertes ante faltas locales transitorias, que se producen aproximadamente en el 90% de las ocasiones, y asegurando el seccionamiento efectivo de una derivación en caso de una falta local permanente.

Los seccionadores automáticos son dispositivos totalmente autoalimentados, diseñados para su uso en coordinación con los interruptores automáticos o reconectores de cabecera en las líneas aéreas de distribución. El seccionador se suministra completamente equipado y listo para su uso en cualquier base de cortacircuitos de expulsión.

Un seccionalizador es un dispositivo que desconecta automáticamente secciones en falla de un sistema de distribución eléctrico; normalmente son instalados "aguas-abajo" de un reconector. Los seccionalizadores no poseen capacidad para interrumpir corrientes de falla. Estos equipos actúan con base en la operación del reconector y para ello cuentan las aperturas del mismo durante las condiciones de falla establecidas. Después de un número seleccionado de aperturas del reconector asociado y cuando este se encuentra abierto, el seccionalizador abre y aísla la sección en falla de la línea. Esta operación permite al reconector cerrar y restablecer el servicio en las zonas libres de falla. Si la falla es transitoria, el seccionalizador descarta la misma automáticamente después de un tiempo preestablecido. Los seccionalizadores tienen aplicación en circuitos trifásicos, bifásicos y monofásicos, además en la actualidad aparecen los que son adaptables en los cortacircuitos tipo intercambiable (Celsa, 2020)

6.13. Características Generales Del Seccionador Digital

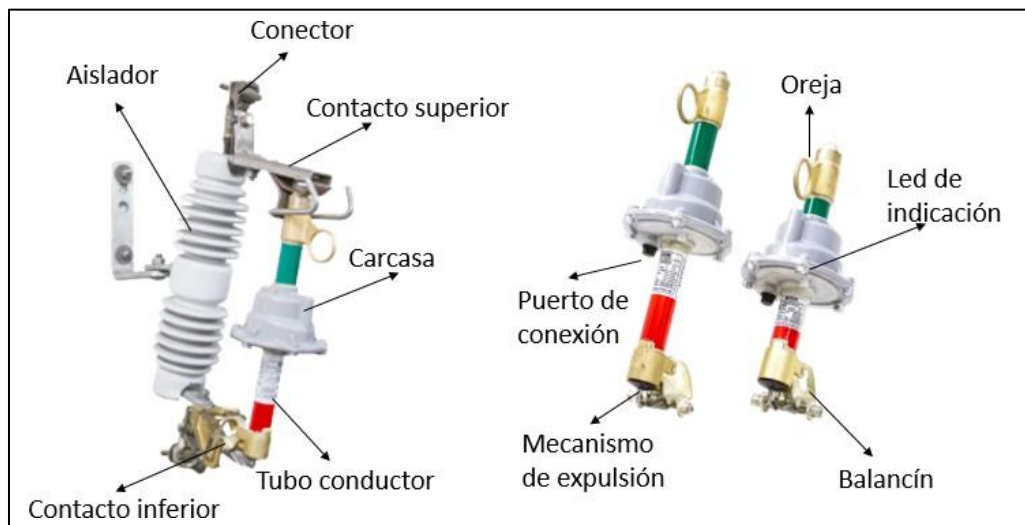
- Es un equipo autoalimentado por la misma corriente circulante en la línea.
- Posee 2 transformadores de corriente, uno para la medida de corrientes y otro para la alimentación del circuito.
- Actuador electromecánico por medio de un solenoide.
- Indicador de presencia y ausencia de corriente tipo LED.
- Arquitectura basada en microcontrolador de última generación, con firmware completamente actualizable por el cliente.

- Opcionalmente puede tener módulo de RF para comunicación inalámbrica.
- Incluye memoria no volátil para registro de eventos.
- Todos los parámetros funcionales son configurables mediante terminal de campo (DELTA PLUS) o en laboratorio (PC, interface USB y software SIGMA SIX).
- Almacena contador de eventos y fallas, los cuales se pueden consultar por medio del terminal DELTA PLUS y el software SIGMA SIX.
- Se adapta a las bases de los cortacircuitos tipo intercambiable.
- Se instala o retira desde tierra con una pértiga convencional.
- Diseño tropicalizado y para operar a la intemperie.
- Libre de mantenimiento y de larga vida útil

6.14. Composición O Características Físicas Del Seccionador Digital

Figura 19

Composición física del Seccionador Digital



Nota: Extraído del manual SIX-DG de funcionamiento y especificaciones técnicas, CELSA S.A

6.15. Descripción De Los Componentes Del Seccionador Digital

Los componentes del dispositivo, así como su descripción se detallarán a continuación:

6.15.1. Unidad De Control

Contiene el circuito lógico para la medición, control y comunicación, así como la luz piloto y el conector de programación y parametrización.

6.15.2. Luz Piloto (Led De Indicación)

- Corriente nominal (se indica con 2 destellos cada 5 segundos).
- Corriente igual o superior a la de actuación (se indica con un destello cada segundo).
- Ausencia de corriente (se indica con el LED apagado).

6.15.3. Tubo Conductor

En cobre (99.9% Cu), asegura excelente continuidad eléctrica entre los contactos.

6.15.4. Contacto Superior

Fabricado en fundición de cobre estañado, plateado en la zona de contacto. Con ojal o gancho para la manipulación con pértiga convencional.

6.15.5. Contacto Inferior

Fabricado en fundición de cobre estañado, plateado en la zona de contacto. Con ojal para la manipulación con pértiga convencional y pieza de atranque del mecanismo de activación.

6.15.6. Mecanismo De Activación

Actuador electromecánico por medio de un solenoide que permite la activación del equipo.

6.16. Secuencia Y Validación Para La Instalación Antes De La Instalación.

- Verifique ya sea mediante el software SigmaSix o desde el SicPRO por medio del concentrador que los parámetros estén adecuadamente configurados en los valores requeridos (Corriente nominal, conteos, tiempo de reinicio y código de RF)
- Verifique que el trinquete de retención este correctamente armado. (Ver figura 21)

Figura20

Representación pasó a paso para la instalación



Nota: Extraído del manual SIX-DG de funcionamiento y especificaciones técnicas, CELSA S. A

- A: Trinquete desarmado, B: Suba el trinquete hasta la posición de arme, C: Presione la aguja hasta que haga clic, D: gire la cabeza de la aguja hasta que enganche con el contacto.
- Verifique que el circuito no presente ningún problema, muy importante estar seguro de que se haya despejado la falla, si hubo una falla permanente.

6.16.1. *Instalación Del Seccionador Digital*

Antes de proceder con la instalación del seccionizador, es esencial tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Asegúrese de que el equipo está diseñado para el voltaje y el rango de corriente especificados; exceder estos valores puede causar daños irreparables.
- El equipo no requiere de ningún componente de repuesto.
- Las operaciones de instalación, rearmado o desmontaje del tubo seccionizador deben realizarse utilizando una pértiga adecuada.
- Verifique que el circuito esté libre de fallas en el momento de la instalación del seccionizador.
- Los cortacircuitos de expulsión pueden transformarse en seccionizadores al sustituir el porta fusible por el brazo abatible del seccionizador; esta conversión solo se garantiza en bases de cortacircuitos intercambiables.
- El rearmado del tubo seccionizador se efectúa reposicionando el trinquete, tal como se muestra en la ilustración correspondiente del manual.

6.17. *Aplicaciones Y Operación*

Los seccionizadores pueden instalarse para operar en modo monofásico, en cuyo caso la apertura se llevaría a cabo únicamente en la fase donde se detecte una falla permanente, manteniendo cerradas las demás fases. Alternativamente, se pueden configurar en modo trifásico, en el cual las aperturas se realizarían simultáneamente en las tres fases si se presenta una falla permanente en cualquiera de ellas. Es importante que los seccionizadores se utilicen en coordinación con un interruptor automático o reconectador ubicado aguas arriba en la línea aérea de distribución, el cual debe tener la capacidad de

efectuar múltiples reenganches (aperturas y cierres) en respuesta a la aparición de fallas en la línea. Para su correcta instalación, los seccionalizadores deben cumplir con los siguientes requisitos:

- El número de conteos necesarios para disparo debe ser igual o menor que el número de reenganches del interruptor automático o reconectador correspondiente aguas arriba.
- El tiempo de regeneración debe superar el tiempo de reenganche más lento del interruptor automático o reconectador asociado aguas arriba.
- El tiempo de reenganche más rápido del interruptor automático o reconectador ubicado aguas arriba debe ser superior a 500 ms.

6.18. Funcionamiento Del Seccionador Digital

El seccionizador digital es un equipo de protección para líneas de media tensión, que efectúa una apertura de la red de manera coordinada con un reconectador aguas arriba al detectar una secuencia de falla o al recibir una señal de apertura de otro; ésta se hace en conjunto con otros seccionalizadores. Funcionalmente cada equipo se desempeña como un seccionizador convencional; el transceptor de radio marca una diferencia brindando una protección integral con varios equipos, además de ofrecer opciones de parametrización y consulta empleando un equipo portátil (opcional). El equipo realiza la apertura en ausencia de corriente por lo que su característica es independiente de la curva tiempo-corriente. El seccionizador digital posee un indicador luminoso que permite identificar el estado funcional en el que está el equipo y a su vez es un indicador de la corriente de la red (ausencia de corriente, corriente normal, corriente de actuación).

6.18.1. Modos De Operación

Figura 21

Diagrama Operación En Modo Monofásico.

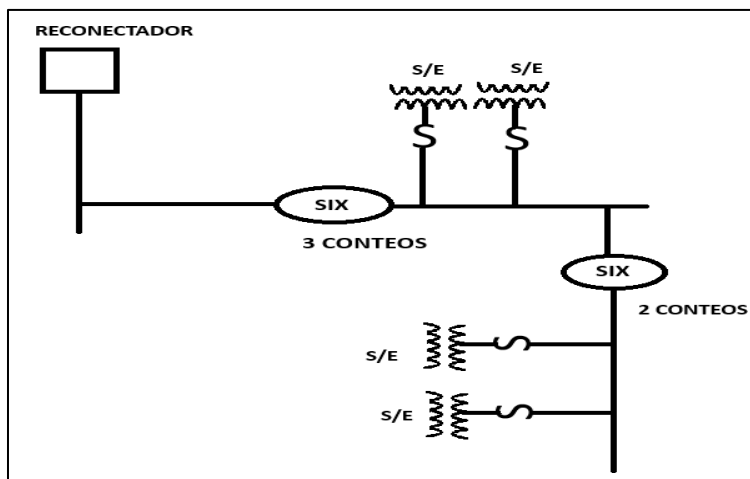
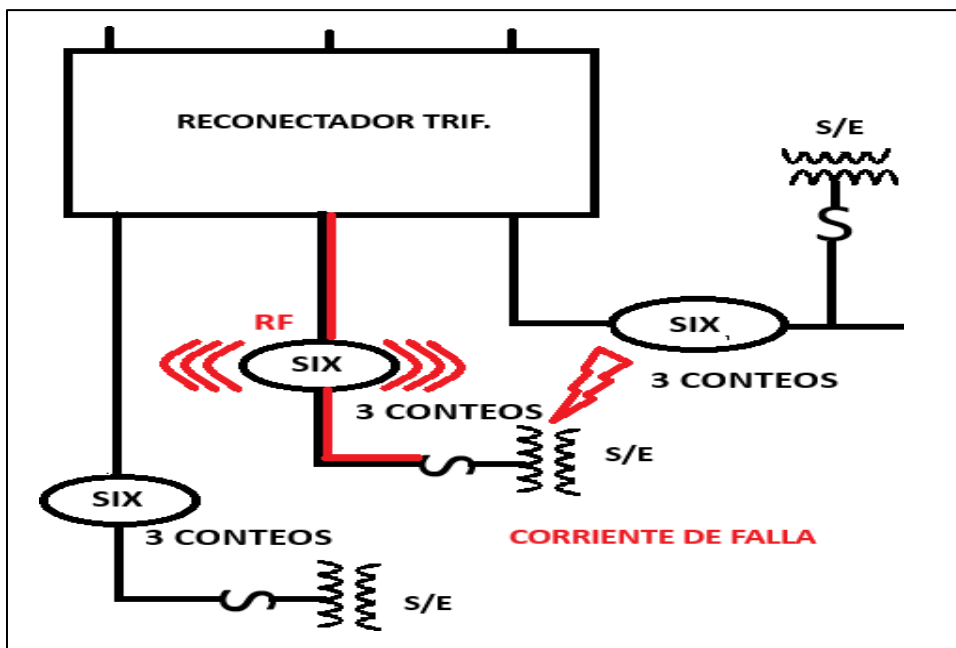


Figura 22

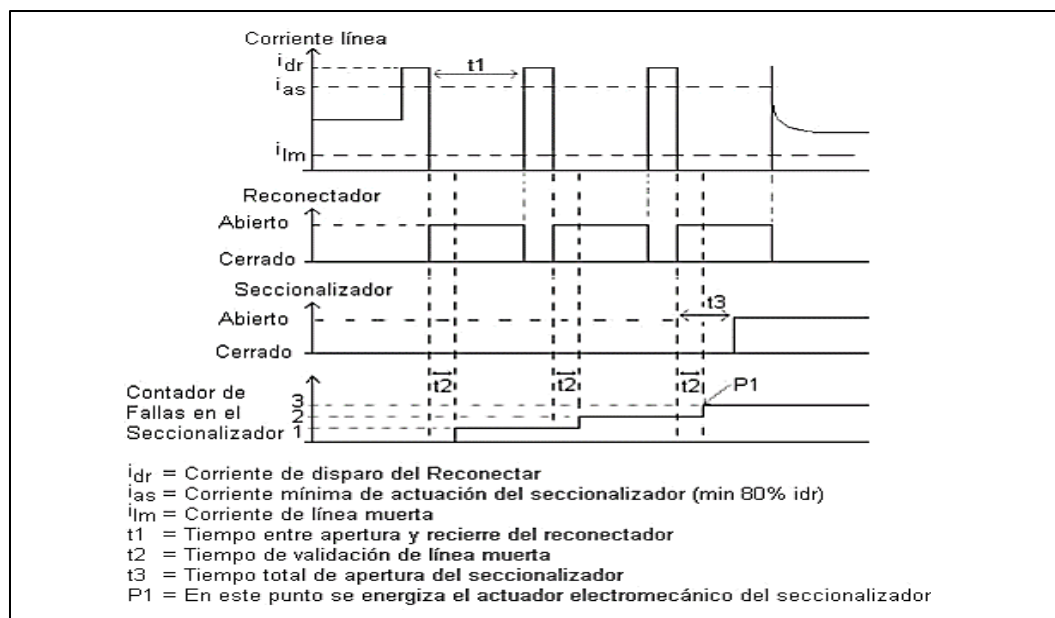
Diagrama De Operación y Coordinación En Modo Trifásico Por Radio



Los seccionalizadores pueden configurarse para operar según la topología de la red, es decir en redes troncales donde se amerite la operación en modo trifásico (corte drástico de las tres fases) esto aplica para sectores empresariales y suministros sensibles como industrias, debido al tipo de conexión de los bancos de transformadores. Operación en modo monofásico (corte drástico en la fase donde se encuentre la falla únicamente) aplican sectores donde predominan únicamente cargas de carácter domiciliar o residencial, de tal manera que no se afecten las otras fases. Ambas configuraciones son programables para adaptarse a diferentes necesidades de detección de fallas.

Figura 23

Diagrama Funcional Ante La Detección De Una Falla



Nota: Extraído del manual SIX-DG de funcionamiento y especificaciones técnicas.

6.19. Ventajas De La Implementación Del Seccionador Digital En La Red De Distribución

La principal ventaja de los **seccionadores digitales** es que pueden ser instalados en la misma base que los fusibles tradicionales. Esto reduce

significativamente los costos operativos y el tiempo de interrupción del servicio. Dentro de las mejoras se incluyen:

- **Menores costos a largo plazo:** Al no requerir reemplazos frecuentes de los fusibles de expulsión, los seccionadores digitales representan una inversión inicial más alta, pero generan ahorros a lo largo del tiempo.
- **Mayor confiabilidad:** A diferencia de los fusibles, los seccionadores digitales pueden discriminar entre fallas temporales y permanentes, reduciendo las interrupciones innecesarias y mejorando la estabilidad de la red.

6.19.1. *Ventajas Técnicas*

- Al no poseer gráfica t Vs I amplía el rango de coordinación de protecciones
- Detecta línea muerta
- Es inmune de inducciones electromagnéticas
- Al ser digital permite adaptarse a cualquier configuración de red siempre y cuando haya la presencia de un reconectador aguas arriba
- Permite configuración inalámbrica en sitio
- Discrimina corrientes inrush

6.19.2. *Ventajas operativas.*

- Mejora indicadores de calidad
- Limita el número de usuarios afectados
- Mejora la selectividad del circuito
- Ideal para zonas de difícil acceso
- Previene cortes innecesarios de suministro.

6.20. Características Técnicas A Considerar Del Seccionador Digital.

Las especificaciones técnicas del seccionalizador incluyen:

- **Voltaje máximo de diseño:** El seccionalizador debe tener una clase de aislamiento que sea adecuada para el voltaje del sistema en el cual será utilizado, siendo este igual o mayor que el voltaje del sistema. Los valores comunes son 15, 27 o 35 kV.
- **Corriente nominal máxima:** El seccionalizador debe ser capaz de operar continuamente con la corriente exigida por la carga, con valores típicos de hasta 200A.
- **Máxima corriente de falla:** La corriente momentánea (en falla) debe tener un margen del 125% respecto a la corriente de falla disponible en el punto de instalación; se puede definir como 8kA durante un segundo.
- **Protección por impulso de corriente:** La protección del control electrónico debe tener cierta inmunidad frente a descargas eléctricas tipo rayo, con inmunidad de hasta 65kA de pico con una forma de onda de 5x10 microsegundos, según la norma ANSI/IEEE C37.63.
- **Tiempo de reinicio:** Este tiempo es configurable entre 1 y 99 segundos, definiendo el tiempo máximo que debe memorizar un conteo previo en condiciones de ausencia de corriente o corriente nominal.

6.21. Configuración Y Parámetros.

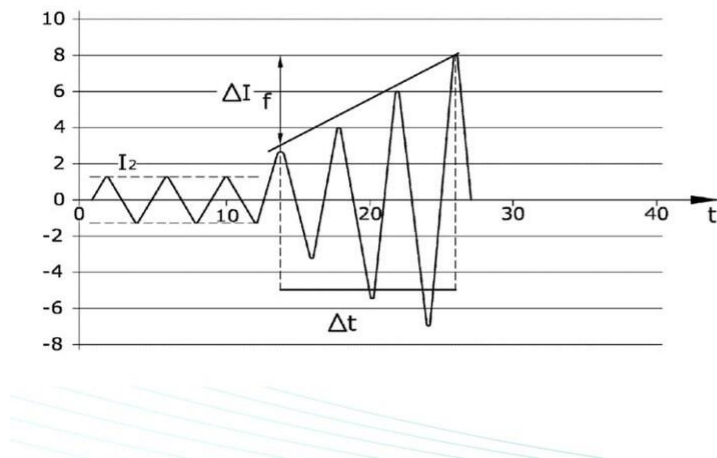
En la figura siguiente se exponen los dos modos posibles de operación en función de la configuración programada en el seccionalizador.

6.21.1. Modo Umbral

Figura

24

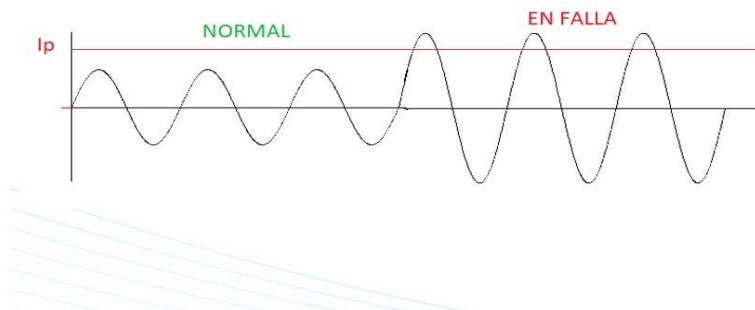
Detección por corriente de falla por encima del umbral de corriente



6.21.2. Modo Incremental

Figura 25

Detección por corriente de incremento en un período de tiempo

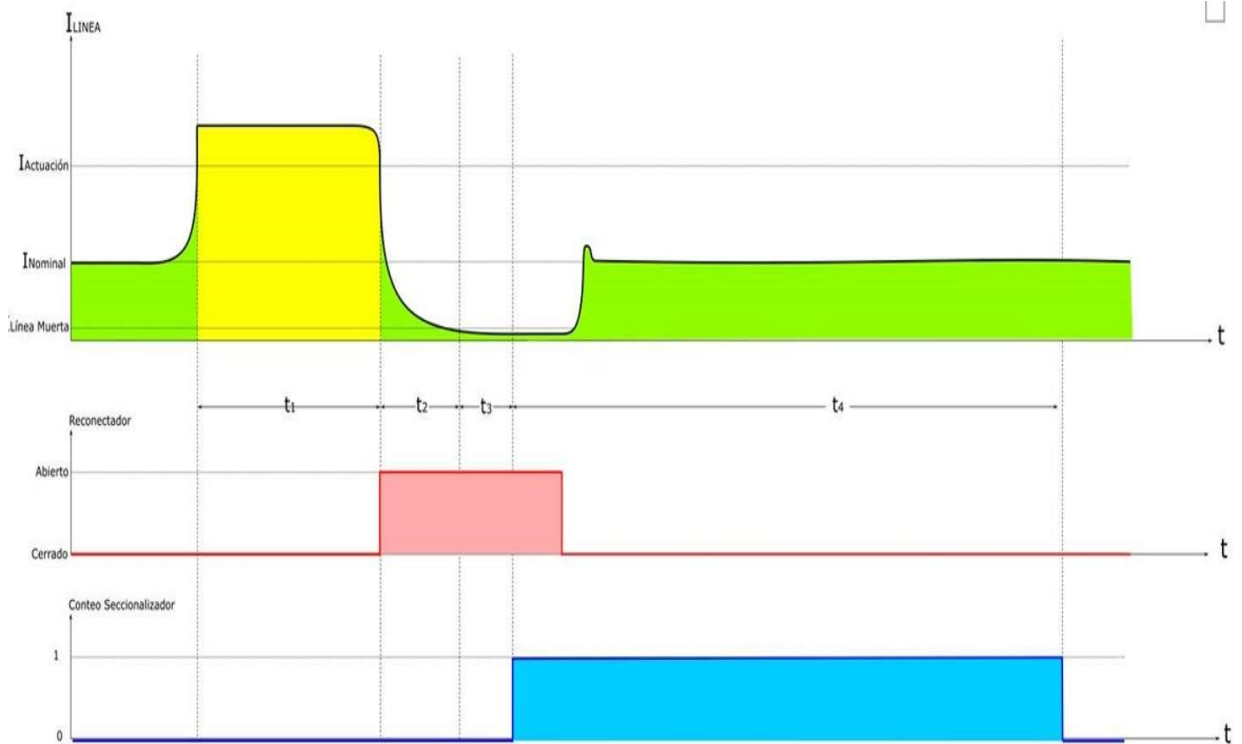


Las gráficas mostradas en la figura 25 y 26, ilustran dos métodos complementarios para la detección de fallas en sistemas eléctricos de distribución: la detección por incremento de corriente y la detección por umbral de corriente. En la detección por incremento de corriente, el sistema identifica una falla si la tasa de aumento de la corriente supera un valor predefinido dentro de un tiempo determinado, mientras que, en la detección por umbral de corriente, la falla se detecta cuando la corriente supera un nivel umbral específico. Las gráficas muestran cómo ajustar estos parámetros permite una detección precisa de fallas, optimizando la respuesta del sistema ante diferentes condiciones de falla, ya sea transitoria o permanente. Estos métodos proporcionan flexibilidad y seguridad al sistema de distribución, mejorando la confiabilidad del suministro eléctrico al permitir que solo las secciones afectadas por fallas se desconecten, minimizando el impacto en las áreas no afectadas.

6.21.3. Parámetros De Tiempo Para La Operación En Modo Umbral

Figura 26

Gráfica de la operación del Seccionador Digital ante los momentos de falla



Para el modo de operación umbral se registran una serie de intervalos de tiempo los cuales se describen a continuación:

- T1: Tiempo de detección de falla: en este momento el seccionizador, requiere que la corriente de línea sea superior a la corriente de actuación durante por lo menos 50ms para poder detectar el posible evento de falla.
- T2: Tiempo de detección: este valor es configurable en un rango de 50 a 5000 ms y permite que el seccionizador espere un tiempo antes de validar la condición de línea muerta después de ser retirada la condición de falla, por una apertura aguas arriba o por una normalización de la red.
- T3: Tiempo de validación de línea muerta: es un tiempo configurable en un rango de 80 a 120 ms, en el cual el seccionizador verificará

que la corriente que circula esté por debajo de la corriente de línea muerta definida (200mA o 300mA).

- T4: Tiempo de reset: es un tiempo configurable en un rango de 1 a 300 segundos. El cual define el lapso necesario para que el seccionalizador olvide los conteos que ha realizado hasta el momento.

6.22. Programación De Equipo

El seccionalizador electrónico parametrizable SIX-DG permite ajustar el número de conteos (1 a 4), el tiempo de reposición (1 a 99 segundos), el modo de actuación (umbral y/o incremental), el valor de la corriente de actuación y el tiempo de validación de línea muerta, de una manera fácil y rápida por medio del programa SIGMA SIX, el módulo DELTA PLUS. Opcionalmente, si el SIX-DG se integra a un sistema de gestión remota SCADA, puede ser tele gestionado desde un servidor (software WinSGR) por medio de un concentrador (FWT200).

Para realizar un cambio local en la programación de los parámetros del SIX-DG (conteos, códigos de grupo, modo de actuación y tiempos de reposición), sólo es necesario conectar el cable de datos y programar el seccionalizador empleando el programa SIGMA SIX, o de forma inalámbrica por medio del módulo DELTA PLUS.

6.23. Medios De Configuración Y Consulta

Para la configuración de los parámetros y la consulta de las estadísticas, el seccionalizador digital posee dos opciones:

6.23.1. Software SIGMA SIX

Se trata de un software que se ejecuta desde un PC permitiendo la parametrización y consulta de estadísticas. En esta opción se requiere de los siguientes componentes: PC, Cable USB, Interfaz USB, Cable de datos y SIX-DG a programar. No requiere circulación de corriente por el seccionalizador.

Figura 27

Interfaz del Software SIGMA SIX para la configuración del Seccionalizador

The screenshot displays the SIGMA SIX software window. At the top, there is a menu bar with 'Archivo', 'Opciones', 'Reportes', and 'Ayuda'. Below the menu, a status bar shows 'Elija el Puerto Serial' set to 'COM7', a 'Conectar' checkbox which is checked, a 'Leer' button, the 'Número Serial' 'C1020593', and the 'Versión de Programa' 'SDV6.4C0'.

The main area is divided into two primary sections: 'PARÁMETROS' on the left and 'ESTADÍSTICAS' on the right.

PARÁMETROS Section:

- Corriente de Actuación:** Includes 'Modo' with radio buttons for 'Umbral' (selected) and 'Incremental'. It also has input fields for 'Corriente Umbral' (100, range 4-320 A), 'Corriente Incremental' (60, range 4-200 A), and 'Tiempo Incremental' (100, range 40-500 ms).
- Conteos de Falla:** Includes 'Conteos de Falla' (3, range 1-4) and 'Tiempo de Reset' (30, range 1-99 s).
- Corriente Línea Muerta:** Includes 'Umbral' with radio buttons for '200mA' and '300mA' (selected). It also has 'Tiempo Detección' (50, range 50-5000 ms) and 'Tiempo Validación' (80, range 80-120 ms).
- Comunicaciones:** Includes 'Fase' with radio buttons for 'A (R)' (selected), 'B (S)', and 'C (T)'. It also has 'Modo' with radio buttons for 'Monofásico' and 'Trifásico' (selected), 'Canal de comunicación' (0, range 0-9), and 'Código de Grupo RF' (1, range 1-10).

ESTADÍSTICAS Section:

- It contains two columns: 'Eventuales' and 'Acumuladas'.
- Rows include: 'Número de Operaciones' (38), 'Número de Transitorios' (12), 'Tiempo de trabajo en corriente superior a la de actuación' (0d 0h 5m 48s), 'Tiempo de trabajo en corriente superior a la máxima (200 A)' (0d 0h 10m 58s), and 'Causa de la última operación' (Ninguna).
- There are 'Borrar' buttons for the last two rows.

Bottom Section:

- PARÁMETROS:** Includes 'Tiempo Validación Inrush' (3, range 1-99 s), 'Frecuencia' with radio buttons for '60 Hz' (selected) and '50 Hz', 'LED' with radio buttons for 'Activar' (selected) and 'Desactivar', and 'SGR' with radio buttons for 'Activar' and 'Desactivar' (selected).
- An 'Enviar' button is located at the bottom right of this section.

Nota: Extraído de la interfaz del programa.

6.23.2. Terminal Remota Delta Plus

Se trata de un equipo portátil que permite la modificación de los parámetros y consulta de las estadísticas del seccionalizador, ideal para trabajo en campo. En esta opción se requiere de los siguientes componentes: Módulo DELTA PLUS y el

seccionalizador a programar. No requiere circulación de corriente por el seccionalizador.

Figura 28

Programación inalámbrica, consulta de estadísticas mediante la terminal remota Delta PLUS



6.24. Conectividad Del Seccionador Digital Con Un Sistema SCADA

Al igual que los equipos instalados en un sistema de redes de distribución Smart Grid, el seccionador digital posee un módulo de comunicación inalámbrica (RF-01) bidireccional. La comunicación opera en bandas libres y permite entre otras las siguientes funciones:

- Reportar alarmas (fallas transitorias y permanentes).
- Reportar la corriente circulante en la línea.
- Actualización de parámetros de operación.
- Consulta de estadísticas.

Estas funcionalidades no solo facilitan el control y administración de los equipos instalados, sino que también amplían el campo de aplicación, pues permiten la integración de los mismos a sistemas tipo SCADA para control y supervisión remoto de las redes. Para integrar los seccionalizadores a un sistema de gestión existen dos componentes adicionales.

6.25. Concentrador FTW200

El concentrador FWT200 cumple la función de recibir la información que transmiten los seccionalizadores como alarmas y medidas, para luego enviarlas al WinSGR por medio de GPRS, dentro de las generalidades del concentrador destacan que:

- Son ideales para instalación en postes de concreto o madera.
- Concentra la información de hasta 9 equipos (Seccionalizadores).
- Comunicación con los equipos a través de radio frecuencia (RF).
- Comunicación con el sistema de gestión a través de una red GPRS.
- Fuentes de potencia: Panel solar, AC (110V o 220V) o adaptador de 18Vdc/2A.
- Cuenta con batería de plomo ácido de 12V/35Ah. 40 horas de autonomía.
- Actualización remota de parámetros y firmware.

6.26. Software De Gestión WinSGR

Recibe y procesa la información de los seccionalizadores transmitida a través del FWT200. El enlace de GPRS con el sistema de gestión WinSGR se establece a partir del mismo momento que inicia el funcionamiento del

concentrador. En el proceso de transferencia de estas codificaciones se utiliza el protocolo estándar IEC 60870.5-104 para la transmisión de medidas y eventos de la red que llegan al WinSGR y hacia el sistema del SCADA corporativo.

6.27. Protocolo Estándar IEC 60870-5-104

De acuerdo con (Untiveros, 2023) el protocolo IEC 60870-5-104 es una norma de comunicación utilizada en sistemas de automatización y control industrial, especialmente en aplicaciones relacionadas con la gestión y control de sistemas de energía eléctrica, como subestaciones eléctricas, generación de energía y distribución de energía. Fue desarrollada por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y se centra en la comunicación entre sistemas de control y dispositivos de campo.

6.28. Efectividad del Seccionalizador Digital

Este estudio (Celsa, 2020) analiza la aplicación y efectividad de los seccionadores digitales en redes de distribución eléctrica. El objetivo fue analizar el impacto de la instalación de estos dispositivos en la mejora de la confiabilidad del servicio eléctrico y en la reducción de pérdidas económicas, se analiza la efectividad de los seccionadores digitales en comparación con los fusibles tradicionales en una red de media tensión. El estudio se basa principalmente en el análisis económico de los cambios frecuentes de fusibles y cómo los seccionadores digitales eliminan la necesidad de estos reemplazos constantes.

6.28.1. Costo de Reemplazo de Fusibles De Expulsión

Los fusibles tradicionales presentan una baja confiabilidad debido a su limitada capacidad de coordinación en situaciones de interrupción, especialmente

en corrientes superiores a 1500 amperios. Los costos asociados al cambio de fusibles incluyen:

- Costo de cambiar un fusible: Aproximadamente 54,000 pesos colombianos (USD \$15) por cada fusible, lo que incluye tanto el costo del fusible como el costo del servicio oficial para su reemplazo.
- Frecuencia de cambios: Los fusibles requieren cambios frecuentes debido a las condiciones climáticas adversas y las corrientes de falla. Esto implica un gasto recurrente y una disminución en la confiabilidad operativa de la red.

6.28.2. Problemática Con Los Fusibles

Además del costo, los fusibles no discriminan entre fallas permanentes y fallas temporales, lo que provoca reemplazos innecesarios en situaciones donde no es necesario un cambio, aumentando los costos operativos. Estos dispositivos presentan una alta vulnerabilidad ante variaciones, añadiendo inestabilidad en la red.

6.28.3. Análisis Comparativo

El estudio comparativo concluye que, aunque el costo inicial de los seccionadores digitales es más alto que el de los fusibles, la eliminación de los costos de reemplazo de fusibles (USD \$15 por cada cambio) y la mejora en la confiabilidad del servicio resultan en un ahorro económico significativo para la red a mediano y largo plazo.

VII. Capítulo III: Análisis De Datos, Validación Y Propuesta De Rediseño

Este capítulo tiene como objetivo presentar el análisis detallado de los datos recolectados y validar la necesidad de implementar seccionadores digitales en la red de distribución eléctrica, específicamente en la derivación Terrabona - Matagalpa. A través de los estudios teóricos y prácticos realizados, se demuestra la importancia de este tipo de tecnología para mitigar la cantidad de interrupciones registradas en el sistema y optimizar la calidad del servicio eléctrico en la zona.

Con base en los datos históricos de incidencias de los años 2022 a 2024, se ha llevado a cabo una comparación estadística que evidencia el impacto positivo de la instalación de seccionadores digitales. Este análisis también incluye resultados de una red donde se implementó previamente el equipo como un proyecto piloto en una derivación trifásica del circuito RIV-L4070 ubicado en la ciudad de Rivas, para confirmar su efectividad. Este capítulo no solo validará los resultados obtenidos a través de pruebas experimentales, sino que también establecerá una propuesta de instalación.

7.1. Análisis en la Gestión de la Red de Distribución de Nicaragua

Según (Vega, 2019) se examinaron los indicadores de calidad del servicio eléctrico en Nicaragua, centrándose en la continuidad y calidad del suministro. Para determinar si se cumplía con los estándares establecidos, mediante ecuaciones y cálculos que permiten evaluar la efectividad del suministro eléctrico. De acuerdo con el análisis realizado se evaluaron los indicadores de calidad del servicio de la red de distribución de Nicaragua. Dicho análisis incluye indicadores de frecuencia y duración de las interrupciones tales como FMIK (Frecuencia Media de Interrupción por kVA) y TTIK (Tiempo Total de Interrupción por kVA). Los resultados de este estudio son un punto de referencia importante

para entender la necesidad de mejorar el sistema de distribución a través de la implementación de nuevas tecnologías, como los seccionadores digitales.

Los datos recopilados en el estudio revelaron que los indicadores FMIK y TTIK se encontraban dentro de los límites permitidos según la normativa del Instituto Nicaragüense de Energía (INE), pero que existía un margen para mejorar aún más estos indicadores. Además, el análisis sugirió que la instalación de interruptores telecontrolados y seccionadores digitales podría contribuir a una reducción significativa en las interrupciones de servicio.

Los cálculos se centraron en los índices SAIDI (Systems Average Interruption Duration Index) y SAIFI (Systems Average Interruption Frequency Index), que miden la duración y la frecuencia de las interrupciones en el suministro. Las fórmulas utilizadas son:

SAIDI:

$$SAIDI = \frac{\sum(Duración\ de\ la\ interrupción)}{Total\ de\ clientes}$$

SAIFI:

$$SAIFI = \frac{\sum(Numero\ de\ interrupciones)}{Total\ de\ clientes}$$

Estos cálculos permiten a la empresa distribuidora evaluar la calidad del servicio que proporciona y su nivel de cumplimiento con las normativas del Instituto Nicaragüense de Energía (INE).

Al cabo del análisis en (Vega, 2019) se concluye que, para asegurar una calidad aceptable del suministro eléctrico, es necesario cumplir con ciertos límites establecidos para estos índices. Sin embargo, se observó que, en el departamento de Matagalpa, los niveles de calidad del servicio no cumplen con estos márgenes.

7.2. Análisis De Interrupciones En La Derivación FU-S2107 De Media Tensión Como Proyecto Piloto

Durante el proceso de recolección de datos, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las interrupciones en una derivación de media tensión ubicada en el departamento de Rivas. Este análisis se realizó con el objetivo de evaluar el impacto de la instalación de un seccionador digital en la mejora de los indicadores de calidad del servicio eléctrico.

Figura 29

Derivación Trifásica SA-S2107 representada en el módulo de operación



Resultados Pre-Instalación (2022 - febrero 2023): En el año 2022, antes de la instalación del seccionador digital, se registraron un total de **84 operaciones** ¹⁶ en la red de media tensión. En los primeros dos meses de 2023 (enero y febrero), la red presentó **3 operaciones**.

Resultados Post-Instalación (marzo 2023 - septiembre 2024): El seccionador digital fue instalado en marzo de 2023. Desde entonces, los datos muestran una mejora significativa en los indicadores de interrupciones. Entre enero y septiembre de 2024, se reportaron **12 operaciones** ¹⁷ en total, lo que evidencia una disminución considerable en comparación con los datos previos a la instalación.

Figura 30

Información de alta, puesta en servicio del Seccionador Digital SA-S2107

Atributos	
SECCIONALIZADOR	Página: 1/1
Código	77000191
Capa	EXPLOTACION
Flag de estado	SIN MODIFICAR
Instalación superior	CIRCUITO RIV4070 (RIV4070)
Matrícula	SA-S2107
Estado normal	CERRADO
Número de Serie	R45013-S45011-T45010
Tipo de Compisición	TRIFASICO
Localización	ENTRADA A LA PIEDRA
Observaciones	INTENS. DE LINEA (AMP) 18.5 -ALTA SA URANIA RODRIGUEZ 27
Fecha de puesta en servicio	27-02-2023
Situación(esq)	10100038
Tipo de Comunicación	M
Marca de Fabrica	
Secuencia de Fase	RTS
Provincia-Distrito-Corregimiento	REG. SURORIENTAL-RIVAS-RIVAS

¹⁶ Véase en Anexo 9

¹⁷ Véase en Anexo 10

Figura 32

Interrupciones antes de instalar el seccionador digital en la Derivación Trifásica FU-S2107

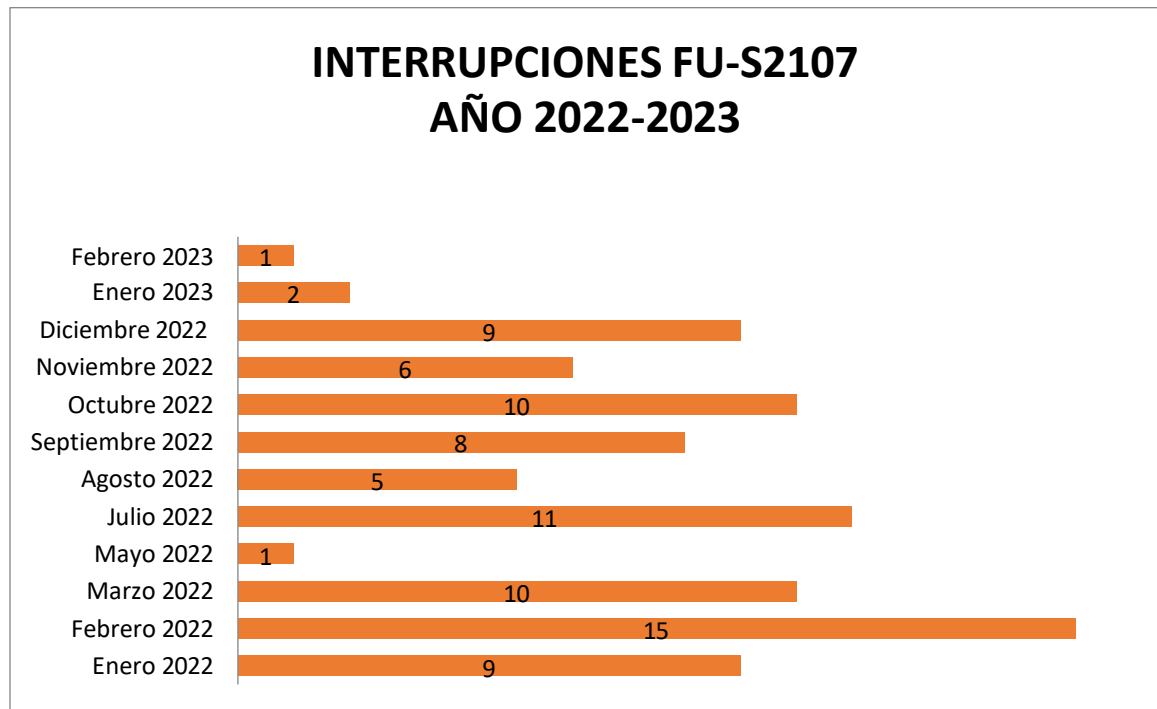
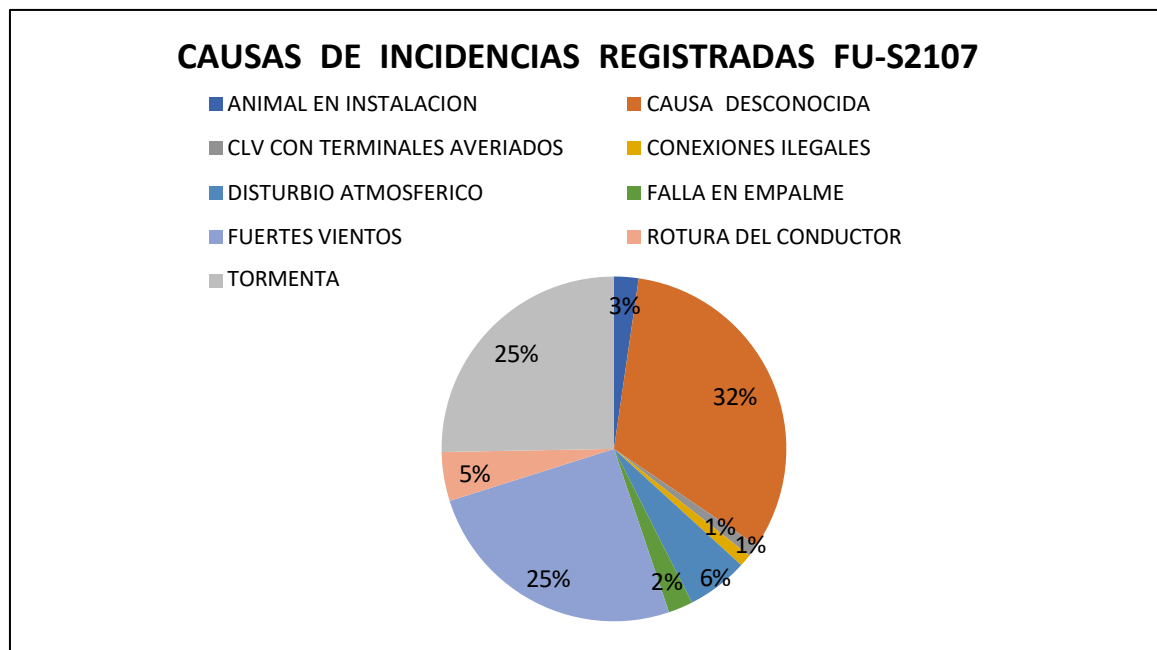


Figura 31

Causas de incidencia antes de instalar el seccionador digital en la Derivación Trifásica FU-S2107

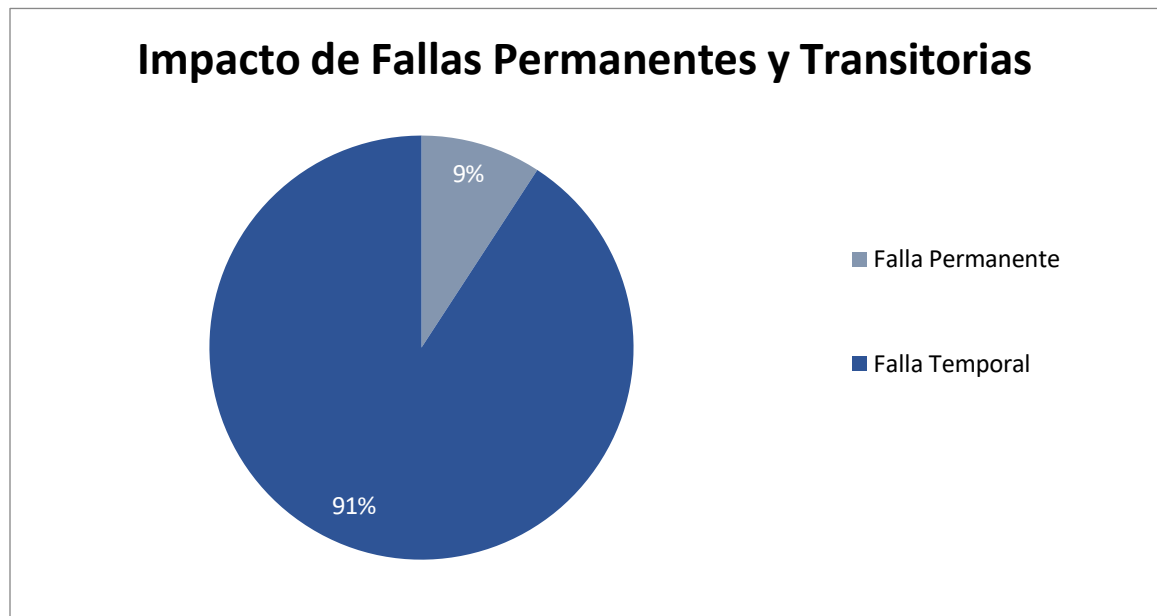
18



¹⁸ Total, de 87 interrupciones

Figura 33

Porcentaje de Fallas en la Red Eléctrica Derivación Trifásica FU-S2107



Dominio de las fallas temporales: El 91% de las fallas registradas son temporales, lo que indica que la mayoría de las interrupciones del servicio eléctrico son causadas por situaciones que pueden resolverse rápidamente sin requerir reparaciones mayores. Entre las causas más comunes de estas fallas temporales se incluyen fenómenos naturales como fuertes vientos y tormentas.

Menor incidencia de fallas permanentes: Solo el 9% de las fallas son permanentes, lo que sugiere que las interrupciones causadas por daños más severos, como rotura de conductores o fallas en empalmes, son menos frecuentes. Sin embargo, al ser fallas permanentes, tenderá a requerir más tiempo y recursos para su resolución. A continuación, se presentan gráficas que ilustran el comportamiento de las interrupciones en el sistema después de la instalación del seccionador digital.

Figura 35
Interrupciones después de instalar el seccionador digital en la Derivación Trifásica SA-S2107

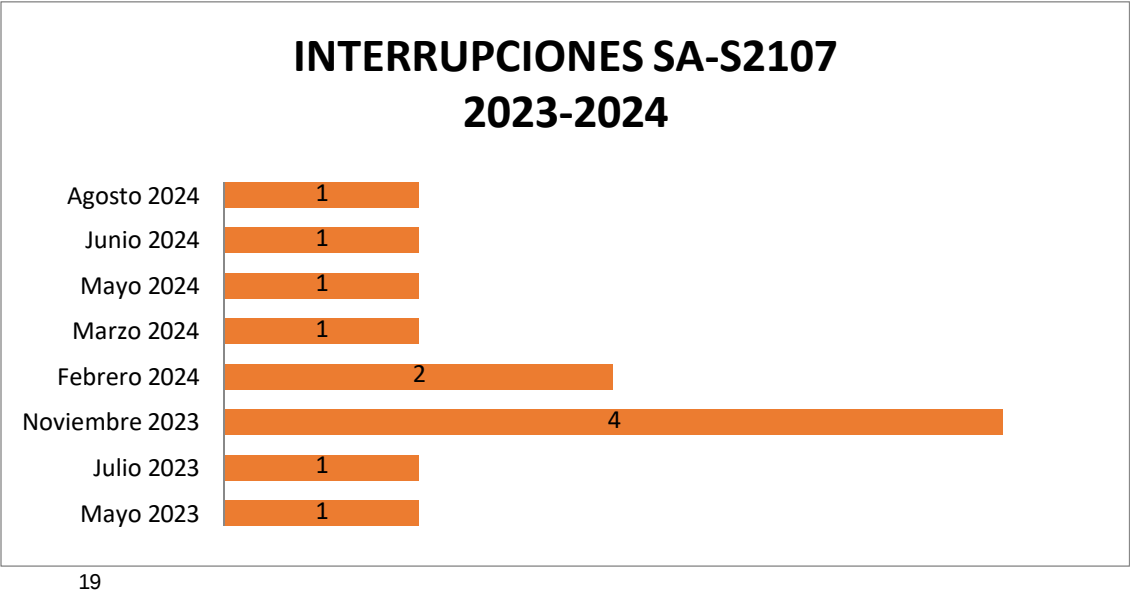
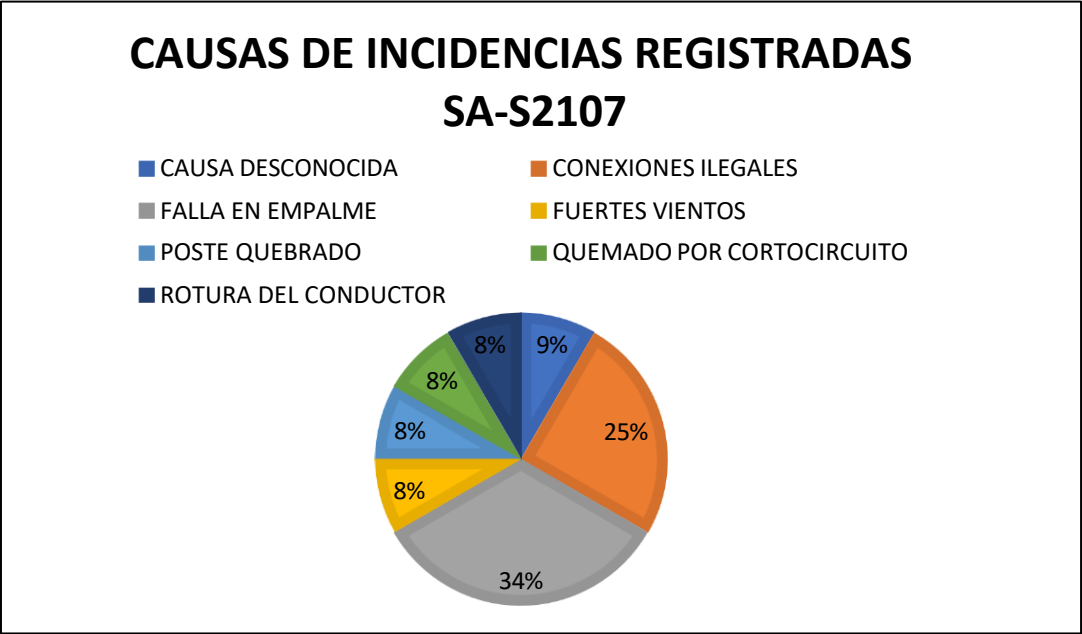


Figura 34
Causas de incidencia después de instalar el seccionador digital en la Derivación Trifásica



¹⁹ Un total de 12 interrupciones

Se observa una mejora significativa con solo 12 operaciones tras la implementación del seccionador digital.

7.1. Resultados Obtenidos Mediante La Aplicación Del Seccionador Digital

Este análisis muestra claramente que la instalación del seccionador digital ha contribuido a una mejora en la calidad del servicio, reduciendo el número de interrupciones en la derivación de media tensión. Este estudio también apoya la efectividad del seccionador digital en la reducción de fallas y operaciones, permitiendo una mayor confiabilidad en la red, ya que se logra discriminar las corrientes de falla transitorias.

7.1.1. Análisis Comparativo En Matagalpa (2022-2024)

Particularmente en el departamento de Matagalpa, se observa que los niveles de calidad de servicio no cumplen con los márgenes establecidos. Según (Vega, 2019) la cantidad de interrupciones y el tiempo promedio de duración exceden los límites aceptados, resultando en pérdidas económicas significativas para Disnorte-Dissur, debido a la inestabilidad del suministro. El siguiente gráfico compara las incidencias de interrupciones en Matagalpa, mostrando una evolución desfavorable entre 2022 y 2024, con un aumento notable en la duración promedio y el número de clientes afectados.

Figura 36

Comparación de las interrupciones antes y después de la instalación del equipo

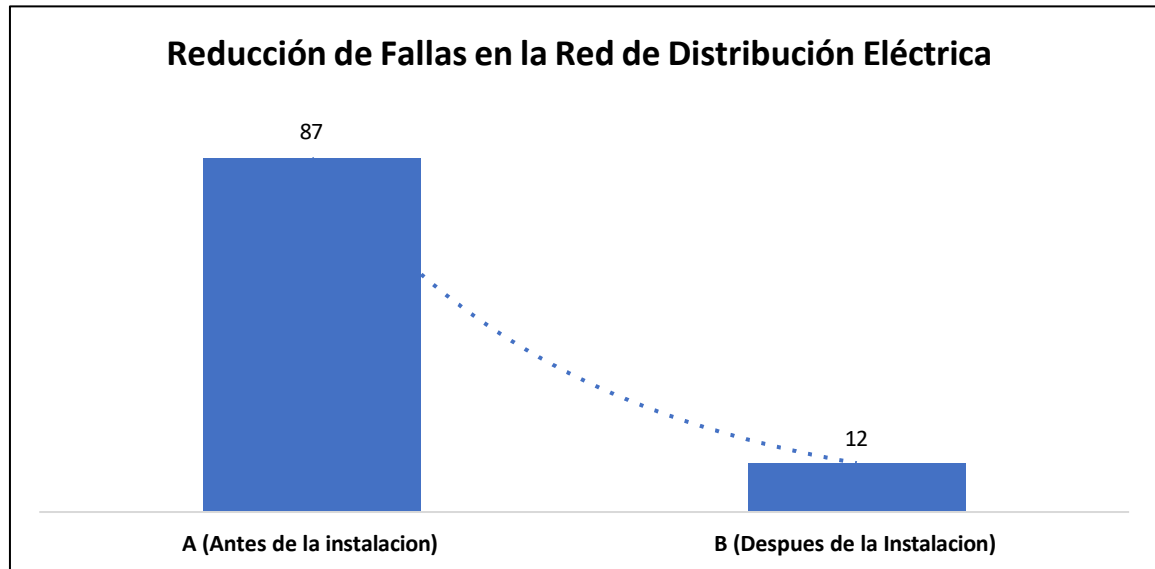
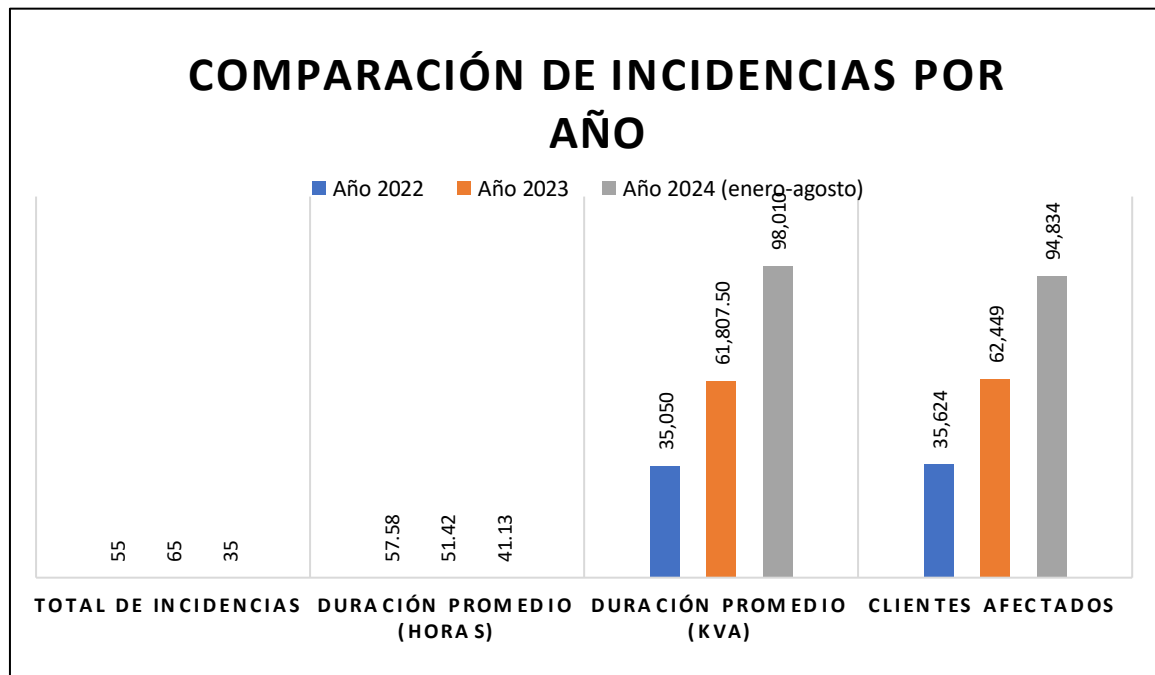


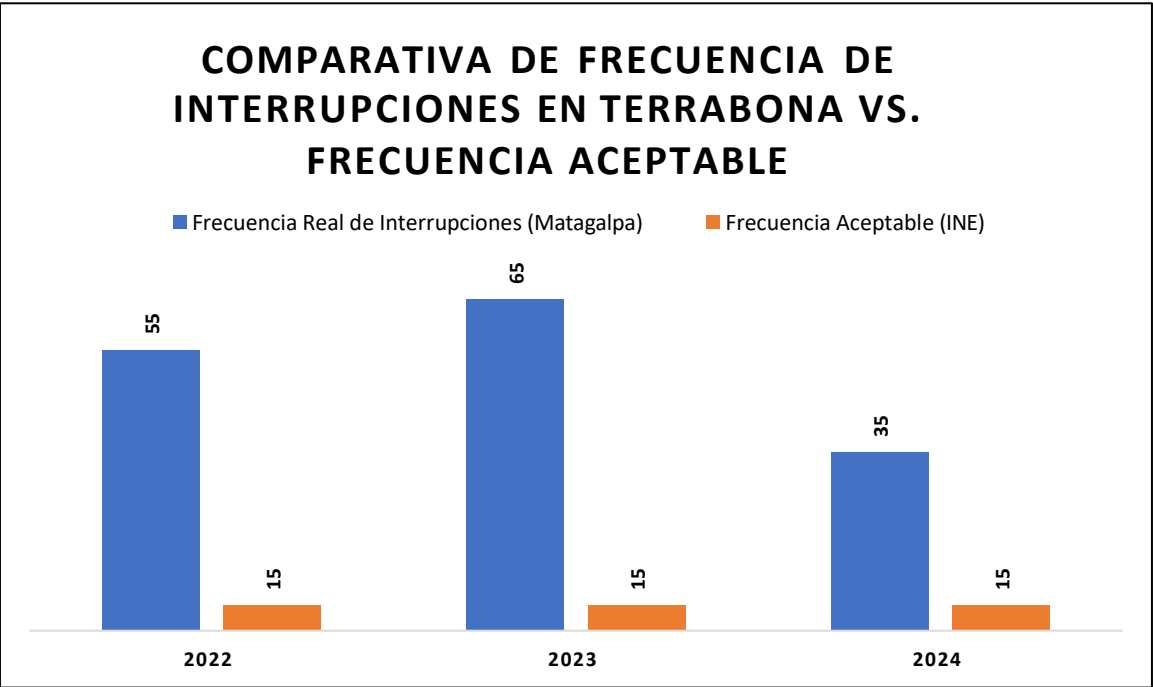
Figura37

Comparación de Incidencias por Año Derivación monofásica FU-N1397



Los cálculos muestran que, para un servicio eléctrico de calidad, la frecuencia de interrupciones debería mantenerse dentro de un límite máximo de 5 interrupciones por año y la duración promedio de las mismas no debería superar las 5 horas por evento. Sin embargo, se muestra que, en el caso de Terrabona, estas cifras se han visto superadas entre los años 2022 a 2024.

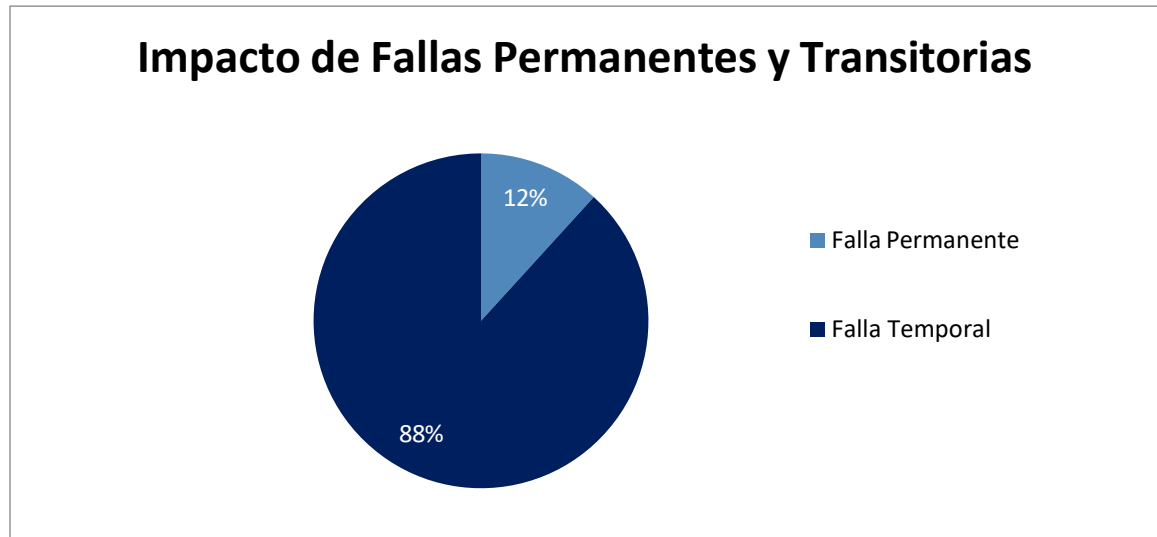
Figura38
Análisis comparativo Derivación monofásica FU-N1397



Comparar ambos casos nos ayuda a visualizar cómo la implementación de equipos de seccionamiento más avanzados podría beneficiar zonas que actualmente sufren de interrupciones frecuentes y prolongadas.

Figura39

Porcentaje de Fallas en la Red Eléctrica Derivación FU-N1397



La gráfica presentada en la figura 40 muestra una distribución del 12% de fallas permanentes y un 88% de fallas transitorias. Este alto porcentaje de fallas transitorias es característico de fenómenos como perturbaciones atmosféricas, contacto momentáneo con ramas o animales, que usualmente no requieren una intervención física extensa para su resolución.

Con la instalación de un seccionador digital, es posible reducir significativamente este porcentaje de fallas transitorias. Estos equipos están diseñados para detectar y aislar automáticamente las fallas temporales sin interrumpir el suministro de energía de forma prolongada. Al actuar de manera rápida y eficaz, los seccionadores permiten que muchas de estas fallas sean omitidas y sin necesidad de intervenir manualmente en el sistema, minimizando el impacto sobre los usuarios y mejorando la continuidad del servicio.

En cuestión, la implementación de estos dispositivos no solo mejoraría los tiempos de respuesta, sino que también contribuiría a reducir la frecuencia de interrupciones provocadas por fallas temporales, optimizando el rendimiento global del sistema eléctrico. Así, el porcentaje de fallas temporales que

actualmente domina el gráfico, se vería reducido de manera considerable, incrementando la eficiencia y la calidad del servicio eléctrico.

Por ese motivo, la derivación monofásica FU-N1397 se convierte en un candidato para este proyecto debido a la cantidad de interrupciones registradas. Ahora es necesario realizar los cálculos pertinentes para identificar si califica para la instalación de un seccionador digital en esa área.

7.2. Estudio Y Validación Del Perfil De Carga De La Derivación Y Del Circuito.

Para ser efectiva la instalación del seccionalizador digital, primero se debe someter la derivación de la red a una serie de estudios, de tal manera que cumpla con los requisitos mínimos para que el dispositivo funcione. Siendo los mas importantes la corriente máxima y mínima. Teniendo el conocimiento de ambas corrientes, se definirá la corriente máxima para establecer el valor de umbral de operación que se ajusta a un 50% por encima de la corriente máxima y la corriente mínima para verificar que se cumpla la corriente de excitación del dispositivo (mayor a 3 amperios), debido a que en condiciones de pico de demanda se supera el valor de corriente de excitación, pero en la demanda mínima si el valor de corriente es inferior a los 3 amperios y ocurre una falla, el seccionador digital no cumplirá su función.

7.3. Propiedades Del Interruptor TRB-L4030

Otra de las condiciones para que el seccionalizador pueda realizar su función, es la coordinación con el reconectador aguas arriba. Para programar el dispositivo correctamente se tomaron en cuenta las propiedades del interruptor de media tensión que abastece el circuito local, su nomenclatura corresponde al TRB-L4030 y sus propiedades se pueden ver en la tabla 4.

Tabla 12*Ajustes y propiedades del interruptor de media tensión*

ZONA	NORTE
SSEE	TRB
CKTO	TRB-L4030
CONTROL	INGETEA MD1BAA
TELECONTROL	SI
TELEGESTION	SI
PROPIEDAD	ENATREL
RTC	40
TAP FASE	2.63
DIAL FASE	0.22
MULTIPLICADOR FASE	40.76
CURVA FASE	IEC VI
TAP NEUTRO	1.05
DIAL NEUTRO	0.52
MULTIPLICADOR NEUTRO	36.01
CURVA NEUTRO	IEC VI
TAP FASE (51) (AMPS)	105.2
TAP NEUTRO (51) (AMPS)	42
CORTE	VACIO
MARCA / MODELO	HYUNDAI HVF6142-FXA-555D-RSS1
Disparos para bloqueo	4
79 (1) (Segundos)	5
79 (2) (segundos)	5
79 (3) (segundos)	5
Disparo Unico	180
OPERACIÓN	O-0,3S-CO-1,8S-CO-1,8S-CL

Para nuestro caso, estos ajustes de los interruptores aguas arriba nos sirven para ver primeramente la operación del equipo, es decir, que el ajuste de disparo del seccionalizador este por debajo del interruptor aguas arriba y segundo, los tiempos de recierre, siendo estos los más importantes, debido a que tiene que existir un margen de tiempo entre los recierres del interruptor, de tal manera que los conteos del seccionalizador se efectúen en ese momento, de lo contrario el

equipo accionaria con carga es decir, bajo condiciones de falla, tiene que existir una sincronización entre el tiempo donde el seccionalizador efectúa el conteo y el tiempo de recierre. En el mayor de los casos, los interruptores de cabecera en las subestaciones eléctricas están ajustados para accionar después de tres operaciones de recierre, el intervalo de tiempo entre cada recierre es de cinco (5) segundos. Estos valores son reprogramables y ajustables a las necesidades según la naturaleza de la red.

7.4. Parámetros Del Circuito A Tomar En Cuenta Para La Programación

En el caso que no se logren realizar mediciones físicas, se puede realizar un cálculo estimado, basándose en los parámetros del circuito. Para este caso se analizaron y se usaron los siguientes datos.

7.4.1. Perfil De Carga Del Circuito

Para tener un conocimiento de la demanda histórica y el comportamiento del circuito se extrajo una base de datos usando una fuente en la interfaz del SCADA, también se solicitó información al área de proyectos y planificación de la red, para tener una idea del perfil de carga del circuito.

Utilizando la interfaz de SCADA se extrajeron los siguientes datos.

Figura 41

Interfaz para obtener histórico de analógicos de un circuito

Time	I FASE A	I FASE B	I FASE C	I NEUTRO
2024/09/01 00:00:00	16.00	22.00	18.00	
2024/09/01 00:15:00	37.00	45.00	17.00	
2024/09/01 00:30:00	16.00	21.00	16.00	
2024/09/01 00:45:00	16.00	21.00	16.00	
2024/09/01 01:00:00	16.00	21.00	16.00	
2024/09/01 01:15:00	15.00	21.00	15.00	
2024/09/01 01:30:00	15.00	21.00	15.00	
2024/09/01 01:45:00	15.00	21.00	15.00	
2024/09/01 02:00:00	16.00	21.00	15.00	
2024/09/01 02:15:00	16.00	21.00	15.00	
2024/09/01 02:30:00	15.00	21.00	15.00	
2024/09/01 02:45:00	15.00	21.00	15.00	
2024/09/01 03:00:00	15.00	20.00	16.00	
2024/09/01 03:15:00	15.00	21.00	15.00	
2024/09/01 03:30:00	15.00	21.00	15.00	
2024/09/01 03:45:00	16.00	21.00	15.00	
2024/09/01 04:00:00	16.00	21.00	15.00	
2024/09/01 04:15:00	17.00	22.00	16.00	
2024/09/01 04:30:00	16.00	23.00	17.00	
2024/09/01 04:45:00	34.00	224.00	39.00	
2024/09/01 05:00:00	18.00	23.00	18.00	
2024/09/01 05:15:00	19.00	26.00	21.00	
2024/09/01 05:30:00	22.00	24.00	21.00	
2024/09/01 05:45:00	24.00	25.00	21.00	
2024/09/01 06:00:00	26.00	27.00	23.00	
2024/09/01 06:15:00	27.00	25.00	24.00	
2024/09/01 06:30:00	27.00	25.00	24.00	
2024/09/01 06:45:00	29.00	25.00	25.00	
2024/09/01 07:00:00	27.00	25.00	26.00	
2024/09/01 07:15:00	27.00	26.00	28.00	

Invalid TA: /TERABONA(269)/24.9(1)/L4030(4)/INEUTRO(1627)/MvMax15m(0) /

SIEMENS

DN000319 29/09/2024 11:43

Figura 40

Resultados del filtro aplicado obtener el perfil de carga

Desde: 2024/09/01 00:00:00 Hasta: 2024/09/03 23:59:59 Ciclo: 15 min

☒ I Fase A ☒ I Fase B ☒ I Fase C ☒ I Neutro

☐ Tension Fase AB ☐ Tension Fase BC ☐ Tension Fase CA

TA: TERABONA 24.9 L4030 Info: MvMax15m

☐ MED ☐ MIN ☐ Min a ☐ MAX ☐ MAX a

Cargar Filtro Guardar Filtro Aplicar

Como se aprecia en las figuras 41 y 42, de esa manera se logra tener un perfil de carga. Se aplicó un filtro para obtener el comportamiento de la carga de un día y

un registro de datos cada 15 minutos. De este estudio se determinó que el pico de demanda máxima aproximada corresponde a los siguientes valores y fecha.

Tabla 13

Valores de corriente de demanda máxima

MAX a	14/7/2024 18:45	14/7/2024 18:45	14/7/2024 18:45
MAX	50.00	43.00	48.00
Min a	14/7/2024 04:30	14/7/2024 04:30	14/7/2024 04:30
MIN	0.00	0.00	0.00
MED	17.16	20.38	12.16

Según el estudio realizado se estima un pico de demanda de 50 amperios y oscila entre las 18:00 – 19:00 horas. Esto concuerda con datos almacenados en la base de datos y que son proporcionados por el área de planificación y desarrollo los cuales se muestran en la tabla 14 y tabla 15.

Tabla14

Cargabilidad consolidado de circuitos de distribución

Cargabilidad del Cable Troncal								
Datos Básicos							Datos Operativos	
Mes	Zona/ Sector	Subestación	Salida MT (Matricula)	Tensión de Oper (kV)	Calibre Troncal	Corriente Nominal Troncal (A)	Demanda Máx. (A)	Cargabilid ad Troncal (%)
Julio	Occidente	León II	LNII3010	13.8	3/0 ACSR	300	79	 26%
Julio	Occidente	La Paz Centro	LPC3020	13.8	3/0 ACSR	300	77	 26%
Julio	Norte	Matiguas	MGU4010	24.9	3/0 ACSR	300	76	 25%
Julio	Occidente	Chichigalpa	CHGII3020	13.8	336.4 ACSR	530	121	 23%
Julio	Managua	Periodista 1	PDT3050	13.8	336.4 ACSR	531	120	 23%
Julio	Managua	San Benito	SNB3010	13.8	336.4 ACSR	530	119	 22%
Julio	Managua	Batahola 1	BTH3010	13.8	336.4 ACSR	530	118	 22%
Julio	Sur	San Juan del Sur	SJS4020	24.9	336.4 ACSR	530	117	 22%
Julio	Sur	Rivas	RIV4040	24.9	3/0 ACSR	300	66	 22%
Julio	Norte	Terrabona	TRB4030	24.9	1/0 ACSR	259	50	 19%
Julio	Norte	Sébaco	SEB4040	24.9	3/0 ACSR	300	64	 21%
Julio	Occidente	Chinandega 1	CHN3010	13.8	3/0 ACSR	300	64	 21%
Julio	Oriente	Acoyapa	ACY4020	24.9	1/0 ACSR	245	48	 20%
Julio	Managua	San Benito	SNB3040	13.8	336.4 ACSR	530	107	 20%

Tabla15*Ajuste de disparo del interruptor TRB-L4030*

Mes	Zona/ Sector	Subestación	Salida MT (Matricula)	Tensión de Oper (kV)	Ajuste de disparo	Demanda Máx. (A)	Cargabili dad Circuito (%)
Julio	Norte	Terrabona	TRB4030	24.9	105	50	 48%

7.4.2. Cálculo Del Ajuste De Corriente Del Seccionalizador

Teniendo en cuenta los datos presentados anteriormente, se calculará la corriente de operación del seccionalizador, en base a una corriente estimada que circula sobre la derivación. Como datos principales se tienen:

- Carga total instalada (kVA)²⁰: 6482.5 kVA
- Demanda máxima (A): 50 amp
- Demanda mínima (A): 11 amp
- Carga total instalada ($S_{1\phi}$ kVA)²¹: 588 kVA

Fórmula potencia trifásica

$$S_{3\phi} = \sqrt{3} V_L I_L$$

Despejando, se obtiene la corriente nominal del circuito

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3} V_L} = \frac{6482.5 \text{ kVA}}{\sqrt{3} (14.4 \text{ kV})} \quad I_L = 259.90 \text{ amp}$$

Para determinar la corriente sobre la derivada, se aplicará el concepto de factor de demanda:

$$\text{Factor de demanda} = \frac{\text{Demanda máxima histórica}}{\text{CarCCa total instalada}} = \frac{50 \text{ amp}}{259.90 \text{ amp}} = 0.1930$$

La corriente estimada sobre la derivación será:

$$I_{fase} = \frac{S}{V_f} = \frac{588 \text{ kVA}}{14.4 \text{ kV}}$$

²⁰ Carga total instalada en el circuito TRB-L4030

²¹ Carga total instalada en la derivación monofásica FU-N1397

$$I_{fase} = 40.83 \text{ amp}$$

Tomando en cuenta el factor de demanda, se obtiene la corriente máxima estimada por la derivación

$$I_{fase} = (40.83 \text{ amp})(0.1930) = 7.88 \text{ amp}$$

Calculando su valor respecto al 50% del umbral

$$I_{fase} = (7.88 \text{ amp})(50\%) = 3.94 \text{ amp}$$

$$I_{fase} = (3.94 \text{ amp}) + (7.88 \text{ amp}) = 11.82 \text{ amp}$$

Este es el valor de operación del seccionalizador sin exceder el 50% de la corriente máxima sobre la derivación, de esta manera se asegura que, al llegar a la máxima demanda, el seccionalizador opere bajo condición de pico de demanda y no como corriente de falla. De esta manera la configuración para la operación del seccionalizador digital quedaría de esta manera en la interfaz del software SIGMA SIX, representado en la figura 43.

Figura 42

Programación del seccionalizador aplicable para la derivación FU-N1397

SIGMA SIX

Archivo Opciones Reportes Ayuda

Elija el Puerto Serial: COM9 ☒ Conectar Leer Número Serial: C1045024 Versión de Programa: SDV6.7C5

PARÁMETROS

Corriente de Actuación

Modo: ☒ Umbral ☐ Incremental

Corriente Umbral: 20 4-320 A

Corriente Incremental: 60 4-200 A

Tiempo Incremental: 100 40-500 ms

Conteos de Falla

Conteos de Falla: 3 1-4

Tiempo de Reset: 30 1-300 s

Corriente Línea Muerta

Umbral: ☐ 200mA ☒ 300mA

Tiempo Detección: 50 50-5000 ms

Tiempo Validación: 80 80-120 ms

Comunicaciones

Fase: ☒ A (R) ☐ B (S) ☐ C (T)

Modo: ☒ Monofásico ☐ Trifásico

Canal de comunicación: 1 0-9

Código de Grupo RF: 1 1-10

ESTADÍSTICAS

	Eventuales	Acumuladas
Número de Operaciones	19	19
Número de Transitorios	37	37
Tiempo de trabajo en corriente superior a la de actuación	0d 0h 15m 8s	0d 0h 15m 8s
Tiempo de trabajo en corriente superior a la máxima (200 A)	0d 0h 9m 6s	0d 0h 9m 6s

Causa de la última operación: Ninguna [Borrar] [Borrar]

PARÁMETROS

Tiempo Validación Inrush: 3 1-99 s

Frecuencia: ☒ 60 Hz ☐ 50 Hz

LED: ☒ Activar ☐ Desactivar

SGR: ☐ Activar ☒ Desactivar

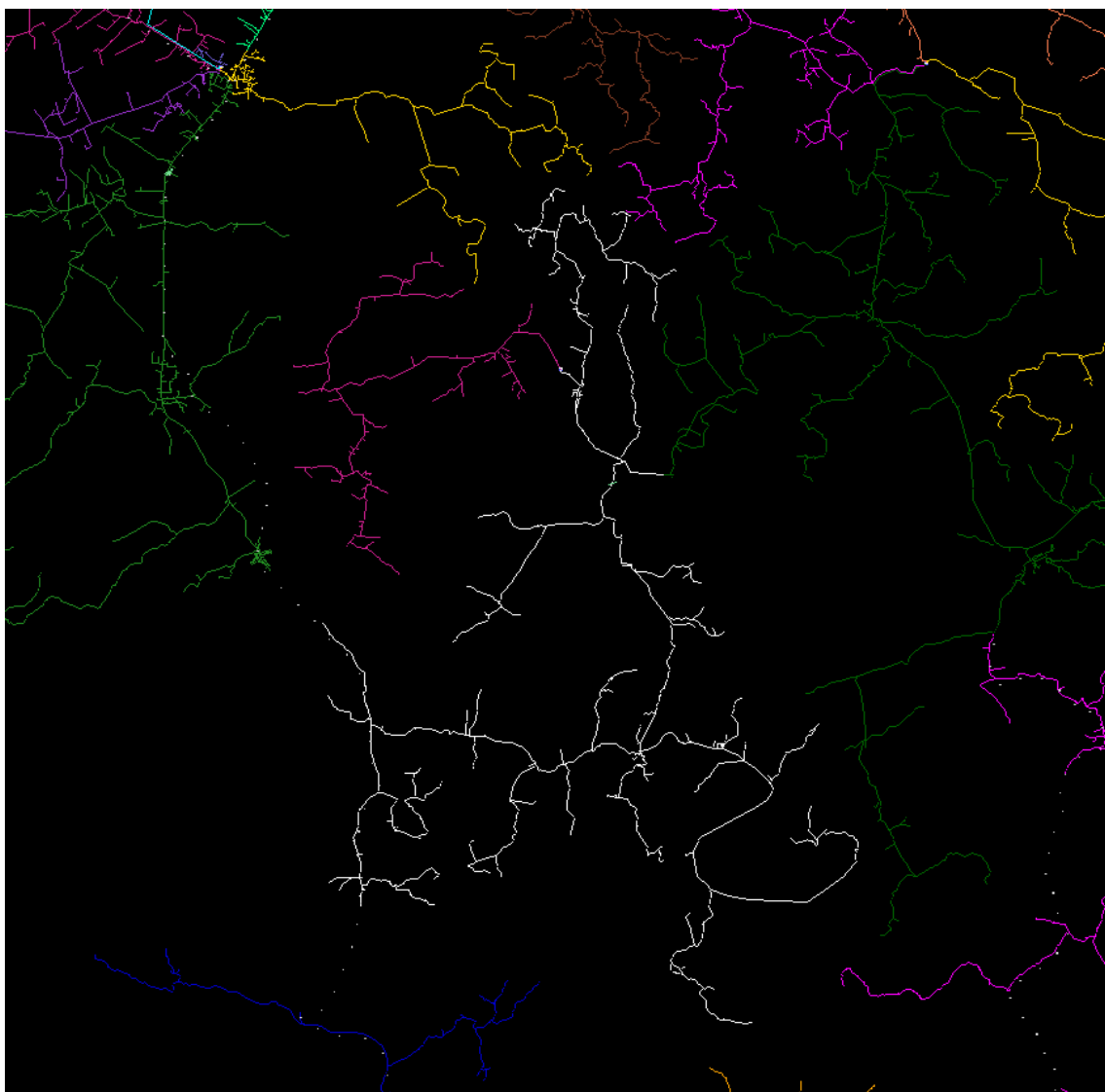
Enviar

7.5. Presentación De Falla Real En El Área De Estudio

A continuación, se presentará una situación real, en la que se afectó un circuito de distribución completo (TRB-L4030), debido a una falla permanente en una derivación.

Figura 43

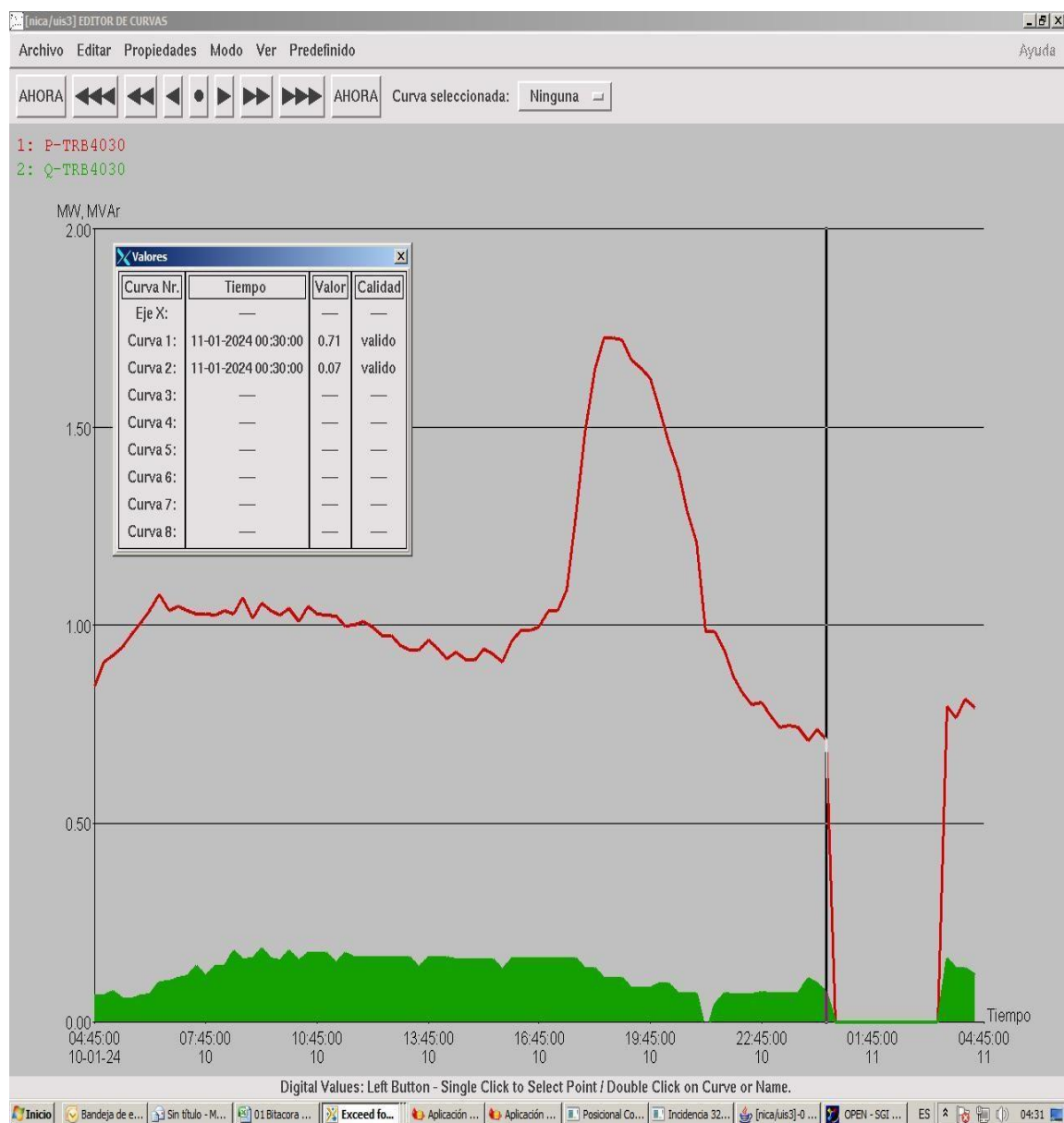
Circuito TRB-L4030 bajo condiciones de falla



En la figura 44, se presenta en el módulo de operación el posicional del circuito TRB-L4030 fuera de servicio, debido a una falla desconocida. Según el protocolo de operación, para cualquier circuito de distribución tele gestionado, después de una operación de disparo, a este no se le deben exceder un número total de tres (3) pruebas. En dicha situación, al circuito se le realizó un total de tres pruebas y no entro en servicio.

Figura 44

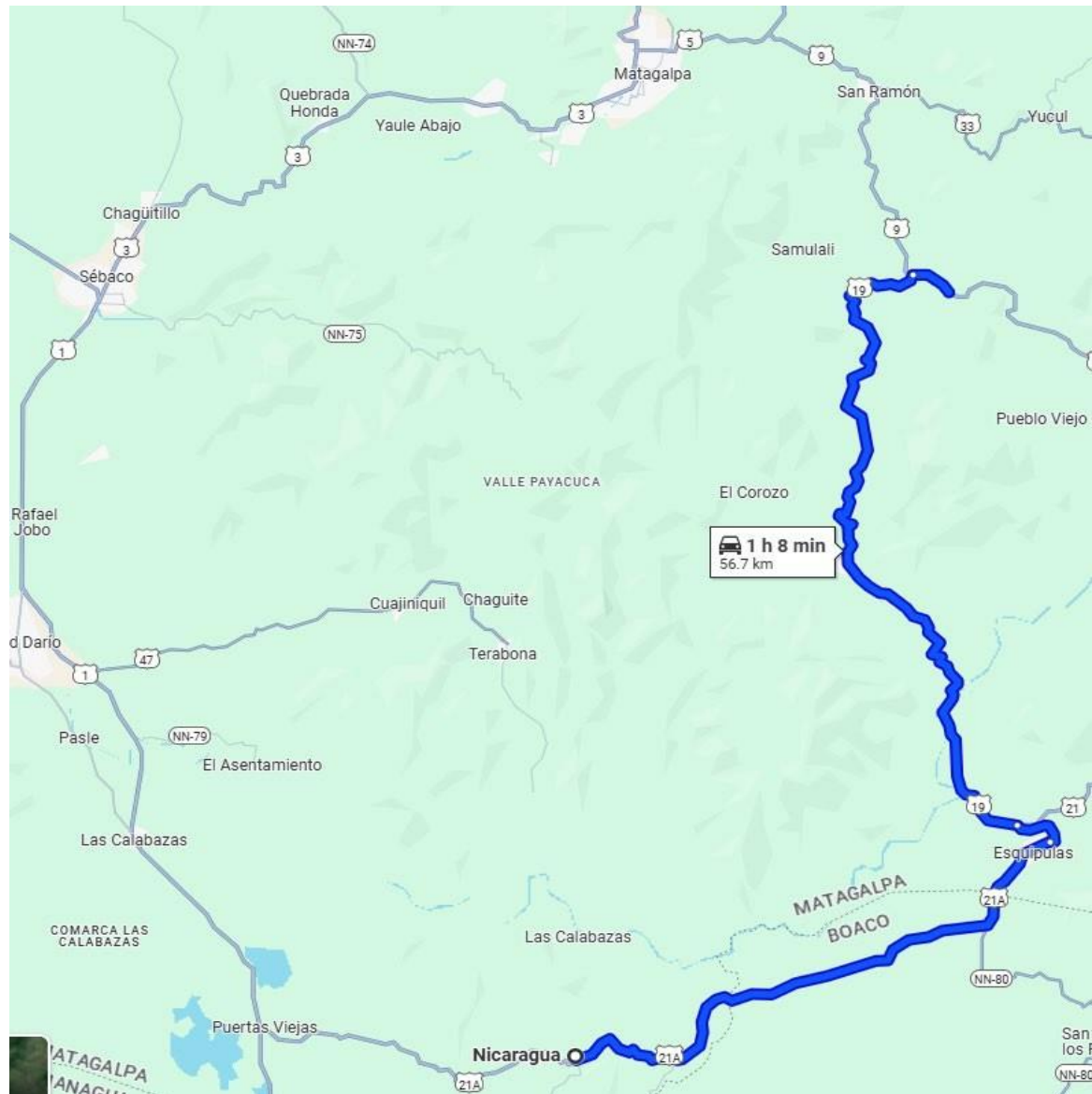
Representación de la gráfica potencia-tiempo del circuito TRB-L4030 en interfaz SCADA



Dentro de los datos del disparo, se logra ver que el circuito salió fuera de servicio con una potencia activa de 0.71 MW, reactiva de 0.07 MVar, a las 00:34 hrs.

Figura 45

Distancia desde Ocalca, San Ramón hasta Santa Juana, Ciudad Darío



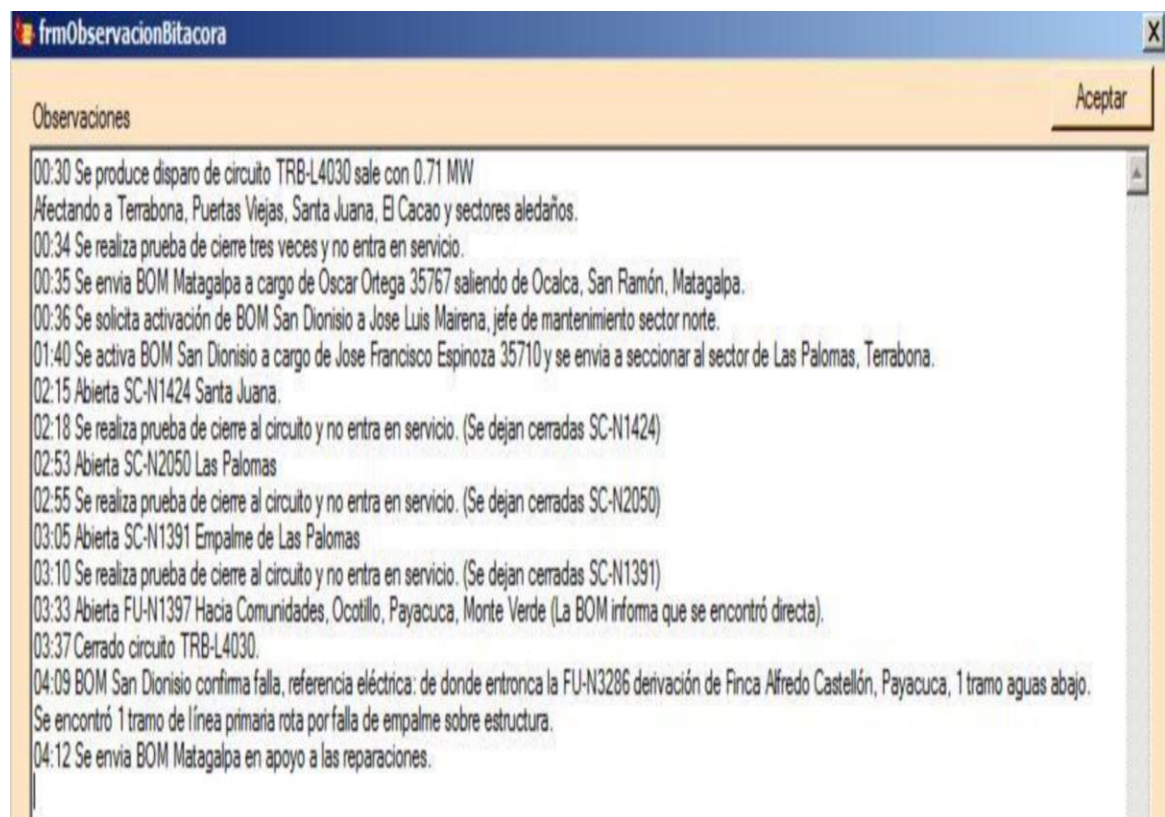
Dentro de las funciones principales del COR es garantizar el suministro eléctrico y con calidad. En condiciones de falla, un circuito de distribución se somete a maniobras de prueba y error, debido a que la red no está completamente automatizada para determinar el punto exacto de la falla y para este caso en

específico, se dispone de elementos de puntos de seccionamiento en el mayor de los casos seccionadores de media tensión ²² para acortar el punto de falla y recuperar mercado afectado.

En la figura 46, se muestra la distancia del punto exacto donde estaba ubicada la brigada de emergencia a la hora de la interrupción del circuito, hasta el punto de seccionamiento de la red más cercano, el cual corresponde a los seccionadores barra sólida ubicados en el sector de Santa Juana, cuyas matrículas corresponden a SC-N1424, seguidamente se procedió a ubicar a dicha brigada en el punto de seccionamiento, para seguir con el protocolo de operación.

Figura 46

Información de bitácora de datos del disparo de circuito.



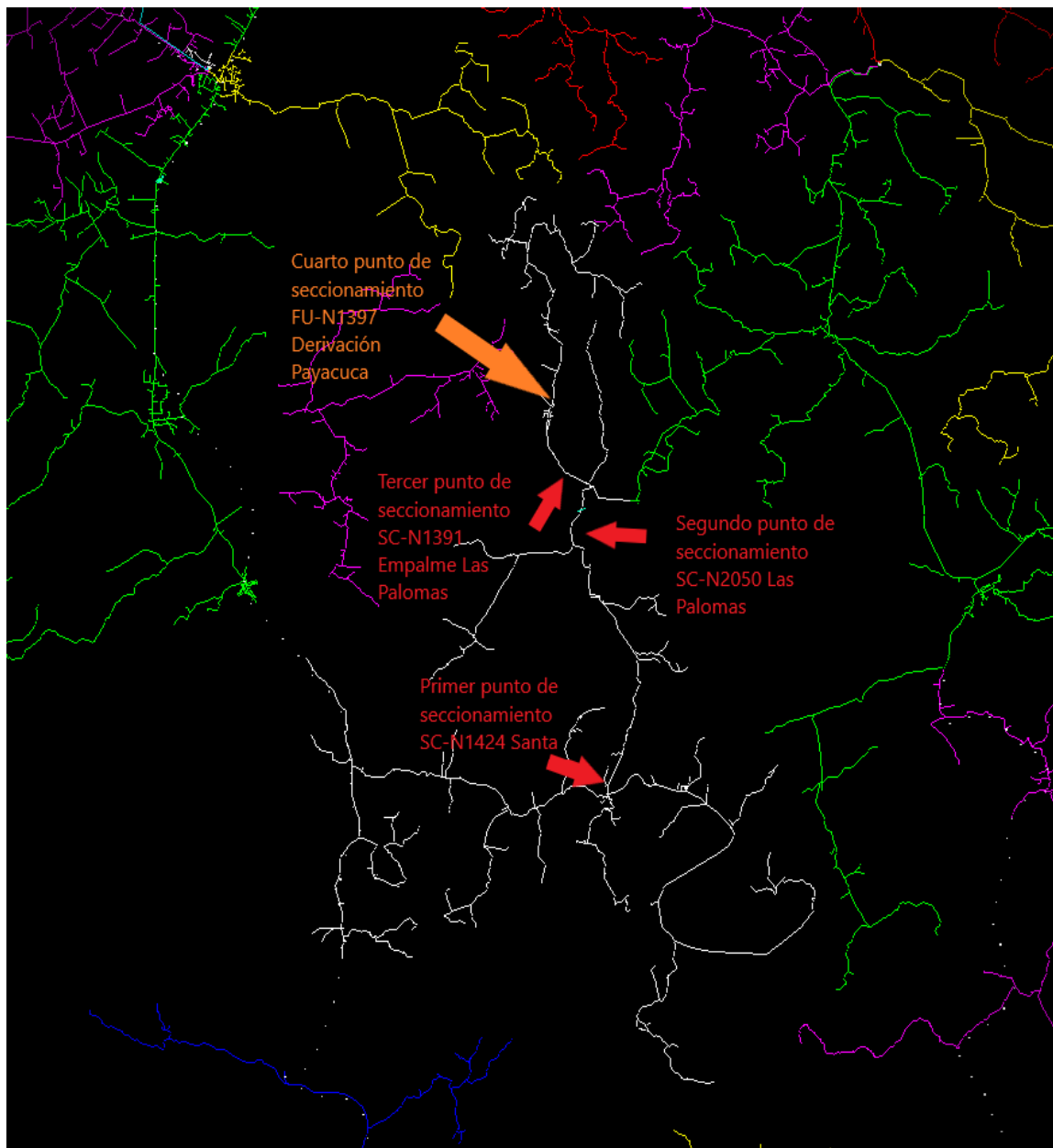
²² Véase en anexo 11.

Debido a la complejidad del problema, se tuvo que solicitar la activación de una brigada operativa del municipio de San Dionisio, Matagalpa, cuyo horario corresponde de 07:00 – 17:00 hrs.

En conjunto con la brigada de Matagalpa y la brigada de San Dionisio se dispuso a buscar la falla, realizándose cuatro (4) maniobras en la red, siendo la cuarta, la más relevante.

Figura 47

Posicional del TRB-L4030 con los puntos de seccionamiento.



Se realizaron seccionamientos en tres puntos de la troncal del circuito y la falla persistía, se procedió a aperturar un elemento de protección correspondiente a la derivación hacia Payacuca matricula FU-N1397 a las 03:33 hrs, realizándose prueba y quedando en servicio el circuito TRB-L4030 a las 03:37 hrs, como observación se destaca que este elemento de protección se encontró manipulado, es decir, el tubo portafusible de la base cortacircuitos no poseía fusible y en su lugar el técnico de la brigada encontró instalado un alambre de cerco.²³

Figura 48

Circuito TRB-L4030 en servicio, seccionado en la FU-N1397



²³ Véase en anexo 12.

Posterior al cierre del circuito, se procedió a verificar la falla aguas abajo confirmándose, línea primaria rota²⁴ según la figura 47. Como referencia, se encontró sub derivación matriculada como FU-N3286.

Figura 49

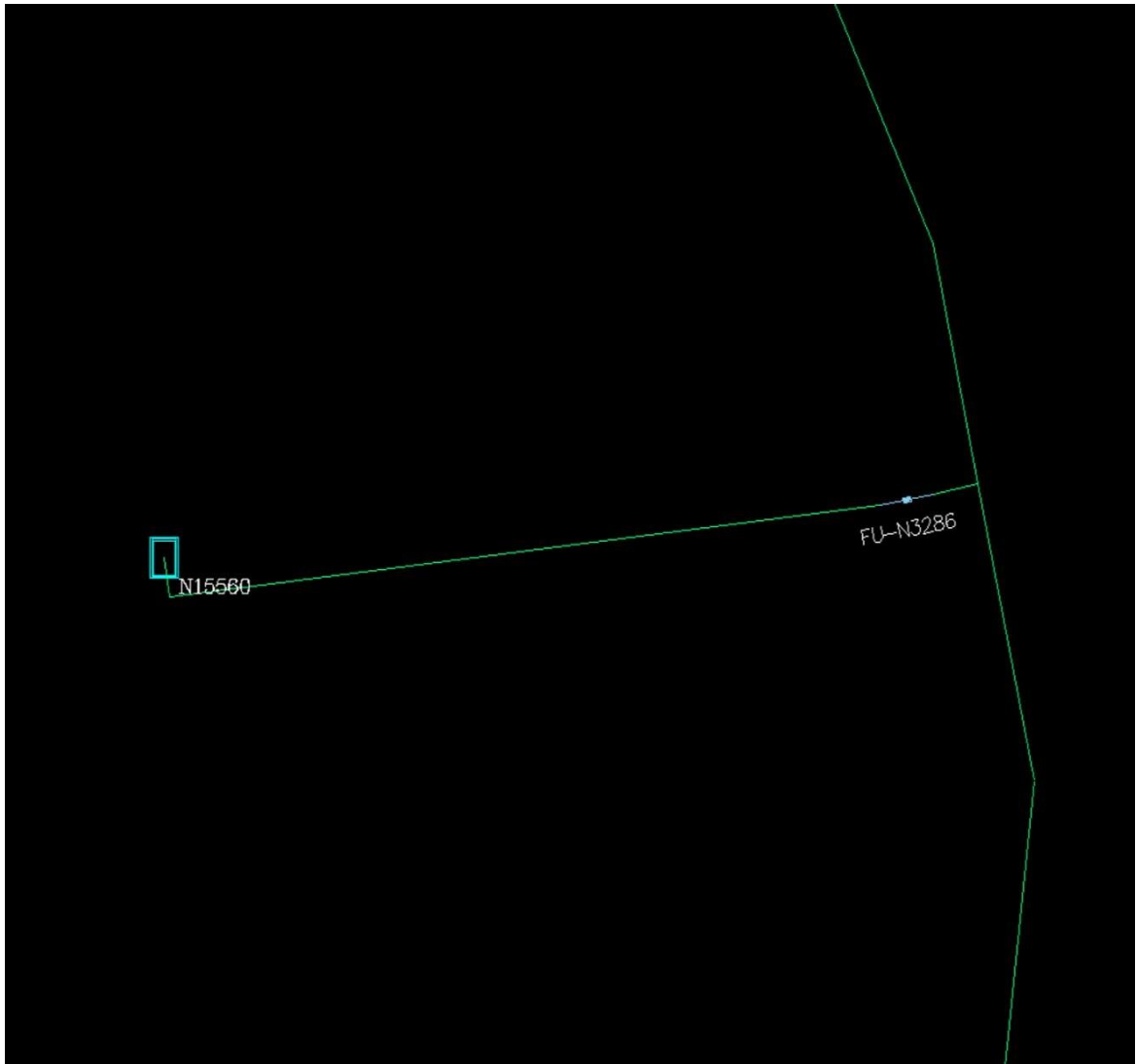
Referencia eléctrica de la falla ocasionante del disparo de circuito TRB-L4030



²⁴ Véase en anexo 13

Figura 50

Referencia eléctrica representada en el módulo de operación



Teniendo conocimiento de este caso, se determina que no solo hay probabilidades que se afecte un circuito por eventos de naturaleza o condición de la red, sino también por vandalismo y conexiones ilegales, esto representa un peligro a la vida de los habitantes del lugar. La ventaja de los seccionalizadores es que no poseen capacidad de aislar corrientes de falla, ni poseen un fusible limitador interno, mitigando o descartando este tipo de conexiones clandestinas.

VIII. Conclusiones

Considerando la información expuesta acerca del comportamiento de la red de distribución nicaragüense y las generalidades de los seccionalizadores digitales, se han logrado llevar a cabo los objetivos planteados, resultado de comprender la operativa común de la red, la importancia que tiene cada elemento y su capacidad de discernir ante los tipos de fallas existentes en toda red de distribución, de esto depende la continuidad de servicio. Dicho esto, se aduce lo siguiente:

Al cabo de un análisis detallado e investigativo de los reportes de fallas y averías, se identificaron las principales anomalías que afectan la operación de la protección principal, resaltando aquellas que son de carácter perdurables y el impacto que tienen estas en la continuidad de servicio.

Se estudiaron las características técnicas de los seccionalizadores digitales, al ser sometido ante distintos eventos que involucran la operación de una protección, se logró determinar su principio de funcionamiento, modos de operación, su lógica de programación, lo que nos permitió confirmar su efectividad para reducir significativamente los tiempos de respuesta ante fallas transitorias y permanentes en la red.

Con base del análisis de fallas, se propuso rediseñar el sistema de protección del circuito, incorporando esta tecnología, ya que la aplicación de estos dispositivos en la red ha demostrado buenos resultados para mejorar la continuidad y calidad del suministro eléctrico, disminuyendo tanto la cantidad como la duración de las interrupciones, siendo el ejemplo del proyecto piloto en la ciudad de Rivas el respaldo de este estudio. De esta manera, se genera mayor confianza en los usuarios de las áreas de concesión y mencionar que esta iniciativa no solo promete optimizar la gestión y el servicio de energía, sino que también sienta las bases para futuras mejoras en otras regiones del país.

IX. Recomendaciones

La instalación de seccionalizadores digitales es una opción óptima para circuitos de gran extensión. Algunos modelos destacados incluyen los circuitos de distribución: SKL-L4020, EVJ-L4030, PCA-L4010, MGU-L4020, YGA-L4030, RIV-L4070 entre otros.

Es fundamental verificar y ajustar la protección del interruptor de cabecera o reconectador a media línea, considerando también los números de recierre para su correcta programación.

Antes de la instalación, resulta conveniente realizar un estudio del estado de protecciones en sub-derivaciones y un perfil de carga con equipos de medición, con el fin de obtener valores más precisos para la programación.

Para garantizar el funcionamiento eficiente, es necesario coordinar con el área de subestaciones eléctricas los trabajos de mantenimiento por extensión y conexión de nuevos suministros, asegurando que los dispositivos continúen operando con la máxima eficiencia.

A largo plazo, el éxito del proyecto depende de que el personal técnico encargado de la red reciba una capacitación adecuada sobre los seccionalizadores digitales, incluyendo su principio de funcionamiento y operación.

Las evaluaciones económicas periódicas permiten medir los beneficios financieros obtenidos por la reducción de interrupciones. Estos análisis facilitan la justificación de futuras inversiones en tecnología y demuestran el retorno económico del proyecto.

X. Bibliografía

- Celsa. (2020). Presentación SIX DG: Seccionalizador Electrónico Digital. Recuperado de <http://www.celsa.com.co/producto/seccionalizador/>
- Consejo de Dirección del Instituto Nicaraguense de Energía. (2019). Normativa de Servicio Eléctrico. Managua: Normas Jurídicas de Nicaragua. Recuperado de https://www.ine.gob.ni/wp-content/uploads/2022/09/Normativa_servicio_electrico.pdf
- Despacho 505. (09 de Julio de 2024). Cortes de Energía Eléctrica En Nicaragua. Recuperado de <https://www.despacho505.com/nacionales/21199-cortes-energia-electrica-nicaragua-apagones/>
- Empresa Nacional de Transmisión de Energía. (2023, octubre). Centro de Operación de la Red COR de Disnorte Dissur - Nicaragua. Managua, Youtube, Nicaragua. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=mrmASu11KQY&list=LL&index=3>
- Empresa Nacional de Transmisión de Energía. (2023, noviembre). Modernización de la Red de Distribución de Nicaragua. Youtube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=JoVEstr7bjE>
- Energia Sociedad. (2011). Redes de distribución eléctrica. Recuperado de <https://www.energiaysociedad.es/electrificacion-de-la-economia/redes-de-distribucion/>
- GAL Electric. (2020). Fallas de asilamiento: Enemigas silenciosas del sistema electrico. Recuperado de <https://www.galelectric.com.co/blog/fallas-de-aislamiento/>
- Inael Electrical Systems S.A. (2010). Seccionalizador inteligente trifàsico/monofàsico. Recuperado de https://www.inael.com/wp-content/uploads/2015/05/2.SPIN_.pdf

- Instituto Nicaraguense de Energía . (2020). Indicadores de Calidad del Suministro. Recuperado de Instituto Nicaraguense de Energía:
https://www.ine.gob.ni/?page_id=122532
- Instituto Nicaraguense de Energía. (1999). Normativa De Calidad Del Servicio .
Recuperado de <https://www.ine.gob.ni/wp-content/uploads/2022/08/NCalidad.pdf>
- Ramírez Castaño, S. (2003). Protección de Sistemas Eléctricos. Colombia:
Primera edicion. Recuperado de:
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7095>
- Structuralia. (2018, abril). Aisladores en líneas eléctricas: Materiales, tipos y características principales. Recuperado de
<https://blog.structuralia.com/aisladores-en-lineas-electricas-materiales-tipos-y-caracteristicas-principales>
- Untiveros, S. (2023, octubre). Aprenda Redes. Recuperado de
<https://www.aprendaredes.com/estandar-iec-60870-5-104/>
- Vega, G. G. (2019). Análisis en la gestión de la red de distribución de Nicaragua enfocado en la continuidad y calidad del servicio de energía [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositotio institucional.
Recuperado de <https://ribuni.uni.edu.ni/2688/>

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Datos de interrupciones generales en la FU-N1397 año 2022	94
Anexo 2 Datos de interrupciones generales en la FU-N1397 año 2023	96
Anexo 3 Datos de interrupciones generales en la FU-N1397 año 2024	98
Anexo 4 Interrupciones en la FU-N1397 posterior a la ejecución de descargo para mantenimiento	99
Anexo 5 Consulta de descargo en Sistema de Gestión de Incidencias	100
Anexo 6 Filtro de incidencias para el año 2022.....	102
Anexo 7 Filtro de incidencias para el año 2023.....	103
Anexo 8 Filtro de incidencias para el año 2024.....	106
Anexo 9 Filtro de incidencias antes de la aplicación del seccionalizador digital	108
Anexo 10 Filtro incidencias después de la aplicación del seccionalizador digital	110
Anexo 11 Seccionador barra sólida de media tensión.....	111
Anexo 12 Evidencia de protección manipulada FU-N1397	112
Anexo 13 Evidencia de línea primaria rota en derivada FU-N1397	113

Anexo 1

Datos de interrupciones generales en la FU-N1397 año 2022

Fecha Detección	Potencia afectada (kW)	Cientes afectados	Fecha Resolución	Observaciones	Estado	Tensión	Tipo de incidencia	Duración	Instalación/Calle Afectada	Brigada encargada/Contrata
11/10/2022 09:31:00	592.5	606	13/10/2022 20:34:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 25 amp	RS	MT	IM	002D11H03M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
18/10/2022 09:14:00	592.5	606	20/10/2022 10:07:00	TRB4030; FU-N1397, se repone fusible de 25 am	RS	MT	IM	002D00H53M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
05/07/2022 08:30:00	1002.5	1052	06/07/2022 21:03:00	TRB4030, FU-N1397 se encuentra disparada, se r	RS	MT	IM	001D12H33M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
29/10/2022 05:07:00	592.5	606	30/10/2022 15:02:00	FU-N1397 se repone fusible de 25AMP, causa: td	RS	MT	IM	001D09H54M	CIRCUITO TRB4030	CONISER
26/10/2022 12:14:00	592.5	606	27/10/2022 18:15:00	TRB4030; FU-N1397 se repone fusible de 25 am	RS	MT	IM	001D06H00M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
12/09/2022 07:38:00	597.5	605	13/09/2022 13:18:00	FU-N1408 TRB4030 fusible quemado, no se reali	RS	MT	IM	001D05H39M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
23/08/2022 08:51:00	597.5	606	24/08/2022 12:18:00	FU-N1397 Diaspada se repone con 25 Amp tipo K	RS	MT	IM	001D03H27M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
11/09/2022 06:55:00	597.5	605	12/09/2022 10:22:00	Incidencia 2872198 - Aviso de Peligro 7984186 -	RS	MT	IM	001D03H27M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
24/10/2022 13:13:00	592.5	606	25/10/2022 15:30:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible de	RS	MT	IM	001D02H17M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
31/10/2022 18:31:00	592.5	606	01/11/2022 18:52:00	Se reporta Geovanny Espinoza, Para patrullaje y	RS	MT	IM	001D00H20M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
30/10/2022 15:22:00	592.5	606	31/10/2022 11:43:00	FU-N1397 disparada se repone fusible con 40A,	RS	MT	IM	000D20H21M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
13/10/2022 21:50:00	592.5	606	14/10/2022 17:58:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2672086; 2DA IGLE EVA	RS	MT	IM	000D20H07M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
06/05/2022 23:32:00	597.5	608	07/05/2022 17:50:00	AST4020, FU-N1964, se repone fusible de 10 am	RS	MT	IM	000D18H18M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
06/10/2022 16:54:00	597.5	606	07/10/2022 10:50:00	TRB4030; NIS-2984179; ENTRADA A TERRABONA	RS	MT	IM	000D17H55M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
21/05/2022 22:30:00	597.5	608	22/05/2022 15:40:00	FU-N1397 se repone un fusible de 25 Amp, caus	RS	MT	IM	000D17H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
16/08/2022 17:10:00	597.5	606	17/08/2022 09:45:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-3114910; ESCUELA APAT	RS	MT	IM	000D16H34M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
23/04/2022 20:13:00	582.5	562	24/04/2022 12:41:00	FU-N1398 con fusible quemado, se repone fusib	RS	MT	IM	000D16H28M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
05/01/2022 19:30:00	582.5	533	06/01/2022 11:55:00	06/01/2022 11:55:00	RS	MT	IM	000D16H25M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
31/05/2022 18:14:00	597.5	608	01/06/2022 10:32:00	FU-N1397 TRB4030, Nis 2672119 Terrabona, IGLE	RS	MT	IM	000D16H18M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
02/06/2022 18:29:00	597.5	608	03/06/2022 10:10:00	TRB4030, FU-N1397, se encuentra disparada, se	RS	MT	IM	000D15H40M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
02/02/2022 07:06:00	607.5	599	02/02/2022 22:24:00	FU-N1397 se encontró disparada con fusible de	RS	MT	IM	000D15H18M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
01/02/2022 05:45:00	597.5	596	01/02/2022 20:50:00	FU-N1397 TRB4030 NIS 2984179 Fusibel quemad	RS	MT	IM	000D15H04M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
27/05/2022 19:28:00	582.5	562	28/05/2022 10:02:00	FU-N1398 se encontro disparada con fusible de	RS	MT	IM	000D14H34M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
22/08/2022 18:56:00	597.5	606	23/08/2022 08:50:00	TRB4030; NIS-2984179; ANTENA DE MOVISTAR ;	RS	MT	IM	000D13H54M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
03/05/2022 23:11:00	597.5	608	04/05/2022 12:42:00	TRB4030, FU-N1397 se repone fusible de 15 amp	RS	MT	IM	000D13H31M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
25/10/2022 20:56:00	592.5	606	26/10/2022 10:20:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-3107280; BO.LINDA VIST	RS	MT	IM	000D13H24M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
27/04/2022 21:44:00	597.5	608	28/04/2022 09:58:00	FU-N1397 disparada se repone fusible con 25A,	RS	MT	IM	000D12H13M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
11/08/2022 07:25:00	597.5	607	11/08/2022 19:35:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2742101; ESC RINCON 10	RS	MT	IM	000D12H10M	CIRCUITO TRB4030	SERCONISA
11/02/2022 05:31:00	582.5	550	11/02/2022 17:39:00	FU-N1398 disparada se repone fusible 25A, fuer	RS	MT	IM	000D12H07M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/04/2022 08:13:00	582.5	562	07/04/2022 20:15:00	FU-N1398 disparada se repone fusible con 40A,	RS	MT	IM	000D12H01M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
17/11/2022 06:54:00	592.5	606	17/11/2022 17:26:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible de	RS	MT	IM	000D10H31M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
01/03/2022 10:18:00	582.5	550	01/03/2022 20:43:00	FU-N1398 TRB4030 NIS 2672011 Fusible quemad	RS	MT	IM	000D10H25M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
29/01/2022 05:45:00	597.5	596	29/01/2022 16:00:00	-FU-N1398 repone 1f de 25 amp. Causa descono	RS	MT	IM	000D10H15M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
06/02/2022 05:43:00	582.5	550	06/02/2022 15:47:00	FU-N1398 se repone fusible de 40K. Causa desco	RS	MT	IM	000D10H04M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC

25/08/2022 05:04:00	597.5	606	25/08/2022 14:48:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible de	RS	MT	IM	000D09H43M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/06/2022 08:13:00	597.5	608	07/06/2022 17:30:00	FU-N1397 Se encuentra disparada, se repone fu	RS	MT	IM	000D09H16M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
01/05/2022 07:01:00	597.5	608	01/05/2022 16:16:00	FU-N1397 TRB4030 Se repone fusible de 25 amp	RS	MT	IM	000D09H15M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
06/03/2022 05:10:00	582.5	559	06/03/2022 13:31:00	FU-N1398 disparado se repone fusible con de 2	RS	MT	IM	000D08H21M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
23/09/2022 05:54:00	597.5	606	23/09/2022 14:10:00	TRB4030; FU-N1397, se repone fusible de 25 am	RS	MT	IM	000D08H16M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
08/12/2022 07:04:00	602.5	606	08/12/2022 15:20:00	TRB4030; NIS-3107280; BO.LINDA VISTA, TERRAB	RS	MT	IM	000D08H16M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
02/06/2022 09:04:00	597.5	608	02/06/2022 17:02:00	FU-N1397 se repone un fusible de 15 Amp causa	RS	MT	IM	000D07H58M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
23/11/2022 06:10:00	592.5	606	23/11/2022 14:03:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-3107377; Escuela Divino	RS	MT	IM	000D07H52M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
29/03/2022 06:26:00	582.5	562	29/03/2022 13:58:00	FU-N1398 TRB4030 Se repone fusible de 40 amp	RS	MT	IM	000D07H31M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
27/01/2022 05:59:00	3940	4444	27/01/2022 13:19:00	FU-N1398 se encontró disparada con fusible de	RS	MT	IM	000D07H19M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
05/06/2022 05:10:00	597.5	608	05/06/2022 11:59:00	FU-N1397 TRB4030, FU-N1397 se encuentra disp	RS	MT	IM	000D06H49M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/09/2022 21:37:00	597.5	605	08/09/2022 04:15:00	FU-N1397 disparada, se repone 1F con 25 K amp	RS	MT	IM	000D06H37M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
14/12/2022 06:36:00	602.5	605	14/12/2022 12:47:00	TRB4030; FU-N1397, se repone fusible de 25 am	RS	MT	IM	000D06H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
29/07/2022 06:40:00	597.5	607	29/07/2022 12:46:00	FU-N1397 disparada se repone fusible con 25A	RS	MT	IM	000D06H06M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
27/05/2022 08:21:00	582.5	562	27/05/2022 13:45:00	FU-N1398 disparada, se repone 1F con 15 K amp	RS	MT	IM	000D05H24M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
10/06/2022 10:00:00	597.5	608	10/06/2022 15:18:00	Asociada al descargo 194910	RS	MT	PR	000D05H18M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
31/12/2022 06:25:00	602.5	605	31/12/2022 11:42:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 25 amp	RS	MT	IM	000D05H16M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
04/08/2022 12:08:00	597.5	607	04/08/2022 17:08:00	FU-N1397 se encuentra disparada, no se realiza	RS	MT	IM	000D05H00M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
26/08/2022 21:23:00	597.5	606	27/08/2022 02:22:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 25 amp	RS	MT	IM	000D04H58M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
29/06/2022 14:30:00	597.5	609	29/06/2022 19:16:00	FU-N1397 TRB4030 Se repone fusible de 25 amp	RS	MT	IM	000D04H46M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
16/08/2022 06:36:00	597.5	607	16/08/2022 11:21:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 25 amp	RS	MT	IM	000D04H45M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
30/03/2022 05:33:00	582.5	562	30/03/2022 10:12:00	FU-N1398 disparada se repone fusible con 40A,	RS	MT	IM	000D04H39M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
21/11/2022 14:10:00	592.5	606	21/11/2022 18:38:00	FU-N1397 disparada, se repone 1F con 40 K amp	RS	MT	IM	000D04H28M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
21/08/2022 05:25:00	597.5	606	21/08/2022 09:44:00	TRB4030; NIS-2500732; ESC COMPLEJO EDUC DIVI	RS	MT	IM	000D04H19M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
14/09/2022 12:10:00	597.5	606	14/09/2022 15:57:00	Incendencia. 2874489FU-N1397 disparada, se repo	RS	MT	IM	000D03H46M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
10/11/2022 06:39:00	592.5	606	10/11/2022 10:18:00	TRB4030; NIS-3107377; coleg divino niño ½ este	RS	MT	IM	000D03H39M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
25/12/2022 07:12:00	602.5	605	25/12/2022 10:03:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible de	RS	MT	IM	000D02H51M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
15/05/2022 07:51:00	597.5	608	15/05/2022 10:42:00	FU-N1397 TRB4030 Nis: 2669918 El Ocotillo - igle	RS	MT	IM	000D02H51M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
23/04/2022 09:14:00	597.5	608	23/04/2022 11:50:00	FU-M1937 Se encontró disparada, se repone fus	RS	MT	IM	000D02H36M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
27/10/2022 18:24:00	592.5	606	27/10/2022 20:54:00	TRB4030; se encuentra poste quebrado por colis	RS	MT	IM	000D02H30M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
21/04/2022 11:58:00	597.5	608	21/04/2022 14:03:00	FU-N1397 TRB4030 NIS 3107304 BO.LINDA VISTA	RS	MT	IM	000D02H04M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
12/03/2022 13:22:00	582.5	562	12/03/2022 15:18:00	TRB4030 FU-N1398 se repone fusible de 40 amp	RS	MT	IM	000D01H55M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
06/05/2022 15:24:00	597.5	608	06/05/2022 16:35:00	FU-N1397 disparada se repone fusible con 25A,	RS	MT	IM	000D01H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/06/2022 18:02:00	597.5	608	07/06/2022 19:00:00	-FU-N1398 Se encuentra disparada, se repone fu	RS	MT	IM	000D00H58M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC

Anexo 2

Datos de interrupciones generales en la FU-N1397 año 2023

Fecha Detección	Potencia afectada (kW)	Clientes afectados	Fecha Resolución	Observaciones	Estado	Tensión	Tipo de incidencia	Duración	Instalación/Calle Afectada	Brigada encargada/Contrata
24/06/2023 15:45:00	587.5	559	26/06/2023 14:47:00	FU-N1397 TRB4030; Se encuentra fusible quemado	RS	MT	IM	001D23H01M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
03/08/2023 14:54:00		11	05/08/2023 13:46:00	TRB4030; NIS-2742101; ESC RINCON 100V NORT;	RS	MT	IM	001D22H52M	4060 111949	CUBAS ELECTRIC
18/06/2023 14:29:00	587.5	559	20/06/2023 10:56:00	FU-N1397 Se normaliza con 25 Amp TRB4030; NI	RS	MT	IM	001D20H26M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
31/07/2023 09:04:00	587.5	561	01/08/2023 12:55:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2989152; 2DA IGLESIA DE	RS	MT	IM	001D03H51M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
04/07/2023 12:15:00	587.5	559	05/07/2023 14:00:00	FU-N1397TRB4030; NIS-2672108; IGLESIA CATOLI	RS	MT	IM	001D01H45M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
06/07/2023 14:24:00	587.5	559	07/07/2023 15:48:00	FU-N1397 disparada, se repone 1 fusible con 40	RS	MT	IM	001D01H23M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
28/05/2023 15:53:00	587.5	560	29/05/2023 16:58:00	TRB4030; NIS-2742101; ESC RINCON 100V NORT;	RS	MT	IM	001D01H05M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
17/07/2023 15:53:00	587.5	560	18/07/2023 16:33:00	FU-N1397 repone 1f de 40 amp. causa tormenta.	RS	MT	IM	001D00H40M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
17/10/2023 11:02:00	587.5	564	18/10/2023 11:39:00	FU-N1397 TRB4030; Repone fusible de 65 Amp	RS	MT	IM	001D00H36M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
26/05/2023 19:48:00	587.5	560	27/05/2023 16:25:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2742101; ESCUELA RINC	RS	MT	IM	000D20H37M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
22/09/2023 15:14:00	587.5	564	23/09/2023 11:47:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 40 amp	RS	MT	IM	000D20H33M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
12/10/2023 14:52:00	587.5	564	13/10/2023 10:02:00	FU-N1397 TRB4030; Repone fusible de 40 Amp	RS	MT	IM	000D19H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
11/10/2023 20:03:00	587.5	564	12/10/2023 13:05:00	TRB4030; NIS-2501640; AUDITORIO 7CNTE; SAN J	RS	MT	IM	000D17H01M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
01/06/2023 18:01:00	587.5	560	02/06/2023 10:56:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-3107333; DEL COLEGIO D	RS	MT	IM	000D16H55M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
28/09/2023 19:50:00	587.5	564	29/09/2023 10:17:00	TRB4030; NIS-2671202; COMARCA PAYACUCA DE	RS	MT	IM	000D14H27M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
23/10/2023 06:02:00	587.5	564	23/10/2023 17:38:00	TRB4030; NIS-2671972; CAP EVANG 500M AL EST	RS	MT	IM	000D11H36M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
31/05/2023 06:17:00	587.5	560	31/05/2023 16:35:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2742101; ESC RINCON 10	RS	MT	IM	000D10H18M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/12/2023 09:21:00	587.5	563	07/12/2023 19:20:00	TRB4030; DIRECCION: ESCUELA EL OBRAJE 25 VR	RS	MT	IM	000D09H58M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
01/09/2023 06:27:00	587.5	564	01/09/2023 15:50:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 25 amp	RS	MT	IM	000D09H22M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
23/06/2023 07:48:00	587.5	559	23/06/2023 15:41:00	FU-N1397 repone 1f de 25 amp. causa tormenta.	RS	MT	IM	000D07H52M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
13/08/2023 05:37:00	587.5	564	13/08/2023 13:20:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 65 amp	RS	MT	IM	000D07H43M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
09/06/2023 05:56:00	587.5	559	09/06/2023 13:33:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible d	RS	MT	IM	000D07H37M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
11/07/2023 08:28:00	587.5	559	11/07/2023 15:50:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2742101; ESCUELA EL RI	RS	MT	IM	000D07H22M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/08/2023 05:52:00	587.5	564	07/08/2023 12:48:00	FU-N1397 disparada, se repone 1F con // TRB403	RS	MT	IM	000D06H55M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
10/09/2023 04:21:00	587.5	564	10/09/2023 10:40:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2671972; CAP EVANG 50	RS	MT	IM	000D06H19M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
19/05/2023 05:01:00	602.5	606	19/05/2023 11:05:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2671148; PUESTO AGUA	RS	MT	IM	000D06H04M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
22/10/2023 06:26:00	587.5	564	22/10/2023 12:26:00	FU-N1397 se normaliza con 65 Amp TRB4030; NI	RS	MT	IM	000D06H00M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/06/2023 05:34:00	587.5	560	07/06/2023 11:32:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2670466; de la escuela c	RS	MT	IM	000D05H58M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
02/08/2023 13:05:00	587.5	561	02/08/2023 18:15:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2672092; DE LA 1RA IGLE	RS	MT	IM	000D05H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
10/07/2023 05:30:00	637.5	594	10/07/2023 10:03:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible de	RS	MT	IM	000D04H33M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
06/06/2023 17:34:00	587.5	560	06/06/2023 21:45:00	SEB4020; NIS-2338038; iglesia CALVARIO MCS MI	RS	MT	IM	000D04H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
17/06/2023 12:41:00	587.5	559	17/06/2023 16:52:00	FU-N1397 TRB4030; Repone fusible de 65 Amp	RS	MT	IM	000D04H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
04/07/2023 06:55:00	587.5	559	04/07/2023 10:49:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2501640; AUDITORIO 7C	RS	MT	IM	000D03H54M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
27/08/2023 14:47:00	587.5	564	27/08/2023 16:55:00	FU-N1397 Disparada se repone con 15 Amp tipo	RS	MT	IM	000D02H07M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
28/06/2023 16:00:00	587.5	559	28/06/2023 17:03:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2672090; 1RA IGLESIA EV	RS	MT	IM	000D01H03M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
13/07/2023 16:43:00	587.5	559	13/07/2023 17:45:00	FU-N1397 disparada, se repone 1F con 65 K amp	RS	MT	IM	000D01H01M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC

28/03/2023 06:31:00	602.5	606	28/03/2023 19:15:00	FU-N1397 disparada, se repone 1F con 25 K amp	RS	MT	IM	000D12H43M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
23/10/2023 06:02:00	587.5	564	23/10/2023 17:38:00	TRB4030; NIS-2671972; CAP EVANG 500M AL EST	RS	MT	IM	000D11H36M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
21/03/2023 07:52:00	602.5	606	21/03/2023 19:08:00	FU-N1397 Se realiza prueba con 1f de 25 amp y s	RS	MT	IM	000D11H16M	CIRCUITO SNR4020	CUBAS ELECTRIC
31/05/2023 06:17:00	587.5	560	31/05/2023 16:35:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2742101; ESC RINCON 10	RS	MT	IM	000D10H18M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/12/2023 09:21:00	587.5	563	07/12/2023 19:20:00	TRB4030; DIRECCION: ESCUELA EL OBRAJE 25 VR	RS	MT	IM	000D09H58M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
01/09/2023 06:27:00	587.5	564	01/09/2023 15:50:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 25 amp	RS	MT	IM	000D09H22M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
23/06/2023 07:48:00	587.5	559	23/06/2023 15:41:00	FU-N1397 repone 1f de 25 amp. causa tormenta.	RS	MT	IM	000D07H52M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
13/08/2023 05:37:00	587.5	564	13/08/2023 13:20:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 65 amp	RS	MT	IM	000D07H43M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
09/06/2023 05:56:00	587.5	559	09/06/2023 13:33:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible d	RS	MT	IM	000D07H37M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
11/07/2023 08:28:00	587.5	559	11/07/2023 15:50:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2742101; ESCUELA EL RI	RS	MT	IM	000D07H22M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
11/01/2023 07:37:00	602.5	605	11/01/2023 14:56:00	TRB4030; NIS-2500732; ESC COMPLEJO EDUCATIV	RS	MT	IM	000D07H19M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/08/2023 05:52:00	587.5	564	07/08/2023 12:48:00	FU-N1397 disparada, se repone 1F con // TRB403	RS	MT	IM	000D06H55M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
25/04/2023 04:49:00	602.5	606	25/04/2023 11:42:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-3107304; coleg. divino n	RS	MT	IM	000D06H52M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
17/01/2023 05:52:00	602.5	605	17/01/2023 12:41:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone 1f de 25 amp. Cau	RS	MT	IM	000D06H49M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
10/09/2023 04:21:00	587.5	564	10/09/2023 10:40:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2671972; CAP EVANG 50	RS	MT	IM	000D06H19M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
19/05/2023 05:01:00	602.5	606	19/05/2023 11:05:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2671148; PUESTO AGUA	RS	MT	IM	000D06H04M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
18/05/2023 10:00:00	612.5	607	18/05/2023 16:01:00	Asociada al descargo 203393	RS	MT	PR	000D06H01M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
22/10/2023 06:26:00	587.5	564	22/10/2023 12:26:00	FU-N1397 se normaliza con 65 Amp TRB4030; NI	RS	MT	IM	000D06H00M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
07/06/2023 05:34:00	587.5	560	07/06/2023 11:32:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2670466; de la escuela c	RS	MT	IM	000D05H58M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
21/01/2023 08:12:00	602.5	605	21/01/2023 13:40:00	FU-N1397 disparada, se repone 1F con 40 K amp	RS	MT	IM	000D05H28M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
02/08/2023 13:05:00	587.5	561	02/08/2023 18:15:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2672092; DE LA 1RA IGLE	RS	MT	IM	000D05H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
04/01/2023 06:41:00	602.5	605	04/01/2023 11:45:00	FU-N1397 Disparada se repone con 25 Amp tipo	RS	MT	IM	000D05H04M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
10/07/2023 05:30:00	637.5	594	10/07/2023 10:03:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible de	RS	MT	IM	000D04H33M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
06/06/2023 17:34:00	587.5	560	06/06/2023 21:45:00	SEB4020; NIS-2338038; iglesia CALVARIO MCS MI	RS	MT	IM	000D04H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
17/06/2023 12:41:00	587.5	559	17/06/2023 16:52:00	FU-N1397 TRB4030; Repone fusible de 65 Amp	RS	MT	IM	000D04H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
04/07/2023 06:55:00	587.5	559	04/07/2023 10:49:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2501640; AUDITORIO 7C	RS	MT	IM	000D03H54M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
24/02/2023 14:02:00	602.5	605	24/02/2023 17:48:00	FU-N1397 disparada, se repone 1F con 25 K amp	RS	MT	IM	000D03H46M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
09/03/2023 13:20:00	602.5	606	09/03/2023 16:55:00	FU-N1397 Disparada se repone con 25 Amp tipo	RS	MT	IM	000D03H34M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/05/2023 16:40:00	602.5	606	07/05/2023 19:49:00	FU-N1397 Se normaliza con 40Amp TRB4030; NIS	RS	MT	IM	000D03H09M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
28/04/2023 18:09:00	602.5	606	28/04/2023 20:43:00	TRB4030; NIS-3008706; AUDITORIO DE LA PARRO	RS	MT	IM	000D02H34M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
27/08/2023 14:47:00	587.5	564	27/08/2023 16:55:00	FU-N1397 Disparada se repone con 15 Amp tipo	RS	MT	IM	000D02H07M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRICA
28/06/2023 16:00:00	587.5	559	28/06/2023 17:03:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2672090; 1RA IGLESIA EV	RS	MT	IM	000D01H03M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
13/07/2023 16:43:00	587.5	559	13/07/2023 17:45:00	FU-N1397 disparada, se repone 1F con 65 K amp	RS	MT	IM	000D01H01M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC

Anexo 3

Datos de interrupciones generales en la FU-N1397 año 2024

Fecha Detección	Potencia afectada (kV ³)	Clientes afectados	Fecha Resolución	Observaciones	Estado	Tensión	tipo de incidencia	Duración	Instalación/Calle Afectada	Brigada encargada/Contratista
20/01/2024 06:08:00	587.5	561	20/01/2024 15:12:00	Inc. 3234775TRB4030; NIS-2669988; DE LA CAPILLA	RS	MT	IM	000D09H04M	CIRCUITO TRB4030	COELNCSA
27/01/2024 08:23:00	587.5	561	27/01/2024 14:11:00	FU-N1397 se repone fusible de 65AMP, causa: fusión	RS	MT	IM	000D05H48M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
17/01/2024 06:53:00	587.5	561	17/01/2024 12:12:00	TRB4030; NIS-2742101; ESC RINCON 100V NORT;	RS	MT	IM	000D05H19M	CIRCUITO TRB4030	COELNCSA
29/01/2024 06:37:00	602.5	606	29/01/2024 10:46:00	FU-N1397 se normaliza con 1f de 65.0A, causa: desconexión	RS	MT	IM	000D04H09M	CIRCUITO TRB4030	COINGELSA

Anexo 4

Interrupciones en la FU-N1397 posterior a la ejecución de descargo para mantenimiento

Fecha Detección	Potencia afectada (kW)	Clientes afectados	Fecha Resolución	Observaciones	Estado	Tensión	Tipo de incidencia	Duración	Instalación/Calle Afectada	Brigada encargada/Contrata
24/06/2023 15:45:00	587.5	559	26/06/2023 14:47:00	FU-N1397 TRB4030; Se encuentra fusible quemado	RS	MT	IM	001D23H01M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
03/08/2023 14:54:00		11	05/08/2023 13:46:00	TRB4030; NIS-2742101; ESC RINCON 100V NORT;	RS	MT	IM	001D22H52M	4060_111949	CUBAS ELECTRIC
18/06/2023 14:29:00	587.5	559	20/06/2023 10:56:00	FU-N1397 Se normaliza con 25 Amp TRB4030; NI	RS	MT	IM	001D20H26M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
31/07/2023 09:04:00	587.5	561	01/08/2023 12:55:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2989152; 2DA IGLESIA DE	RS	MT	IM	001D03H51M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
04/07/2023 12:15:00	587.5	559	05/07/2023 14:00:00	FU-N1397TRB4030; NIS-2672108; IGLESIA CATOLI	RS	MT	IM	001D01H45M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
06/07/2023 14:24:00	587.5	559	07/07/2023 15:48:00	FU-N1397 disparada, se repone 1 fusible con 40	RS	MT	IM	001D01H23M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
28/05/2023 15:53:00	587.5	560	29/05/2023 16:58:00	TRB4030; NIS-2742101; ESC RINCON 100V NORT;	RS	MT	IM	001D01H05M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
17/07/2023 15:53:00	587.5	560	18/07/2023 16:33:00	FU-N1397 repone 1f de 40 amp. causa tormenta.	RS	MT	IM	001D00H40M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
17/10/2023 11:02:00	587.5	564	18/10/2023 11:39:00	FU-N1397 TRB4030; Repone fusible de 65 Amp	RS	MT	IM	001D00H36M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
26/05/2023 19:48:00	587.5	560	27/05/2023 16:25:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2742101; ESCUELA RINC	RS	MT	IM	000D20H37M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
22/09/2023 15:14:00	587.5	564	23/09/2023 11:47:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 40 amp	RS	MT	IM	000D20H33M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
12/10/2023 14:52:00	587.5	564	13/10/2023 10:02:00	FU-N1397 TRB4030; Repone fusible de 40 Amp	RS	MT	IM	000D19H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
11/10/2023 20:03:00	587.5	564	12/10/2023 13:05:00	TRB4030; NIS-2501640; AUDITORIO 7CNTE; SAN J	RS	MT	IM	000D17H01M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
01/06/2023 18:01:00	587.5	560	02/06/2023 10:56:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-3107333; DEL COLEGIO D	RS	MT	IM	000D16H55M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
28/09/2023 19:50:00	587.5	564	29/09/2023 10:17:00	TRB4030; NIS-2671202; COMARCA PAYACUCA DE	RS	MT	IM	000D14H27M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
23/10/2023 06:02:00	587.5	564	23/10/2023 17:38:00	TRB4030; NIS-2671972; CAP EVANG 500M AL EST	RS	MT	IM	000D11H36M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
31/05/2023 06:17:00	587.5	560	31/05/2023 16:35:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2742101; ESC RINCON 10	RS	MT	IM	000D10H18M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/12/2023 09:21:00	587.5	563	07/12/2023 19:20:00	TRB4030; DIRECCION: ESCUELA EL OBRAJE 25 VR	RS	MT	IM	000D09H58M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
01/09/2023 06:27:00	587.5	564	01/09/2023 15:50:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 25 amp	RS	MT	IM	000D09H22M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
23/06/2023 07:48:00	587.5	559	23/06/2023 15:41:00	FU-N1397 repone 1f de 25 amp. causa tormenta.	RS	MT	IM	000D07H52M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
13/08/2023 05:37:00	587.5	564	13/08/2023 13:20:00	FU-N1397 TRB4030; Se repone fusible de 65 amp	RS	MT	IM	000D07H43M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
09/06/2023 05:56:00	587.5	559	09/06/2023 13:33:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible d	RS	MT	IM	000D07H37M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
11/07/2023 08:28:00	587.5	559	11/07/2023 15:50:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2742101; ESCUELA EL RI	RS	MT	IM	000D07H22M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/08/2023 05:52:00	587.5	564	07/08/2023 12:48:00	FU-N1397 disparada, se repone 1f con // TRB403	RS	MT	IM	000D06H55M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
10/09/2023 04:21:00	587.5	564	10/09/2023 10:40:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2671972; CAP EVANG 50	RS	MT	IM	000D06H19M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
19/05/2023 05:01:00	602.5	606	19/05/2023 11:05:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2671148; PUESTO AGUA	RS	MT	IM	000D06H04M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
22/10/2023 06:26:00	587.5	564	22/10/2023 12:26:00	FU-N1397 se normaliza con 65 Amp TRB4030; NI	RS	MT	IM	000D06H00M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
07/06/2023 05:34:00	587.5	560	07/06/2023 11:32:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2670466; de la escuela c	RS	MT	IM	000D05H58M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
02/08/2023 13:05:00	587.5	561	02/08/2023 18:15:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2672092; DE LA 1RA IGLE	RS	MT	IM	000D05H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
10/07/2023 05:30:00	637.5	594	10/07/2023 10:03:00	FU-N1397 se encuentra disparada con fusible de	RS	MT	IM	000D04H33M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
06/06/2023 17:34:00	587.5	560	06/06/2023 21:45:00	SEB4020; NIS-2338038; iglesia CALVARIO MCS MI	RS	MT	IM	000D04H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
17/06/2023 12:41:00	587.5	559	17/06/2023 16:52:00	FU-N1397 TRB4030; Repone fusible de 65 Amp	RS	MT	IM	000D04H10M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
04/07/2023 06:55:00	587.5	559	04/07/2023 10:49:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2501640; AUDITORIO 7C	RS	MT	IM	000D03H54M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
27/08/2023 14:47:00	587.5	564	27/08/2023 16:55:00	FU-N1397 Disparada se repone con 15 Amp tipo	RS	MT	IM	000D02H07M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
28/06/2023 16:00:00	587.5	559	28/06/2023 17:03:00	FU-N1397 TRB4030; NIS-2672090; 1RA IGLESIA EV	RS	MT	IM	000D01H03M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC
13/07/2023 16:43:00	587.5	559	13/07/2023 17:45:00	FU-N1397 disparada, se repone 1f con 65 K amp	RS	MT	IM	000D01H01M	CIRCUITO TRB4030	CUBAS ELECTRIC

Anexo 5

Consulta de descargo en Sistema de Gestión de Incidencias

OPEN SGI - Consulta Descargo

Descargo Otros Interrupcion Interrupciones Historial Instalaciones a descargar Aprobar

Información Descargo

ID o No. Des: Descripción:

Fecha de Petición: Solicitante:

Fecha Inicio Desc.: Fecha Fin Desc.:

Estado: Grupo Descargo:

Observaciones

1. Nombre de la Obra :
Mantenimiento derivación FU-N1397,
Comarca Payacuca, Terrabona

Indicativo Incidencia Obligada ☐

Necesita Act BDI ☐

Subestacion Movil ☐

Sin Interrupcion ☒

Trab en Tension ☐

Imprimir

OPEN SGI - Consulta Descargo

Descargo Otros Interrupcion Interrupciones Historial Instalaciones a descargar Aprobar

Información General

Jefe Trab.: Plano:

Tel. Jefe Trab.: Brigada:

Tiempo Rep. Emergencia: Trabajo en Tensión:

Ubicación y Descripción de Trabajos

Detalle Completo de Alcance de trabajos:
1. FU-N1397 ubicada frente a la escuela Divino Niño, se reubicara 2 puntos

Sector

Solicitante:

Teléfono:

Unidad:

Sector:

Causante:

Actividad:

Imprimir

OPEN SGI - Consulta Descargo

Descargo Otros Interrupcion Interrupciones Historial Instalaciones a descargar Aprobar

Información General

Jefe Trab. Olvin Mendez Plano NO
Tel. Jefe Trab. 35062 Brigada Cubas Electrica
Tiempo Rep. Emergencia Trabajo en Tensión NO

Ubicación y Descripción de Trabajos

1 Detalle Completo de Alcance de trabajos:
1. FU-N1397 ubicada frente a la escuela Divino Niño, se reubicara 2 puntos

Sector

Solicitante UF932282
Teléfono 68886
Unidad Mto Sector
Sector NORTE
Causante DNDS
Actividad Mto Integral

Imprimir

Anexo 6

Filtro de incidencias para el año 2022

INCIDENCIAS 2022								
Mes	Cantidad de veces	Catidad de horas	Fecha PT de la Incidencia	Fecha Resolucion	Potencia Afectada Kva	Clientes Afectados	Causa de la Incidencia	CANT
Enero	1	0.50	04/01/2022 1	04/01/2022 1	155	132	FUERTES VI	1
Enero	1	14.00	05/01/2022 1	06/01/2022 1	582.5	533	TORMENTA	1
Enero	1	6.00	27/01/2022 0	27/01/2022 1	3940	4444	CCF CON TE	1
Enero	1	11.00	29/01/2022 0	29/01/2022 1	597.5	596	CAUSA DES	1
Total Enero	4	31.50			5275	5705		
Febrero	1	15.00	02/02/2022 0	02/02/2022 2	607.5	599	RAMA SOBR	1
Febrero	1	10.00	06/02/2022 0	06/02/2022 1	582.5	550	CAUSA DES	1
Febrero	1	12.00	11/02/2022 0	11/02/2022 1	582.5	550	FUERTES VI	1
Total Febrero	3	37.00			1772.50	1699		
Marzo	1	12.00	01/03/2022 1	01/03/2022 2	582.5	550	FUERTES VI	1
Marzo	1	8.00	06/03/2022 0	06/03/2022 1	582.5	559	FUERTES VI	1
Marzo	1	2.00	12/03/2022 1	12/03/2022 1	582.5	562	FUERTES VI	1
Marzo	1	7.00	29/03/2022 0	29/03/2022 1	582.5	562	TORMENTA	1
Marzo	1	5.00	30/03/2022 0	30/03/2022 1	582.5	562	FUERTES VI	1
Total Marzo	5	34.00			2912.50	2795		
Abril	1	12.00	07/04/2022 0	07/04/2022 2	582.5	562	FUERTES VI	1
Abril	1	16.00	23/04/2022 2	24/04/2022 1	582.5	562	TORMENTA	1
Total Abril	2	28.00			1165.00	1124		
Mayo	1	17.00	21/05/2022 2	22/05/2022 1	597.5	608	TORMENTA	1
Mayo	1	5.00	27/05/2022 0	27/05/2022 1	582.5	562	TORMENTA	1
Mayo	1	14.00	27/05/2022 1	28/05/2022 1	582.5	562	TORMENTA	1
Total Mayo	3	36.00			1762.50	1732		
Junio	1	16.00	02/06/2022 1	03/06/2022 1	597.5	608	CAUSA DES	1
Junio	1	7.00	05/06/2022 0	05/06/2022 1	597.5	608	TORMENTA	1
Junio	1	1.00	07/06/2022 1	07/06/2022 1	597.5	608	TORMENTA	1
Total Junio	3	24.00			1792.50	1824		
Julio	1	8.00	01/07/2022 1	01/07/2022 2	10	2	TORMENTA	1
Total Julio	1	8.00			10.00	2		
Agosto	1	5.00	04/08/2022 1	04/08/2022 1	597.5	607	INSTALACIO	1
Agosto	1	12.00	11/08/2022 0	11/08/2022 1	597.5	607	TORMENTA	1
Agosto	1	5.00	16/08/2022 0	16/08/2022 1	597.5	607	TORMENTA	1
Agosto	1	16.00	16/08/2022 1	17/08/2022 0	597.5	606	TORMENTA	1
Agosto	1	1.00	18/08/2022 1	19/08/2022 1	1195	1212	CAUSA DES	1
Agosto	1	4.00	21/08/2022 0	21/08/2022 0	597.5	606	CAUSA DES	1
Agosto	1	13.00	22/08/2022 1	23/08/2022 0	597.5	606	TORMENTA	1
Agosto	1	27.00	23/08/2022 0	24/08/2022 1	597.5	606	TORMENTA	1
Agosto	1	1.00	25/08/2022 0	25/08/2022 1	597.5	606	CAUSA DES	1
Agosto	1	1.00	26/08/2022 2	27/08/2022 0	597.5	606	TORMENTA	1
Total Agosto	10	85.00			6572.50	6669		
Septiembre	1	6.00	07/09/2022 2	08/09/2022 0	597.5	605	CAUSA DES	1
Septiembre	1	27.00	11/09/2022 0	12/09/2022 1	597.5	605	CAUSA DES	1
Septiembre	1	29.00	12/09/2022 0	13/09/2022 1	597.5	605	RAMA SOBR	1
Septiembre	1	3.00	14/09/2022 1	14/09/2022 1	597.5	606	CAUSA DES	1
Septiembre	1	10.00	23/09/2022 0	23/09/2022 1	597.5	606	TORMENTA	1
Total Septiembre	5	75.00			2987.50	3027		
Octubre	1	17.00	06/10/2022 1	07/10/2022 1	597.5	606	FUERTES VI	1
Octubre	1	59.00	11/10/2022 0	13/10/2022 2	592.5	606	DISTURBIO A	1
Octubre	1	20.00	13/10/2022 2	14/10/2022 1	592.5	606	DISTURBIO A	1
Octubre	1	48.00	18/10/2022 0	20/10/2022 1	592.5	606	TORMENTA	1
Octubre	1	26.00	24/10/2022 1	25/10/2022 1	592.5	606	CAUSA DES	1
Octubre	1	13.00	25/10/2022 2	26/10/2022 1	592.5	606	TORMENTA	1
Octubre	1	42.00	26/10/2022 1	27/10/2022 1	592.5	606	TORMENTA	1
Octubre	1	33.00	29/10/2022 0	30/10/2022 1	592.5	606	TORMENTA	1
Octubre	1	20.00	30/10/2022 1	31/10/2022 1	592.5	606	FUERTES VI	1
Octubre	1	3.00	31/10/2022 1	31/10/2022 1	90	142	AISLADOR C	1
Octubre	1	0.50	31/10/2022 1	01/11/2022 1	592.5	606	MANTENIMIE	1
Total Octubre	11	281.50			6020.00	6202		
Noviembre	1	4.00	10/11/2022 0	10/11/2022 1	592.5	606	CAUSA DES	1
Noviembre	1	11.00	17/11/2022 0	17/11/2022 1	592.5	606	CAUSA DES	1
Noviembre	1	4.00	21/11/2022 1	21/11/2022 1	592.5	606	CAUSA DES	1
Noviembre	1	8.00	23/11/2022 0	23/11/2022 1	592.5	606	TORMENTA	1
Total Noviembre	4	27.00			2370.00	2424		
Diciembre	1	8.00	08/12/2022 0	08/12/2022 1	602.5	606	CAUSA DES	1
Diciembre	1	6.00	14/12/2022 0	14/12/2022 1	602.5	605	TORMENTA	1
Diciembre	1	3.00	25/12/2022 0	25/12/2022 1	602.5	605	CAUSA DES	1
Diciembre	1	5.00	31/12/2022 0	31/12/2022 1	602.5	605	CAUSA DES	1
Total Diciembre	4	22.00			2410.00	2421		
Total año 2022	55	689.00			35050.00	35624		

Anexo

7

Filtro de incidencias para el año 2023

INCIDENCIAS 2023								
Mes	Cantidad de veces	Catidad de horas	Fecha PT de la Incidencia	Fecha Resolucion	Potencia Afectada Kva	Cientes Afectados	Causa de la Incidencia	Cantidad de veces
Enero	1	5.00	04/01/2023 06:41:00	04/01/2023 11:45:00	602.5	605	CAUSA DESCONOCIDA	1
Enero	1	8.00	11/01/2023 07:37:00	11/01/2023 14:56:00	602.5	605	FUERTES VIENTOS	1
Enero	1	13.00	17/01/2023 05:52:00	17/01/2023 12:41:00	602.5	605	CAUSA DESCONOCIDA	1
Enero	1	5.00	21/01/2023 08:12:00	21/01/2023 13:40:00	602.5	605	CAUSA DESCONOCIDA	1
Enero	1	5.00	23/01/2023 14:21:00	23/01/2023 19:37:00	100	159	CONEXIONES ILEGALES	1
Enero	1	5.00	25/01/2023 19:12:00	26/1/2023 12:06	602.5	605	TORMENTA	1
Total Enero	6	41.00			3112.50	3184		
Febrero	1	4.00	01/02/2023 08:09:00	02/02/2023 12:01:00	602.5	605	TORMENTA	1
Febrero	1	20.00	06/02/2023 22:04:00	07/02/2023 17:58:00	602.5	605	CAUSA DESCONOCIDA	1
Febrero	1	11.00	08/02/2023 09:47:00	09/02/2023 19:50:00	602.5	605	CAUSA DESCONOCIDA	1
Febrero	1	11.00	12/02/2023 16:53:00	13/02/2023 03:42:00	25	1	FUERTES VIENTOS	1
Febrero	1	21.00	14/02/2023 21:55:00	15/02/2023 17:14:00	602.5	605	CAUSA DESCONOCIDA	1
Febrero	1	12.00	18/02/2023 02:42:00	18/02/2023 16:26:00	1205	1210	LINEA ROTA POR ARBOL	1
Febrero	1	3.00	24/02/2023 14:02:00	24/02/2023 17:48:00	602.5	605	CAUSA DESCONOCIDA	1
Total Febrero	7	82.00			4242.50	4236		
Marzo	1	4.00	09/03/2023 13:20:00	09/03/2023 16:55:00	602.5	606	CAUSA DESCONOCIDA	1
Marzo	1	17.00	13/03/2023 16:44:00	14/03/2023 10:30:00	602.5	606	CAUSA DESCONOCIDA	1
Marzo	1	6.00	16/03/2023 11:41:00	17/03/2023 17:09:00	602.5	606	ANIMAL EN INSTALACION	1
Marzo	1	13.00	21/03/2023 07:52:00	21/03/2023 19:08:00	602.5	606	CAUSA DESCONOCIDA	1
Marzo	1	13.00	28/03/2023 06:31:00	28/03/2023 19:15:00	602.5	606	CAUSA DESCONOCIDA	1
Total Marzo	5	53.00			3012.50	3030		
Abril	1	15.00	03/04/2023 19:57:00	04/04/2023 10:40:00	602.5	606	CAUSA DESCONOCIDA	1
Abril	1	8.00	25/04/2023 04:49:00	25/04/2023 11:42:00	602.5	606	CAUSA DESCONOCIDA	1
Abril	1	4.00	26/04/2023 11:24:00	27/04/2023 14:54:00	602.5	606	CAUSA DESCONOCIDA	1
Abril	1	2.00	28/04/2023 18:09:00	28/04/2023 20:43:00	602.5	606	ANIMAL EN INSTALACION	1
Total Abril	4	29.00			2410.00	2424		

Mayo	1	4.00	07/05/2023 16:40:00	07/05/2023 19:49:00	602.5	606	CAUSA DESCONOC IDA	1
Mayo	1	6.00	18/05/2023 10:00:00	18/05/2023 16:01:00	612.5	607	MANTENIMI ENTO EN LA RED	1
Mayo	1	6.00	19/05/2023 05:01:00	19/05/2023 11:05:00	602.5	606	CAUSA DESCONOC IDA	1
Mayo	1	22.00	26/05/2023 19:48:00	27/05/2023 16:25:00	587.5	560	CAUSA DESCONOC IDA	1
Mayo	1	2.00	28/05/2023 15:53:00	29/05/2023 16:58:00	587.5	560	TORMENTA	1
Mayo	1	10.00	31/05/2023 06:17:00	31/05/2023 16:35:00	587.5	560	TORMENTA	1
Total Mayo	6	50.00			3580.00	3499		
Junio	1	15.00	01/06/2023 18:01:00	02/06/2023 10:56:00	587.5	560	CAUSA DESCONOC IDA	1
Junio	1	4.00	06/06/2023 17:34:00	06/06/2023 21:45:00	587.5	560	TORMENTA	1
Junio	1	7.00	07/06/2023 05:34:00	07/06/2023 11:32:00	587.5	560	CAUSA DESCONOC IDA	1
Junio	1	9.00	09/06/2023 05:56:00	09/06/2023 13:33:00	587.5	559	CAUSA DESCONOC IDA	1
Junio	1	5.00	17/06/2023 12:41:00	17/06/2023 16:52:00	587.5	559	TORMENTA	1
Junio	1	56.00	18/06/2023 14:29:00	20/06/2023 10:56:00	587.5	559	TORMENTA	1
Junio	1	9.00	23/06/2023 07:48:00	23/06/2023 15:41:00	587.5	559	TORMENTA	1
Junio	1	46.00	24/06/2023 15:45:00	26/06/2023 14:47:00	587.5	559	LINEA ROTA POR ARBOL	1
Junio	1	1.00	28/06/2023 16:00:00	28/06/2023 17:03:00	587.5	559	CAUSA DESCONOC IDA	1
Total Junio	9	152.00			5287.50	5034		
Julio	1	5.00	04/07/2023 06:55:00	04/07/2023 10:49:00	587.5	559	CAUSA DESCONOC IDA	1
Julio	1	2.00	04/07/2023 12:15:00	05/07/2023 14:00:00	587.5	559	CAUSA DESCONOC IDA	1
Julio	1	1.00	06/07/2023 14:24:00	07/07/2023 15:48:00	587.5	559	RAMA SOBRE LA RED	1
Julio	1	10.00	10/07/2023 05:30:00	10/07/2023 10:03:00	637.5	594	CAUSA DESCONOC IDA	1
Julio	1	8.00	11/07/2023 08:28:00	11/07/2023 15:50:00	587.5	559	CAUSA DESCONOC IDA	1
Julio	1	1.00	13/07/2023 16:43:00	13/07/2023 17:45:00	587.5	559	CAUSA DESCONOC IDA	1
Julio	1	1.00	17/07/2023 15:53:00	18/07/2023 16:33:00	587.5	560	TORMENTA	1
Total Julio	7	28.00			4162.50	3949		7

Agosto	1	12.00	31/07/2023 09:04:00	01/08/2023 12:55:00	587.5	561	CAUSA DESCONOC IDA	1
Agosto	1	5.00	02/08/2023 13:05:00	02/08/2023 18:15:00	587.5	561	CAUSA DESCONOC IDA	1
Agosto	1	7.00	07/08/2023 05:52:00	07/08/2023 12:48:00	587.5	564	CAUSA DESCONOC IDA	1
Agosto	1	8.00	13/08/2023 05:37:00	13/08/2023 13:20:00	587.5	564	TORMENTA	1
Agosto	1	2.00	27/08/2023 14:47:00	27/08/2023 16:55:00	587.5	564	CAUSA DESCONOC IDA	1
Total Agosto	5	34.00			2937.50	2814		
septiembre	1	9.00	01/09/2023 06:27:00	01/09/2023 15:50:00	587.5	564	TORMENTA	1
septiembre	1	6.00	10/09/2023 04:21:00	10/09/2023 10:40:00	587.5	564	CAUSA DESCONOC IDA	1
septiembre	1	20.00	22/09/2023 15:14:00	23/09/2023 11:47:00	587.5	564	TORMENTA	1
Total Septiembre	3	35.00			1762.50	1692		
octubre	1	1.00	03/10/2023 18:36:43	03/10/2023 19:27:00	9162.5	9608	CAUSA DESCONOC IDA	1
octubre	1	8.00	03/10/2023 21:12:51	04/10/2023 05:53:00	5535	5774	RAMA SOBRE LA RED	1
octubre	1	17.00	11/10/2023 20:03:00	12/10/2023 13:05:00	587.5	564	CAUSA DESCONOC IDA	1
octubre	1	19.00	12/10/2023 14:52:00	13/10/2023 10:02:00	587.5	564	TORMENTA	1
octubre	1	24.00	17/10/2023 11:02:00	18/10/2023 11:39:00	587.5	564	TORMENTA	1
octubre	1	3.00	22/10/2023 08:22:00	22/10/2023 11:34:00	175	209	TORMENTA	1
octubre	1	6.00	22/10/2023 06:26:00	22/10/2023 12:26:00	587.5	564	TORMENTA	1
octubre	1	11.00	23/10/2023 06:02:00	23/10/2023 17:38:00	587.5	564	CAUSA DESCONOC IDA	1
Total Octubre	8	89.00			17810.00	18411		
noviembre	1	3.00	07/11/2023 17:02:00	07/11/2023 20:32:00	25	53	FALLA EN EMPALME	1
Total Noviembre	1	3.00			25.00	53		
diciembre	1	10.00	07/12/2023 09:21:00	07/12/2023 19:20:00	587.5	563	LINEA ROTA POR ARBOL	1
diciembre	1	11.00	12/12/2023 04:58:46	14/12/2023 15:52:00	12877.5	13560	CAUSA DESCONOC IDA	1
Total Diciembre	2	21.00			13465.00	14123		
Total Año 2023	63	617.00			61807.50	62449		

Anexo 8

Filtro de incidencias para el año 2024

INCIDENCIAS 2024								
Mes	Cantidad de veces	Cantidad de Horas	Fecha PT de la Incidencia	Fecha Resolucion	Potencia Afectada Kva	Clientes Afectados	Causa de la Incidencia	Cantidad de veces
Enero	1	9.00	09/01/2024 05:57:00	09/01/2024 14:10:00	4297.5	4520	FALLA EN EMPALME	1
Enero	1	5.00	11/01/2024 00:30:20	11/01/2024 05:46:00	4297.5	4520	FALLA EN EMPALME	1
Enero	1	6.00	17/01/2024 06:53:00	17/01/2024 12:12:00	587.5	561	CAUSA DESCONOCIDA	1
Enero	1	9.00	20/01/2024 06:08:00	20/01/2024 15:12:00	587.5	561	CAUSA DESCONOCIDA	1
Enero	1	12.00	22/01/2024 10:19:08	22/01/2024 22:38:00	4152.5	4215	RAMA SOBRE LA RED	1
Enero	1	6.00	27/01/2024 08:23:00	27/01/2024 14:11:00	587.5	561	FUERTES VIENTOS	1
Enero	1	4.00	29/01/2024 06:37:00	29/01/2024 10:46:00	602.5	606	CAUSA DESCONOCIDA	1
Total Enero	7	51.00			15112.50	15544		
Febrero	1	1.00	06/02/2024 14:51:20	06/02/2024 15:02:00	4297.5	4517	ROTURA DEL CONDUCTOR	1
Total Febrero	1	1.00			4297.50	4517		
Abril	1	10.00	24/04/2024 19:18:06	25/04/2024 05:52:00	4682.5	4517	CAUSA DESCONOCIDA	1
Abril	1	1.00	25/04/2024 00:11:17	26/04/2024 01:31:00	9427.5	8361	VANDALISMO	1
Abril	1	1.00	26/04/2024 13:43:23	26/04/2024 14:23:00	0	0	AVERIA EN INTERRUPTOR	1
Total Abril	3	12.00			14110.00	12878		
Mayo	1	5.00	02/05/2024 17:16:00	02/05/2024 22:00:00	587.5	562	CAUSA DESCONOCIDA	1
Mayo	1	5.00	04/05/2024 07:23:00	04/05/2024 12:45:00	587.5	563	CAUSA DESCONOCIDA	1
Mayo	1	1.00	08/05/2024 07:09:00	08/05/2024 08:34:00	587.5	563	FUERTES VIENTOS	1
Mayo	1	25.00	09/05/2024 21:38:07	10/05/2024 11:12:00	8087.5	7784	CAUSA DESCONOCIDA	1
Mayo	1	1.00	10/05/2024 01:09:40	10/05/2024 02:47:00	1672.5	1673	CAUSA DESCONOCIDA	1
Mayo	1	5.00	11/05/2024 05:24:00	11/05/2024 10:45:00	587.5	563	FUERTES VIENTOS	1
Mayo	1	18.00	30/05/2024 19:33:00	31/05/2024 13:33:00	587.5	563	ROTURA DEL CONDUCTOR	1
Total Mayo	7	60.00			12697.50	12271		

Junio	1	10.00	05/06/2024 01:21:47	05/06/2024 11:06:00	10535	10116	AISLADOR QUEBRADO	1
Junio	1	9.00	06/06/2024 05:11:00	06/06/2024 14:01:00	587.5	563	TORMENTA	1
Junio	1	19.00	07/06/2024 17:05:00	08/06/2024 12:10:00	587.5	563	TORMENTA	1
Junio	1	7.00	11/06/2024 04:58:00	11/06/2024 11:56:00	602.5	608	FALLA EN EMPALME	1
Junio	1	2.00	11/06/2024 19:30:02	11/06/2024 21:00:00	9375	8986	CAUSA DESCONOC IDA	1
Junio	1	24.00	12/06/2024 22:28:00	13/06/2024 10:03:00	587.5	563	CAUSA DESCONOC IDA	1
Junio	1	6.00	14/06/2024 06:36:00	14/06/2024 12:24:00	587.5	563	TORMENTA	1
Junio	1	19.00	17/06/2024 07:15:00	18/06/2024 15:06:00	587.5	563	CAUSA DESCONOC IDA	1
Junio	1	40.00	18/06/2024 18:44:00	20/06/2024 10:55:00	587.5	563	TORMENTA	1
Junio	1	3.00	23/06/2024 08:36:03	23/06/2024 11:26:00	9415	9036	CAUSA DESCONOC IDA	1
Junio	1	7.00	28/06/2024 21:22:00	29/06/2024 16:34:00	587.5	562	LINEA ROTA POR ARBOL	1
Total Junio	11	146.00			34040.00	32686		
Julio	1	10.00	03/07/2024 07:58:00	03/07/2024 17:36:00	587.5	562	FALLA EN EMPALME	1
Julio	1	20.00	06/07/2024 15:34:00	07/07/2024 12:18:00	587.5	562	TORMENTA	1
Julio	1	7.00	10/07/2024 13:12:48	10/07/2024 20:24:00	14815	14128	RAMA SOBRE LA RED	1
Julio	1	4.00	24/07/2024 15:00:00	24/07/2024 19:36:00	587.5	562	FALLA EN EMPALME	1
Total Julio	4	41.00			16577.50	15814		
Agosto	1	4.00	18/08/2024 11:54:04	18/08/2024 15:23:00	587.5	562	FALLA EN EMPALME	1
Agosto	1	14.00	23/08/2024 06:41:00	23/08/2024 20:50:00	587.5	562	CAUSA DESCONOC IDA	1
Total Agosto	2	18.00			1175.00	1124		
Total Enero- Agosto 2024	35	329			98010	94834		

Anexo 9

Filtro de incidencias antes de la aplicación del seccionalizador digital

INCIDENCIAS 2024								
MES	Cantidad de veces	Cantidad de horas	ha PT de la Inciden	Fecha Resolucion	otencia Afectada K	Cientes Afectados	Causa de la Incidencia	Cantidad de veces
Enero 2022	1	2	05/01/2022 04:23:00	05/01/2022 06:00:00	772.5	843	FUERTES VIENTOS	1
Enero 2022	1	1	06/01/2022 20:11:00	06/01/2022 21:30:00	772.5	843	CAUSA DESCONOCIDA	1
Enero 2022	1	3	22/01/2022 00:27:00	22/01/2022 03:15:00	772.5	843	TORMENTA	1
Enero 2022	1	2	22/01/2022 16:34:00	22/01/2022 18:56:00	2502.5	1041	ROTURA DEL CONDUCTOR	1
Enero 2022	1	2	23/01/2022 05:31:00	23/01/2022 07:57:00	672.5	730	CAUSA DESCONOCIDA	1
Enero 2022	1	0	23/01/2022 16:07:00	23/01/2022 16:31:00	190	156	FUERTES VIENTOS	1
Enero 2022	1	3	23/01/2022 16:32:00	23/01/2022 17:18:00	1730	158	FUERTES VIENTOS	1
Enero 2022	1	1	28/01/2022 06:11:00	28/01/2022 07:39:00	600	602	FUERTES VIENTOS	1
Enero 2022	1	2	28/01/2022 22:31:00	29/01/2022 00:58:00	410	446	FUERTES VIENTOS	1
Total Enero	9	16			8423	5662		
Febrero 2022	1	2	07/02/2022 06:29:00	07/02/2022 08:00:00	772.5	844	TORMENTA	1
Febrero 2022	1	4	07/02/2022 18:56:00	07/02/2022 23:25:00	25	69	CONEXIONES ILEGALES	1
Febrero 2022	1	4	08/02/2022 04:59:00	08/02/2022 08:32:00	772.5	844	TORMENTA	1
Febrero 2022	1	4	09/02/2022 08:16:00	09/02/2022 11:48:00	410	446	CAUSA DESCONOCIDA	1
Febrero 2022	1	1	09/02/2022 21:42:00	09/02/2022 22:31:00	2140	644	CAUSA DESCONOCIDA	1
Febrero 2022	1	2	09/02/2022 21:47:00	09/02/2022 23:41:00	190	156	CAUSA DESCONOCIDA	1
Febrero 2022	1	3	12/02/2022 08:29:00	12/02/2022 11:49:00	772.5	845	CAUSA DESCONOCIDA	1
Febrero 2022	1	8	13/02/2022 11:28:00	13/02/2022 19:02:00	772.5	849	TORMENTA	1
Febrero 2022	1	1	15/02/2022 05:56:00	15/02/2022 06:47:00	772.5	849	CAUSA DESCONOCIDA	1
Febrero 2022	1	2	15/02/2022 07:00:00	15/02/2022 09:47:00	600	602	CAUSA DESCONOCIDA	1
Febrero 2022	1	1	12/02/2022 09:32:00	22/02/2022 10:06:00	27228.5	7712	ROTURA DEL CONDUCTOR	1
Febrero 2022	1	4	23/02/2022 01:31:00	23/02/2022 05:59:00	2502.5	1046	TORMENTA	1
Febrero 2022	1	1	23/02/2022 07:31:00	23/02/2022 08:26:00	2502.5	1046	FUERTES VIENTOS	1
Febrero 2022	1	3	23/02/2022 22:19:00	24/02/2022 01:30:00	1902.5	405	FUERTES VIENTOS	1
Febrero 2022	1	2	25/02/2022 06:29:00	25/02/2022 08:41:00	772.5	849	FUERTES VIENTOS	1
Total Febrero	15	42			42136	17206		
Marzo 2022	1	3	02/03/2022 05:31:00	02/03/2022 08:01:00	410	446	FUERTES VIENTOS	1
Marzo 2022	1	7	02/03/2022 09:44:00	02/03/2022 16:37:00	2502.5	1046	FUERTES VIENTOS	1
Marzo 2022	1	1	02/03/2022 16:57:00	02/03/2022 17:56:00	772.5	849	FUERTES VIENTOS	1
Marzo 2022	1	3	09/03/2022 00:26:00	09/03/2022 03:33:00	410	446	TORMENTA	1
Marzo 2022	1	1	10/03/2022 02:28:00	10/03/2022 03:25:00	410	446	FUERTES VIENTOS	1
Marzo 2022	1	1	16/03/2022 07:06:00	16/03/2022 08:35:00	2402.5	933	FUERTES VIENTOS	1
Marzo 2022	1	1	19/03/2022 06:28:00	19/03/2022 07:23:00	262.5	289	FUERTES VIENTOS	1
Marzo 2022	1	1	12/03/2022 08:21:00	22/03/2022 09:09:00	190	156	CAUSA DESCONOCIDA	1
Marzo 2022	1	7	25/03/2022 04:34:00	25/03/2022 11:16:00	772.5	848	FUERTES VIENTOS	1
Marzo 2022	1	2	27/03/2022 06:20:00	27/03/2022 08:09:00	772.5	848	CAUSA DESCONOCIDA	1
Total Marzo	10	27			8905	6307		
Mayo 2022	1	3	09/05/2022 06:05:00	09/05/2022 09:19:00	410	444	TORMENTA	1
Total Mayo	1	3			410	444		
Julio 2022	1	32	02/07/2022 06:50:00	03/07/2022 15:00:00	772.5	840	DISTURBIO ATMOSFERICO	1
Julio 2022	1	21	03/07/2022 13:48:00	04/07/2022 10:52:00	135	89	DISTURBIO ATMOSFERICO	1
Julio 2022	1	6	03/07/2022 14:35:00	03/07/2022 20:54:00	410	443	CAUSA DESCONOCIDA	1
Julio 2022	1	1	06/07/2022 12:48:00	06/07/2022 13:46:00	600	596	TORMENTA	1
Julio 2022	1	8	07/07/2022 11:36:00	07/07/2022 19:08:00	772.5	840	TORMENTA	1
Julio 2022	1	3	16/07/2022 11:26:00	16/07/2022 14:00:00	772.5	840	FUERTES VIENTOS	1
Julio 2022	1	1	18/07/2022 07:39:00	18/07/2022 08:48:00	772.5	840	FUERTES VIENTOS	1
Julio 2022	1	13	19/07/2022 13:05:00	20/07/2022 02:14:00	772.5	840	TORMENTA	1
Julio 2022	1	4	24/07/2022 05:30:00	24/07/2022 09:00:00	772.5	840	TORMENTA	1
Julio 2022	1	7	28/07/2022 10:32:00	28/07/2022 17:05:00	410	442	CAUSA DESCONOCIDA	1
Julio 2022	1	10	30/07/2022 23:02:00	31/07/2022 09:47:00	772.5	839	TORMENTA	1
Total Julio	11	106			6963	7449		

Agosto 2022	1	4	05/08/2022 07:42:00	05/08/2022 11:36:00	190	153	TORMENTA	1
Agosto 2022	1	0	11/08/2022 17:11:00	11/08/2022 17:18:00	1000	0	CAUSA DESCONOCIDA	1
Agosto 2022	1	4	12/08/2022 08:25:00	12/08/2022 12:46:00	777.5	839	ROTURA DEL CONDUCTOR	1
Agosto 2022	1	1	22/08/2022 05:21:00	22/08/2022 06:30:00	410	442	CAUSA DESCONOCIDA	1
Agosto 2022	1	1	22/08/2022 08:35:00	22/08/2022 09:20:00	190	153	CAUSA DESCONOCIDA	1
Total Agosto	5	10			2568	1587		
Septiembre 2022	1	3	02/09/2022 21:14:00	03/09/2022 00:03:00	190	153	CAUSA DESCONOCIDA	1
Septiembre 2022	1	5	04/09/2022 01:32:00	04/09/2022 05:34:00	410	442	CAUSA DESCONOCIDA	1
Septiembre 2022	1	18	11/09/2022 07:26:00	12/09/2022 01:26:00	777.5	840	FALLA EN EMPALME	1
Septiembre 2022	1	2	13/09/2022 11:01:00	13/09/2022 13:31:00	27143.5	7666	CAUSA DESCONOCIDA	1
Septiembre 2022	1	3	16/09/2022 19:30:34	16/09/2022 22:32:00	27143.5	7666	FALLA EN EMPALME	1
Septiembre 2022	1	3	26/09/2022 05:41:00	26/09/2022 08:37:00	367.5	398	TORMENTA	1
Septiembre 2022	1	16	28/09/2022 13:23:00	29/09/2022 06:16:00	777.5	840	TORMENTA	1
Septiembre 2022	1	5	29/09/2022 05:30:00	29/09/2022 10:11:00	2307.5	1040	TORMENTA	1
Total Septiembre	8	55			59117	19045		
Octubre 2022	1	9	05/10/2022 05:01:00	05/10/2022 09:04:00	410	442	TORMENTA	1
Octubre 2022	1	18	05/10/2022 13:10:00	06/10/2022 06:39:00	777.5	840	CLV CON TERMINALES AV	1
Octubre 2022	1	9	09/10/2022 02:00:00	10/10/2022 11:44:00	360	388	DISTURBIO ATMOSFERICO	1
Octubre 2022	1	11	14/10/2022 04:09:00	14/10/2022 15:10:00	777.5	840	DISTURBIO ATMOSFERICO	1
Octubre 2022	1	65	14/10/2022 18:39:00	17/10/2022 12:20:00	777.5	840	DISTURBIO ATMOSFERICO	1
Octubre 2022	1	3	21/10/2022 19:21:00	21/10/2022 22:10:00	190	153	TORMENTA	1
Octubre 2022	1	1	23/10/2022 21:23:00	23/10/2022 22:24:00	267.5	288	TORMENTA	1
Octubre 2022	1	25	24/10/2022 20:11:00	25/10/2022 21:48:00	267.5	288	CAUSA DESCONOCIDA	1
Octubre 2022	1	9	26/10/2022 06:54:00	26/10/2022 15:54:00	12426.4	2967	CAUSA DESCONOCIDA	1
Octubre 2022	1	11	31/10/2022 12:31:00	31/10/2022 23:08:00	410	442	CAUSA DESCONOCIDA	1
Total Octubre	10	161			16664	7488		
Noviembre 2022	1	20	31/10/2022 17:46:00	01/11/2022 14:12:00	777.5	839	ANIMAL EN INSTALACION	1
Noviembre 2022	1	4	01/11/2022 18:30:00	01/11/2022 22:06:00	267.5	287	CAUSA DESCONOCIDA	1
Noviembre 2022	1	6	04/11/2022 12:00:00	04/11/2022 18:22:00	410	442	TORMENTA	1
Noviembre 2022	1	6	11/11/2022 13:03:00	11/11/2022 19:07:00	410	442	FUERTES VIENTOS	1
Noviembre 2022	1	12	20/11/2022 01:31:00	20/11/2022 13:51:00	677.5	729	CAUSA DESCONOCIDA	1
Noviembre 2022	1	5	25/11/2022 06:20:00	25/11/2022 11:42:00	777.5	839	CAUSA DESCONOCIDA	1
Total Noviembre	6	53			3320	3578		
Diciembre 2022	1	2	03/12/2022 05:14:00	03/12/2022 07:48:00	410	442	TORMENTA	1
Diciembre 2022	1	8	04/12/2022 01:53:00	04/12/2022 08:55:00	410	442	TORMENTA	1
Diciembre 2022	1	5	05/12/2022 06:48:00	05/12/2022 11:03:00	777.5	839	FUERTES VIENTOS	1
Diciembre 2022	1	3	06/12/2022 04:11:00	06/12/2022 07:49:00	777.5	839	FUERTES VIENTOS	1
Diciembre 2022	1	3	16/12/2022 13:59:00	16/12/2022 16:36:00	190	152	CAUSA DESCONOCIDA	1
Diciembre 2022	1	5	18/12/2022 08:19:00	18/12/2022 13:10:00	777.5	838	ROTURA DEL CONDUCTOR	1
Diciembre 2022	1	18	21/12/2022 17:58:00	22/12/2022 12:26:00	777.5	838	CAUSA DESCONOCIDA	1
Diciembre 2022	1	5	23/12/2022 02:49:00	23/12/2022 07:46:00	777.5	838	CAUSA DESCONOCIDA	1
Diciembre 2022	1	3	28/12/2022 07:05:00	28/12/2022 10:14:00	777.5	839	FUERTES VIENTOS	1
Total Diciembre	9	52			5675	6067		
Enero 2023	1	5	19/01/2023 06:23:00	19/01/2023 11:37:00	677.5	730	ANIMAL EN INSTALACION	1
Enero 2023	1	9	29/01/2023 04:16:00	29/01/2023 13:50:00	777.5	839	CAUSA DESCONOCIDA	1
Total enero 2023	2	14			1455	1569		
Febrero 2023	1	48	31/01/2023 17:53:00	02/02/2023 18:15:00	2307.5	1040	FUERTES VIENTOS	1
Total febrero 2023	1	48			2308	1040		
Total	88	635			160249	78482		

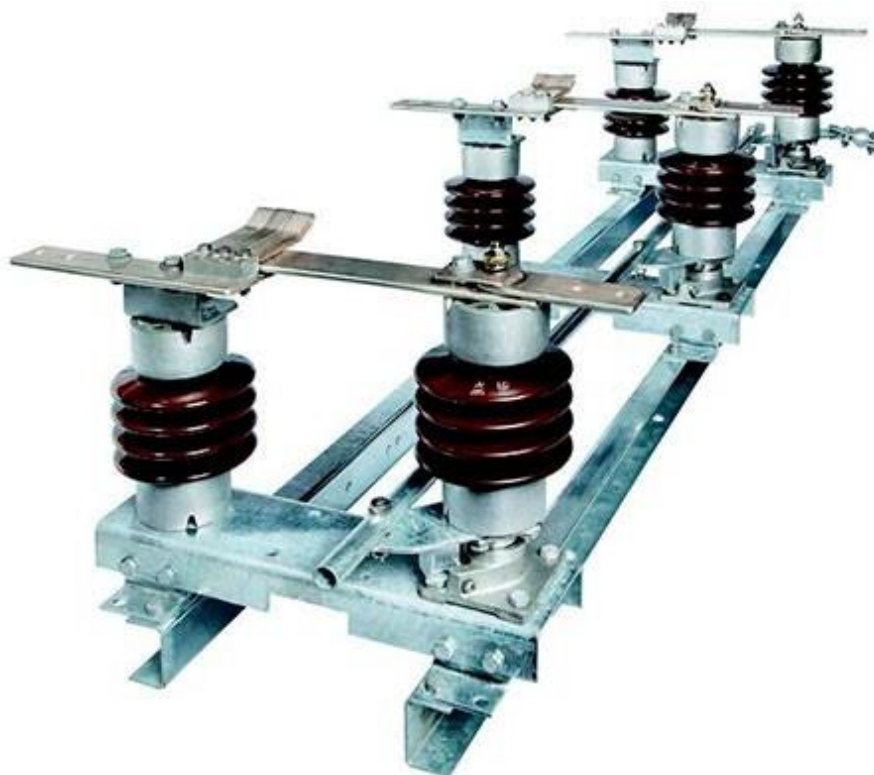
Anexo 10

Filtro incidencias después de la aplicación del seccionalizador digital

INCIDENCIAS 2024								
MES	CANTIDAD VECES	HORAS	Fecha PT de la Incidencia	Fecha Resolucion	Potencia Afectada Kva	Clientes Afectados	Causa de la Incidencia	CANTIDAD VECES
Mayo 2023	1	37	26/05/2023 06:57:00	27/05/2023 20:06:00	777.5	837	QUEMADO F	1
Total Mayo 2023	1	37			778	837		
Julio 2023	1	21	16/07/2023 20:16:00	17/07/2023 17:51:00	777.5	838	POSTE QUE	1
Total Julio 2023	1	21			778	838		
Noviembre 20	1	12	11/12/2023 11:17:46	11/12/2023 23:15:00	27638.5	8250	ROTURA DE	1
Noviembre 20	1	2	11/01/2024 17:03:20	11/01/2024 19:30:00	27386	7661	CONEXIONE	1
Noviembre 20	1	1	11/01/2024 17:04:11	11/01/2024 17:50:00	0	0	CONEXIONE	1
Noviembre 20	1	2	11/01/2024 17:37:13	11/01/2024 19:30:00	6045	4539	CONEXIONE	1
Total Noviembre 2023	4	17			61070	20450		
Febrero 2024	1	8	08/02/2024 16:57:06	09/02/2024 00:17:00	57469.5	16358	FALLA EN E	1
Febrero 2024	1	13	20/02/2024 06:42:00	20/02/2024 19:34:00	27553.5	7558	FALLA EN E	1
Total Febrero 2024	2	21			85023	23916		
Marzo 2024	1	2	28/03/2024 04:32:00	28/03/2024 06:48:00	772.5	834	CAUSA DES	1
Total Marzo 2024	1	2			773	834		
Mayo 2024	1	12	29/05/2024 22:58:00	30/05/2024 10:13:00	27733.5	7664	FALLA EN E	1
Total Mayo 2024	1	12			27734	7664		
Junio 2024	1	14	22/06/2024 22:57:57	23/06/2024 12:13:00	27748.5	7673	FUERTES VI	1
Total Junio 2024	1	14			27749	7673		
Agosto 2024	1	4	06/08/2024 14:25:57	07/08/2024 18:55:00	0	0	FALLA EN E	1
Total Agosto 2024	1	4			0	0		
Total	12	128			203902	62212		

Anexo 11

Seccionador barra sólida de media tensión



Anexo 12

Evidencia de protección manipulada FU-N1397

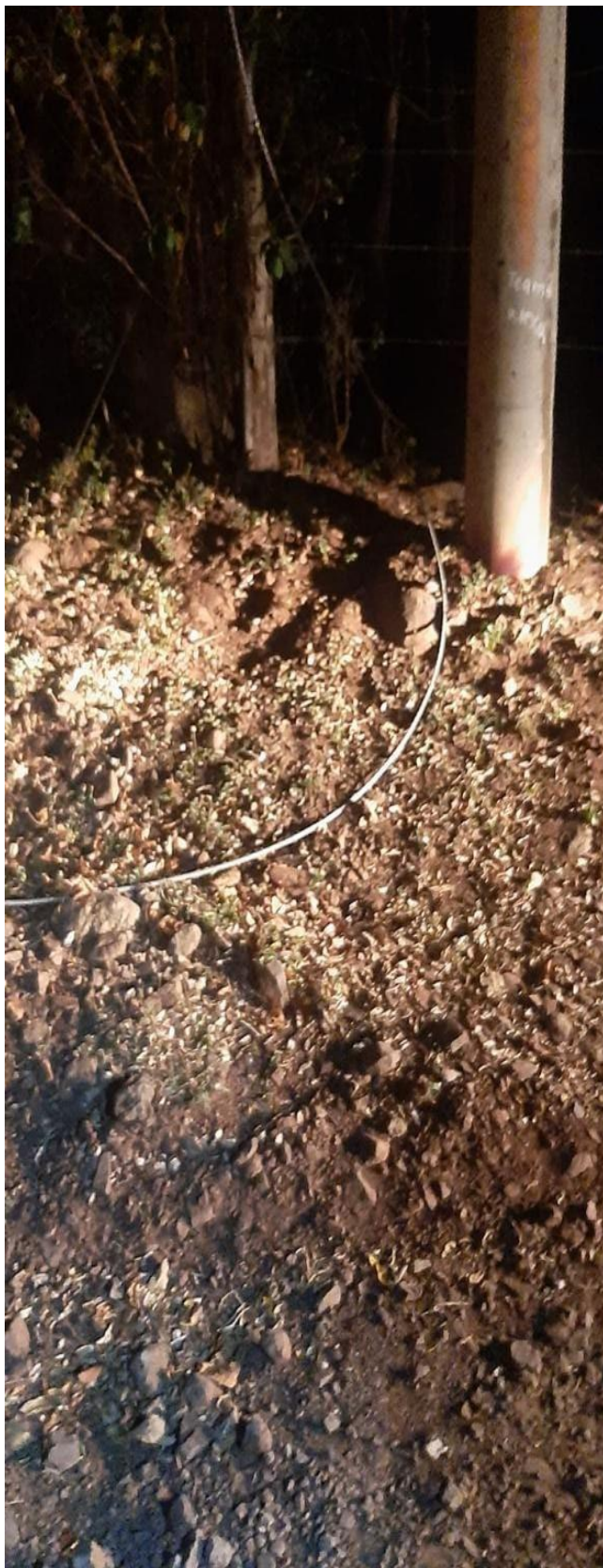


Anexo 13

Evidencia de línea primaria rota en derivada FU-N1397









Dirección de Área
de Conocimiento
Industria y Producción

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **AREA DE CONOCIMIENTO INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN** hace constar que:

VANEGAS HERRERA FRANCO JOSUE

Carné: **2016-0612U** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA ELECTRICA**, en el año 2022 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los dieciocho días del mes de marzo del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,

Msc. Arlen Patricia Reyes
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA



Móvil: (505) 2251 8276



Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso.
Managua, Nicaragua.





Dirección de Área
de Conocimiento
Industria y Producción

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **AREA DE CONOCIMIENTO INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN** hace constar que:

CARRILLO TORRES ISA GISSELLE

Carné: **2019-0159U** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA ELECTRICA**, en el año 2024 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los dieciocho días del mes de marzo del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente



Msc. Arlen Patricia Reyes Gomez
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA



Móvil: (505) 2251 8276



Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso.
Managua, Nicaragua.



HOJA DE MATRICULA

AÑO ACADÉMICO 2025

No. Recibo

No. Inscripción **149**

NOMBRES Y APELLIDOS: Isa Gisselle Carrillo Torres

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRICA

CARNET: 2019-0159U

TURNNO: Diurno**PLAN DE ESTUDIO: 2015**

SEMESTRE : PRIMER SEMESTRE 2025

FECHA: 12/02/2025

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					



F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

USER ONLINE

GRABADOR

**FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO**

**FIRMA DEL
ESTUDIANTE**

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 18-mar.-2025